

박사학위논문

블록체인 기반 출자증권 대차거래
스마트 시스템의 수용요인 연구

2021년

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

권 병 태

박사학위논문
지도교수 유연우

블록체인 기반 출자증권 대차거래
스마트 시스템의 수용요인 연구

Acceptance Factors of Blockchain-based
Subscription Certificate Securities Lending Smart
System

2020년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

권 병 태

박사학위논문
지도교수 유연우

블록체인 기반 출자증권 대차거래
스마트 시스템의 수용요인 연구

Acceptance Factors of Blockchain-based
Subscription Certificate Securities Lending Smart
System

위 논문을 컨설팅학 박사학위 논문으로 제출함

2020년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

지식서비스&컨설팅학과

매니지먼트컨설팅전공

권 병 태

권병태의 컨설팅학 박사학위 논문을 인준함

2020년 12월 일

심사위원장 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

국 문 초 록

블록체인 기반 출자증권 대차거래 스마트 시스템의 수용요인 연구

한 성 대 학 교 일 반 대 학 원
지 식 서 비 스 & 컨 설 텅 학 과
매 니 지 먼 트 컨 설 텅 전 공
권 병 태

본 연구는 첫째, 보증공제조합이 발행하고 건설업체가 보유하고 있는 출자증권의 임대차 거래시스템을 제안하고, 둘째, 동 시스템의 기반기술인 블록체인 플랫폼에 대해 연구하여 스마트 시스템 아키텍처를 디자인 하는 것이며, 셋째, 시스템의 잠재적 사용자들을 대상으로 시스템 수용요인을 도출하는 것이 목적이다.

연구 목적을 달성하기 위해 이론적 배경 및 선행연구를 검토하였다. 출자증권을 발행하는 기관인 보증공제조합과 출자증권에 대한 사항, 증권대차거래에 대한 사항, 건설업체의 만성적인 현금유동성 부족을 해소하기 위한 출자증권 유통화의 필요성, 블록체인에 대한 자세한 내용, 정보 및 거래시스템에 대한 이론, 스마트시스템의 특성에 관한 모형 등 선행연구를 조사하였다. 이론 조사 내용을 토대로 블록체인 기반 출자증권 대차거래 스마트시스템 아키텍처를 디자인하였다. 제안시스템은 11개의 하위 모듈로 구성되는데 각각의 모듈의 아키텍처도 디자인하였다. 또한, 제안시스템의 기술적 기반인 블록체인과 같은 신기술의 수용요인을 파악하기 위해 기술수용모델(TAM)과 관련된 선행연구, 구성요소 등 이론적 내용에 대해 고찰하였다. 블록체인 기반 대차거래 시스템의 성공 요인에 대해 알아보기 위해 정보시스템 성공모델과 관련된 선행 연구 및 구성요소 등 이론적 내용을 고찰하였다. 연구 방법으로 연구변수

도출, 연구 가설 수립, 연구 모형의 구성, 변수의 조작적 정의와 설문지 작성, 연구 대상의 선정 및 설문지 회수 등 자료 수집, 질적자료의 검토, 양적 자료에 대한 기술적분석과 정규성 검토, 측정변수의 신뢰성과 타당성 검증, 상관관계 분석과 같은 자료 분석 방법을 제시하였다. 실증연구는 수집자료의 연구 적합성 검토, 구조방정식 모형의 적합도 검증, 모형과 연구가설 검증 결과를 도출하였다. 실증연구로 수집자료의 연구 적합성 검토, 구조방정식 모형의 적합도 검증, 모형과 연구 가설 검증 결과를 도출하였다. 실증연구 결과를 제안시스템의 수용도 제고 방안으로 활용하였다.

연구 목적과 수집자료분석 결과를 연계하면 도출한 시사점은 다음과 같다.

첫째, 제안시스템이 실무적으로 도입된다면, 최저가 낙찰제가 현실인 건설업체의 만성적인 현금 유동성을 해소하는데 기여할 것이다.

둘째, 출자증권 대차거래는 블루오션이다. 기존에는 존재하지 않았던 제도를 비니지스 모델로 디자인하여 실무에 도입된다면, 공제조합에 새로운 가치가 창출되며, 출자증권에 대한 새로운 수요가 창출되고, 자본이 확충되는 기반이 마련될 것이다. 이로써 공제조합은 보증 용자를 기반으로 한 아날로그 비지니스 모델을 영위하는 기업에서 디지털 비지니스 플랫폼을 비지니스 모델로 하는 디지털 트랜스포메이션의 계기가 될 것이다.

셋째, 선행 연구가 부족한 대차거래 시스템의 스마트 특성이 기술수용모형의 신념변수와 시스템 수용의도에 영향을 미치는지 탐색했다. 시스템의 스마트 특성, 즉 고객지향성과 지능성이 높을수록 인지된 유동성, 인지된 사용용이성 및 수용의도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 미래의 시스템은 스마트 특성을 더욱 요구할 것이다. 본 연구를 계기로 정보시스템의 스마트 특성에 대한 연구가 확대되기를 바란다.

넷째, 프라이빗 블록체인 시스템의 대표적인 하이퍼레저 패브릭을 적용한 연구가 부족한 상황에서 본 연구가 비지니스 목적에 적합한 블록체인 플랫폼인 하이퍼레저 패브릭을 다른 시스템에 적용한 연구가 확대되는 기반이 되었으면 한다.

다섯째, 블록체인 시스템의 수용성을 높이기 위해서는 시스템과 사용자의 접점인 Dapp의 사용 방법 습득이 쉽도록 설계하고, 기존시스템과의 연동을 원하도록 설계하여야 하고, 타 시스템과 통합이 용이해야 잠재 사용자들의 수용성을 높일 수 있을 것이다. 또한 미래 시스템은 스마트시스템의 중요한 특성인 지능성을 탑재하도록 요구하고 있다. 즉, 시스템은 사용자와 소통할 수 있도록 아키텍처를 설계하여야 하며, 축적된 데이터의 패턴을 분석할 수 있도록 설계하여, 시스템 수용자들의 편의를 도모할 수 있도록 하여야 할 것이다.

여섯째, 자산의 소유권과 관련된 블록체인 시스템의 블록을 설계할 때, 소유권에 해당하는 정보의 종류와 내용을 블록헤드에 포함하는 방법에 아이디어를 얻는 계기가 될 수 있을 것이다.

일곱째, 제안시스템의 수용성을 높이기 위해서 본 연구가 취한 방법들을 참고하면, 하위시스템 모듈을 어떻게 설계하고 어떤 요소에 집중해야 하는지에 대한 고민을 다소 해결할 수 있을 것이다.

여덟째, 시스템 아키텍처는 시스템구성을 위한 청사진이다. 비즈니스 아키텍처와 시스템 아키텍처를 설계할 때, 비즈니스 요구사항(ASR)과 비즈니스 시장조사를 철저히 하고, 아키텍처 설계원칙에 따라 모델을 설계하고 구현해야 할 것이다.

본 연구에서 검토된 시스템 성공 요인과 신기술 수용요인을 반영하여 데이터 아키텍처, 솔루션 아키텍처 및 테크니클 아키텍처를 설계한다면 연구목적 시스템의 성공을 이룰 수 있을 것이다.

【주요어】 블록체인, 증권대차거래, 출자증권, 스마트 시스템, 공제조합, 기술수용모형, 정보시스템 성공모형, 스마트 특성, 구조방정식모형, 아키텍처, 하이퍼레저 패브릭, 이더리움, 비트코인, 팬텀변수.

목 차

I. 서 론	1
1.1. 연구목적 및 배경	1
1.2. 연구범위 및 방법	3
II. 이론적 배경	6
2.1. 공제조합	6
2.1.1. 공제조합의 의의	6
2.1.2. 건설관련 보증공제조합 현황	9
2.1.3. 건설관련 보증공제조합의 건설보증	12
2.1.4. 건설관련 보증공제조합의 가입 및 출자	15
2.2. 출자증권에 대한 고찰	20
2.2.1. 우리나라 고유의 유가증권	20
2.2.2. 출자증권의 법적성격	21
2.2.3. 공제조합 가입요건으로서 출자증권	24
2.2.4. 출자증권 양도 및 질권설정	24
2.2.5. 선행연구 요약	26
2.3. 출자증권 대차거래	28
2.3.1. 증권의 개념	28
2.3.2. 증권금융거래	28
2.3.3. 증권 대차거래의 구조와 분류	32
2.3.4. 출자증권 대차계약의 개관	35
2.3.5. 출자증권 대차거래의 방법	37
2.3.6. 선행연구 요약	40
2.4. 블록체인 기술	41
2.4.1. 블록체인 기술의 개념과 특징 및 장단점	41
2.4.2. 블록체인 기술의 진화과정과 미래	44
2.4.3. 블록체인 플랫폼의 유형	47
2.4.4. P2P 네트워크	49
2.4.5. 블록체인 기술의 작동 원리	54
2.4.6. 블록체인 기술의 구성요소 및 해시 암호화 보안	55
2.4.7. 작업증명과 합의 및 분기	68
2.4.8. 블록체인 기술의 활용 사례 및 선행연구	71
2.5. 정보시스템 아키텍처	74
2.5.1. 정보시스템 아키텍처 개관	74
2.5.2. 정보 시스템 아키텍처 설계 프로세스	77
2.5.3. 소프트웨어 아키텍처 디자인 방법	84
2.5.4. 정보시스템 아키텍처 모델 설계 방법	87
2.5.5. 정보시스템 아키텍처 품질평가 방법	95
2.5.6. 정보시스템 아키텍처 의사결정 프로세스	96
2.5.7. 정보시스템 아키텍처 활용의 성공요인 선행연구	97

2.6. 스마트 시스템 아키텍처의 스마트 특성 모형	98
2.6.1. 스마트 시스템 기본개념과 기능	98
2.6.2. OT 와 IT의 융합과 스마트 시스템	99
2.6.3. 스마트 시스템 아키텍처와 참조모형	99
2.6.4. 스마트 시스템의 스마트 속성 아키텍처 모형	101
2.7. 기술수용모형(TAM)	109
2.7.1. 기술수용모델의 개요	109
2.7.2. 기술수용모델의 도입 배경	110
2.7.3. 기술수용모델의 유용성 확인	112
2.7.4. 기술수용모델의 확장	113
2.7.5. 블록체인 시스템과 기술수용모델 적용 선행연구	123
2.8. 정보시스템성공 모델(ISSM)	125
2.8.1. 정보시스템 성공모형 개요	125
2.8.2. DeLone & McLean(1992)의 정보시스템 성공 모형	126
2.8.3. Pitt, Watson, & Kavan의 정보시스템 성공 모형	128
2.8.4. Seddon의 정보시스템 성공 모형	129
2.8.5. DeLone & McLean(2003)의 정보시스템 성공 모형	131
2.8.6. 블록체인 기술과 정보시스템 성공모형의 선행연구	134

Ⅲ. 제안시스템 아키텍처 디자인 136

3.1. 건설업 공공공사비 산정의 문제점과 출자증권 유동화의 필요성	136
3.1.1. 건설업의 공공공사비 산정의 문제점	136
3.1.2. 출자증권 유동화의 필요성	138
3.2. 정보시스템 디자인 모형 및 프레임 워크	139
3.2.1. Henderson과 Venkatraman의 전략정렬 모형	139
3.2.2. Hevner의 정보시스템 디자인 프레임워크	141
3.2.3. 정보시스템 디자인 연구 프로세스	143
3.2.4. 제안시스템의 아키텍처 디자인 프레임워크	144
3.3. 비즈니스 아키텍처 디자인	145
3.3.1. 출자증권 거래 시스템의 유용성	146
3.3.2. 출자증권 거래 시스템의 개선 방향	147
3.4. 블록체인 기술과 비즈니스 아키텍처 모델 혁신	150
3.4.1. 블록체인 기술의 비즈니스 모델 혁신 요소	150
3.4.2. 블록체인 기술의 비즈니스 활용 동향	155
3.4.3. 블록체인 기반 시스템 아키텍처 비교	158
3.4.4. 이더리움 시스템 아키텍처	161
3.4.5. 하이퍼레저 패브릭 시스템 아키텍처	173
3.4.6. 제안시스템의 블록체인 플랫폼의 선택 결정요인	187
3.5. 제안시스템과 기존시스템의 연동 방안	193
3.5.1. 기존시스템 활용 범위	193
3.5.2. 제안시스템과 기존 온라인서비스 연동 방안	193
3.5.3. 제안시스템과 기존 온라인서비스 연동 아키텍처	195
3.6. 제안시스템의 아키텍처 구조 및 수용성 제고 방안	196

3.6.1. 제안시스템 구조와 구성 모듈	196
3.6.2. 제안시스템의 수용성 제고 방안	201
IV. 제안시스템 수용성 제고를 위한 방법 연구	202
4.1. 연구 변수 및 가설 도출	202
4.1.1. 연구 변수의 도출	202
4.1.2. 연구가설의 도출	204
4.2. 연구 모형	210
4.3. 연구 변수의 조작적 정의 및 설문지 구성	210
4.3.1. 변수의 조작적 정의	210
4.3.2. 설문지 구성	212
4.4. 연구 대상과 자료 수집	214
4.5. 분석 방법	215
V. 제안시스템 수용성 제고를 위한 실증분석	215
5.1. 질적자료의 통계적 특성	216
5.2. 양적자료의 통계적 특성	217
5.3. 탐색적 요인분석과 신뢰성 분석	219
5.3.1. 타당도 분석	219
5.3.2. 신뢰도 분석	222
5.3.3. 분석 결과	223
5.4. 상관관계 분석	224
5.5. 다중공선성 검토	227
5.5.1. 다중공선성 판단기준	227
5.5.2. 분석결과	228
5.6. 확인적 요인분석과 측정모형 검증	229
5.6.1. 측정모형 적합도 평가기준	229
5.6.2. 헤이우드케이스와 다중상관자승(SMC) 검토	230
5.6.3. 측정모델의 타당성 검증 방법	231
5.6.4. 분석결과	233
5.7. 가설의 검증	237
5.7.1. 연구모형의 적합도 검증	237
5.7.2. 가설의 검증	239
5.7.3. 매개효과와 가설검증	240
5.8. 실증분석 결과의 제안시스템 반영	244
5.8.1. 제안시스템에 실증분석 결과 반영	244
5.8.2. 제안시스템 아키텍처에 실증분석결과 세부 항목 반영	247
VI. 연구 결론	248
6.1. 연구결과 요약	248
6.2. 연구의 시사점	250

6.3. 연구의 한계 및 향후 연구방향	252
참 고 문 헌	254
부 록	273
ABSTRACT	282

표 목 차

[표 2-1] 감독기관별 공제조직 현황	8
[표 2-2] 건설관련 보증공제조합 설립 관련 법령	11
[표 2-3] 주요 건설관련 보증공제조합 현황	12
[표 2-4] 건설관련 공제조합 기능별 운영현황	12
[표 2-5] 건설관련 보증공제조합의 보증상품	15
[표 2-6] 보증실적 등급 예시	19
[표 2-7] 보증등급 산출표 예시	19
[표 2-8] 보증한도 배수 산출표 예시	20
[표 2-9] 출자증권 선행연구 요약	26
[표 2-10] 증권 대차거래 선행연구 요약	40
[표 2-11] 블록체인 기술의 정의	42
[표 2-12] 블록체인기술의 장단점	44
[표 2-13] 블록체인 네트워크 유형별 특징	47
[표 2-14] 퍼블릭 블록체인과 프라이빗 블록체인의 차이	48
[표 2-15] 블록체인 플랫폼의 종류 및 특징	49
[표 2-16] P2P 시스템의 주요 특성	51
[표 2-17] Client-Server, P2P 모델간 특징 비교	52
[표 2-18] 블록의 헤더의 구성	57
[표 2-19] 암호화 해시 함수의 특징	58
[표 2-20] 특정 거래를 확인하는 방법	67
[표 2-21] 블록체인 보안 위협 사례	68
[표 2-22] 스타트업의 블록체인 기술 활용 사례	72
[표 2-23] 기존 산업 및 공공서비스 부문의 블록체인 활용사례	73
[표 2-24] 블록체인 기술을 적용한 선행연구	74
[표 2-25] 4+1 뷰 모델 구성요소 설명	83
[표 2-26] ABD 방법론의 수행단계	85
[표 2-27] ADD 방법론의 수행 단계	86
[표 2-28] 정보시스템 아키텍처의 정의	87
[표 2-29] 애플리케이션 아키텍처 구성요소	92
[표 2-30] 테크니클 아키텍처의 구성요소	93
[표 2-31] 데이터 아키텍처 구성요소	94
[표 2-32] 시스템 아키텍처 성공요인 선행연구	97
[표 2-33] 신규시스템 구축 프로세스	100
[표 2-34] 사용성의 세 가지 특성	104
[표 2-35] 고객지향성의 세가지 특성	106
[표 2-36] 연결성의 세 가지 특성	107
[표 2-37] 지능성의 세 가지 특성	108
[표 2-38] 스마트 속성 아키텍처 모형 선행연구	109

[표 2-39]	인지된 유용성과 인지된 사용용이성	112
[표 2-40]	TAM2에서 추가한 외부변수	114
[표 2-41]	TAM3에서 추가한 외부변수	116
[표 2-42]	TAM에 추가한 외부변수	118
[표 2-43]	UTAUT에서 사용한 변수들과 모형	121
[표 2-44]	기술수용모형을 이용한 선행연구	124
[표 2-45]	ISSM3 구성 요소와 변수들의 정의	130
[표 2-46]	ISSM4에서 활용한 변수	132
[표 2-47]	ISSM에 대한 선행연구의 요약	135
[표 3-48]	전략 정렬모형의 구성요소	141
[표 3-49]	정보시스템 디자인을 위한 가이드 라인	142
[표 3-50]	제안 시스템의 개발 모듈	150
[표 3-51]	블록체인 하이프 사이클 (Hype Cycle) 5단계	156
[표 3-52]	블록체인 아키텍처의 비교	160
[표 3-53]	비트코인과 이더리움의 비교	161
[표 3-54]	이더리움 블록의 구성요소	166
[표 3-55]	계정의 구성요소	167
[표 3-56]	트랜잭션 처리과정	169
[표 3-57]	EVM이 동작하는 순서	172
[표 3-58]	하이퍼레저 패브릭 구성요소	178
[표 3-59]	하이퍼레저 패브릭 스마트 트랜잭션 실행 순서	184
[표 3-60]	시스템 체인코드의 종류	186
[표 3-61]	블록체인 시스템 디자인과 분권화 의사결정 요인	191
[표 3-62]	블록체인 시스템 디자인 의사결정 요인	192
[표 4-63]	연구 가설	208
[표 4-64]	잠재변수의 조작적정의 및 측정변수	211
[표 4-65]	설문항목 구성	212
[표 5-66]	표본의 인구통계 특성	216
[표 5-67]	기술통계량 결과표	218
[표 5-68]	개념타당성 측정방법	221
[표 5-69]	변수의 신뢰성 판단 기준	223
[표 5-70]	타당성 분석 및 신뢰도 분석 결과표	224
[표 5-71]	변수 간의 관련성 정도	225
[표 5-72]	피어슨 상관분석 가설	225
[표 5-73]	피어슨 상관분석 유의수준과 임계치	226
[표 5-74]	상관관계분석 결과표	227
[표 5-75]	다중공선성 진단	229
[표 5-76]	주요 모델적합도 지수와 판단기준	230
[표 5-77]	CFA의 측정변수의 집중타당성 판단 기준	232
[표 5-78]	CFA의 측정변수의 판별타당성 판단 기준	232

[표 5-79] 측정모형의 모형 적합도 분석 결과표	234
[표 5-80] 헤이우드케이스와 SMC 검토	235
[표 5-81] 집중타당성 평가결과	236
[표 5-82] 판별타당성 평가 결과	237
[표 5-83] 연구모형의 모형 적합도 분석 결과표	238
[표 5-84] 가설검증 결과	240
[표 5-85] 간접효과와 가설검증 결과	243
[표 5-86] 시스템 수용도 제고 세부지표	246

그림 목 차

[그림 1-1] 연구의 흐름	5
[그림 2-2] 건설관련 보증공제조합 이용 절차	10
[그림 2-3] 건설공사 이행단계별 보증 흐름도	14
[그림 2-4] 보증가능금액확인서 발급과 조합가입절차	17
[그림 2-5] 증권 대차거래의 구조	33
[그림 2-6] 블록체인 기술의 진화과정	45
[그림 2-7] 멜라니 스완의 블록체인 진화 단계	46
[그림 2-8] 네트워크 시스템의 분류	50
[그림 2-9] Bitcoin Core 블록체인 기술의 작동 원리	54
[그림 2-10] 블록체인 기술의 아키텍처	55
[그림 2-11] 블록의 구성요소	56
[그림 2-12] SHA 알고리즘의 종류	59
[그림 2-13] 해시 값 구하는 방법	60
[그림 2-14] 비트코인 블록체인에서 해시 함수 사용처	61
[그림 2-15] 해시함수와 비트코인 주소 생성 과정	62
[그림 2-16] 해시함수와 전자서명	63
[그림 2-17] 머클트리 작성과정	65
[그림 2-18] 단순지급검증 방법	66
[그림 2-19] 작업증명과 합의 및 새로운 블록의 생성 과정	70
[그림 2-20] CIM-OSA model 및 적용	76
[그림 2-21] TOGAF의 Architecture 개발 사이클	78
[그림 2-22] 소프트웨어 아키텍처 설계 프로세스	79
[그림 2-23] 유틸리티 트리의 예시	81
[그림 2-24] 4+1 뷰 모델	83
[그림 2-25] IEEE 1471 Conceptual Framework	84
[그림 2-26] 비즈니스 아키텍처의 구성요소	90
[그림 2-27] 시스템 아키텍처의 구성요소	90
[그림 2-28] 정보시스템 아키텍처 설계 프레임워크	91
[그림 2-29] 테크니컬 아키텍처의 계층 구조	92
[그림 2-30] 아키텍처 평가 방법들의 관계	95
[그림 2-31] 아키텍처 의사결정 프로세스	96
[그림 2-32] SAAM 구성	103
[그림 2-33] 기술수용모형1(TAM1)	111
[그림 2-34] 기술수용모형2 (TAM2)	115
[그림 2-35] 기술수용모형3(TAM3)	117
[그림 2-36] TAM1에 신념변수 추가	119
[그림 2-37] UTAUT의 변수 선택 프로세스	121
[그림 2-38] UTAUT 모형	123

[그림 2-39]	DeLone & McLean(1992)의 ISSM1	127
[그림 2-40]	Pitt, Watson, & Kavan(1995)의 ISSM2	129
[그림 2-41]	Seddon(1997)의 ISSM3	131
[그림 2-42]	수정된 DeLone & McLean(2003)의 ISSM4	133
[그림 3-43]	한국과 미국의 건설공사 단가 비교	137
[그림 3-44]	건설공사 총공사비 산정 프로세스	137
[그림 3-45]	건설업체의 경영수지 분석	138
[그림 3-46]	정보시스템 디자인: 전략정렬모형	140
[그림 3-47]	정보시스템 디자인 프레임워크	142
[그림 3-48]	정보시스템 디자인 연구 프로세스	144
[그림 3-49]	제안 모델의 아키텍처 디자인 프레임워크	145
[그림 3-50]	출자증권 대차거래 시스템 기본 아이디어	146
[그림 3-51]	기존 출자증권 거래제도 개선방안	147
[그림 3-52]	제안시스템의 거래 단계별 프로세스	149
[그림 3-53]	블록체인이 가지는 5가지 파괴적 혁신 요소	151
[그림 3-54]	Blockchain Business Hype Cycle 3개년 비교	155
[그림 3-55]	블록체인이 창출할 비즈니스 가치	157
[그림 3-56]	이더리움 아키텍처	162
[그림 3-57]	이더리움 플랫폼의 작동 원리	163
[그림 3-58]	이더리움의 스테이트 머신	164
[그림 3-59]	이더리움 블록 구조	165
[그림 3-60]	계정과 상태(State)와 머클트리	168
[그림 3-61]	트랜잭션 작동원리	168
[그림 3-62]	가스과 비용 및 스마트 트랜잭션	170
[그림 3-63]	스마트 컨트랙트의 실행 과정	171
[그림 3-64]	하이퍼레저 프로젝트	175
[그림 3-65]	하이퍼레저 패브릭 아키텍처	176
[그림 3-66]	하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성절차	179
[그림 3-67]	하이퍼레저 패브릭 트랜잭션 4단계	181
[그림 3-68]	CA의 인증서 발급 절차	182
[그림 3-69]	하이퍼레저 패브릭 스마트 트랜잭션 작동 순서	183
[그림 3-70]	블록체인 플랫폼 선택 의사결정 트리	188
[그림 3-71]	블록체인 기반 시스템 디자인 프로세스	190
[그림 3-72]	블록체인과 기존 온라인 서비스와 연동	194
[그림 3-73]	하이퍼레저 패브릭과 기존 온라인 서비스와 연동	194
[그림 3-74]	제안시스템과 기존 온라인서비스 연동 아키텍처	195
[그림 3-75]	제안시스템 아키텍처 구조	196
[그림 3-76]	출자증권 소유권 관리 모듈	197
[그림 3-77]	CA/MSP 관리 모듈	199
[그림 3-78]	출자증권 스마트 계약 관리 모듈	200

[그림 3-79]	수수료 결제모듈	201
[그림 3-80]	제안시스템과 연구변수의 결합	202
[그림 4-81]	연구변수의 선정	203
[그림 4-82]	연구모형	210
[그림 5-83]	측정모형의 경로 계수	234
[그림 5-84]	연구모형의 기본모형 경로계수	238
[그림 5-85]	매개효과 분석 경로계수	243
[그림 5-86]	제안 시스템 수용여부 영향 요인	245
[그림 5-87]	제안 시스템에 수용도 제고 세부지표 반영	248

I. 서 론

1.1. 연구목적 및 배경

“19세기에 자동차, 20세기에 인터넷 혁명이 있었다면 21세기에는 블록체인이다!”

『블록체인 혁명』의 저자이자 캐나다 출신의 미래학자인 돈 탭스콧은 블록체인을 ‘제2의 인터넷 혁명’이라 정의하면서 위와 같이 전망하였다. 우리나라도 지난 몇 년 동안 암호화폐의 거품을 겪었다. 국내법에는 암호화폐 등 가상자산에 대한 근거 규정이 없어 관리가 어렵다는 비판이 꾸준히 제기되었다. 2020년 3월 5일에 2021년 3월에 시행될 예정으로 가상자산 규제를 위한 ‘특정 금융거래정보의 보고 및 이용 등에 관한 법률 개정안’이 국회 본회의를 통과했다. 가상자산과 가상자산 사업자에 대한 규제 근거가 마련될 예정이다. 동 법 개정안 제2조 제3항에는 가상자산에 대해 정의했다. 암호화폐의 법률 용어는 1989년 설립된 자금세탁방지 및 테러자금 조달금지 관련 국제기구인 FATF(Financial Action Task Force)의 정의에 따라 가상자산으로 표시했다. 가상자산이란 전자적으로 거래 또는 이전될 수 있고, 경제적 가치를 지닌 전자 증표와 그에 관한 일체의 권리로 정의했다. 가상자산을 제도권으로 편입할 수 있는 근거를 만들었다. 이러한 가상자산인 암호화폐의 근간을 이루는 신기술이 블록체인이다. 돈 탭스콧의 예언대로 블록체인 기술은 국가, 기업, 지방자치단체, 스타트업 등을 막론하고 활발히 연구되고 시스템에 도입되고 있다. 현재 블록체인이 가장 많이 활용되고 있는 분야는 비트코인 등 암호화폐 거래이다. 다음으로 금융 분야에서 활용되고 있다. 송금과 결제, 증권거래, 부동산 거래, 해외 수출입 금융 등 다양한 금융 분야에서 블록체인 기술의 활용사례가 확대되고 있다. 지난 수년간 가상자산에 대한 관심의 증가와 함께 그 기반기술인 블록체인을 활용하여 시스템을 구축하는 사례와 관련 연구는 많이 축적되었다. 그러나 대부분의 연구가 블록체인 기술의 개념과 동향, 관련 분야에서의 활용 가능성 및 사례

분석 등에 집중되어 있는 실정이다.

한편, 건설업은 수주산업이다. 수주목적물을 낙찰받은 공사비로 완성하여 납품하는 산업이다. 따라서 건설업체의 현금 유동성은 공사비 산정에 의존한다. 2020년 현재 공공공사의 발주방식은 명목상 종합심사낙찰제이나 현실은 그저 최저가 낙찰제이다. 전문건설업체의 공사비 기준이 되는 금액은 하도급 계약 낙찰을 결정 단계에서 적용되는 낙찰율이며, 이는 건설공사의 기획 단계에서 기획재정부가 예비 타당성 검토시 사업 규모를 고려하여 결정한 총공사비의 66.51%가 된다. 한국건설산업연구원(2018)의 연구에서 분석대상 건설업체의 약 28.6%가 영업이익이 적자를 나타내고 있으며, 특히, 공공공사에서는 무려 약 78.6%에 달하는 기업이 적자를 나타내고 있고 흑자를 보는 업체의 수익 또한 약 0~1%로 매우 낮은 수준이다. 이러한 적자 영업으로 인해 초기 현금이 많이 소요되는 건설업 특성상 케인즈의 현금보유 동기중의 하나인 예비적 동기의 현금보유 수준이 매우 부족하게 되며, 이는 기업실패로 이어지는 원인이 되는 악순환이 야기된다. 악화되고 있는 건설업체의 현금보유수준을 해소하려는 시도로서 공제조합에 예치되어 출자증권으로 고정되어있는 현금을 유동화하는 것이 본 연구의 근본 목적이다.

건설산업의 금융 수요를 해소하고 상호부조를 위해 설립되고 운영되고 있는 보증공제조합은 5개이고 총자본금은 15조이다. 보증공제조합에 등록된 건설업체는 2019년 말 현재 87,741개이다. 이 업체들이 보증공제조합에 출자한 출자증권 수는 1,600만 좌이다. 출자한 건설업체들이 보유한 출자증권은 비유동 증권이다. 건설업체의 자금 유동성을 제고하기 위해 면허요건인 기본 좌수를 제외한 추가 좌수는 시장에서 자유롭게 거래될 수 있도록 출자증권 임대차 시장을 개설할 필요성이 대두되고 있다. 그러나 출자증권 유동화 방안에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

미래 비즈니스 관련 서비스 및 거래시스템은 스마트한 환경이 지배할 것으로 예상된다. 또한, 출자증권은 재산권을 표창한 유가증권이므로 스마트 시스템을 활용한 거래시 안전성이 최우선으로 고려되어야 한다. 안전성이 가장 큰 특징인 최신 기술은 블록체인 원장기술이다. 출자증권 대차거래와

블록체인기반 출자증권 스마트 시스템의 수용요인에 대한 국내외 연구자들의 선행연구들을 검토해 본 결과, 건설업체의 블록체인 기술에 대한 이해와 동 기술을 적용한 출자증권 대차거래 시스템이 무엇이며, 동 시스템의 구성과 기능은 어떠한지 잠재 사용자의 수용성을 높일 수 있는 요인에 대한 연구가 매우 부족한 실정이다. 블록체인 기술을 기반으로 한 시스템을 설계할 때 적용하여야 할 준거 아키텍처는 무엇이며, 비즈니스 아키텍처와 시스템 아키텍처를 설계할 때, 어떠한 비즈니스 요구사항(ASR)과 비즈니스 시장조사 방법을 적용해야 하고, 어떤 아키텍처 설계원칙을 적용하여 모델을 설계하고 구현해야 하는가에 대한 연구도 매우 부족한 실정이다. 블록체인 기술의 수용, 즉 건설업체의 출자증권 대차거래 서비스에 블록체인 기술을 적용하거나, 블록체인 기술을 활용하여 업무 프로세스를 개선할 때 영향을 미치는 요인들이 무엇이고, 요인들 상호 간에는 어떠한 관계가 있는지 탐색할 필요가 있다.

이러한 필요성에 따라 본 연구에서는 출자증권을 발행하는 기관인 보증공제조합과 출자증권에 대한 사항, 증권대차거래에 대한 사항, 블록체인에 대한 자세한 내용, 정보 및 거래시스템에 대한 이론, 스마트 시스템의 특성에 관한 모형 등에 대한 선행연구를 조사하였다. 또한, 신기술 수용 요인을 파악하기 위해 기술수용모델(TAM)과 관련 선행연구, 구성요소 등 이론적 내용에 대해 고찰하였다. 블록체인 기반 대차거래 시스템의 성공 요인에 대해 알아보기 위해 정보시스템 성공모델과 관련된 선행연구 및 구성요소 등 이론적 내용을 고찰하였다.

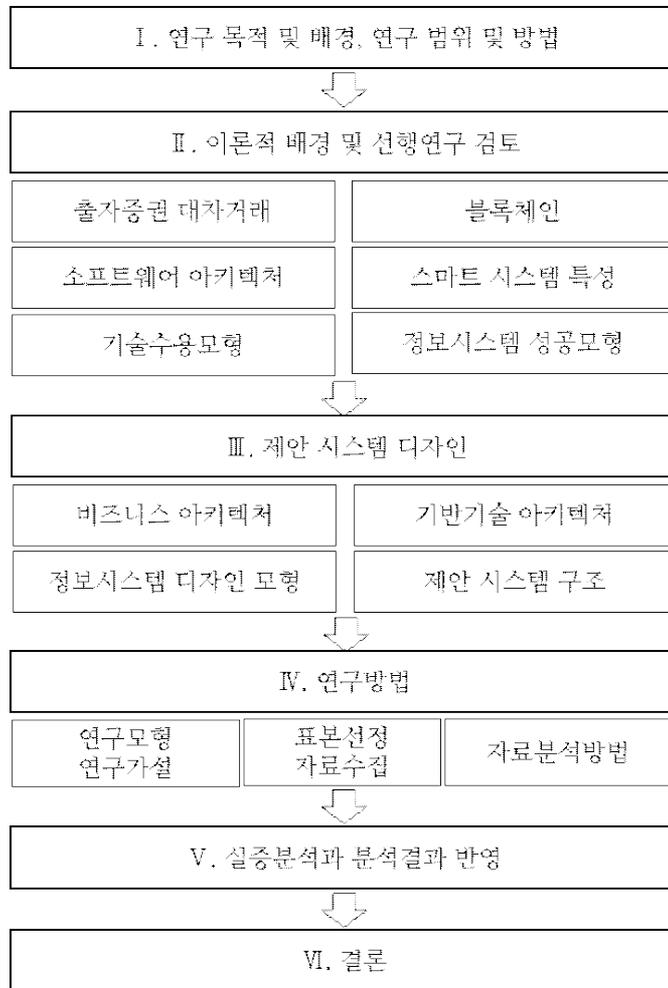
본 연구를 통해 도출된 결과가 건설업의 블록체인 기술의 수용도 제고와 출자증권 거래에 관한 거래 플랫폼이 만들기 위한 논의가 촉발되고, 건설정책 입안자와 보증공제조합의 정책 수립시 참고자료로 활용되어, 궁극적으로 만성 유동성 부족 환경하에 있는 건설업체의 생존 및 성장에 기여할 수 있기를 기대한다.

1.2. 연구범위 및 방법

본 연구는 총 다섯 장으로 구성되었고, 연구의 범위는 다음과 같다. 제1장에서는 연구의 필요성과 목적, 연구의 내용과 자료분석 방법을 제시하였다. 제2장에서는 이론적 배경 및 선행 연구를 검토하였다. 출자증권을 발행하는 기관인 보증공제조합과 출자증권에 대한 사항, 증권대차거래에 대한 사항, 블록체인에 대한 자세한 내용, 정보 및 거래시스템에 대한 이론, 스마트 시스템의 특성에 관한 모형 등에 대한 선행연구를 조사하였다. 또한, 블록체인과 같은 새로운 기술의 수용요인을 확인하기 위해 기술수용모델(TAM)과 관련 선행연구, 구성요소 등 이론적 내용에 대해 고찰하였다. 블록체인 기반 대차거래 시스템의 성공 요인에 대해 알아보기 위해 정보시스템 성공모델과 관련된 선행연구 및 구성요소 등 이론적 내용을 고찰하였다. 제3장은 제안 시스템을 디자인하였다. 제안 시스템의 필요성과 비즈니스 아키텍처, 기반기술 아키텍처, 정보시스템 디자인 모형, 제안 시스템 구조를 연구하였다. 제4장은 연구 방법으로, 연구변수 도출, 연구 가설 수립, 연구 모형의 구성, 변수의 조작적 정의와 설문지 작성, 연구 대상의 선정 및 설문지 회수 등 자료 수집, 질적자료의 검토, 양적 자료에 대한 기술적분석과 정규성 검토, 측정변수의 신뢰성과 타당성 검증, 상관관계 분석, 탐색적 요인분석과 같은 자료 분석 방법을 제시하였다. 제5장은 실증연구로 수집자료의 연구 적합성 검토, 여러 타당성 검토, 구조방정식 모형의 적합도 검증, 모형과 연구 가설 검정 결과를 도출하였다. 제6장에서는 실증분석 결과 요약하고 연구결과에 대한 시사점, 연구의 한계 및 향후 연구 방향을 제시하였다. 본 연구의 흐름은 [그림 1-1]과 같다.

본 연구는 연구 목적을 달성하기 위해 문헌조사와 실증연구를 병행하여 실시하였다. 문헌 연구에서는 출자증권과 출자증권을 발행하는 기업인 보증공제조합에 대해 선행연구를 조사하고 정리하였다. 다음으로 출자증권 대차거래에 대한 이론 정립을 위해 증권대차거래에 대한 이론을 조사 정리하였다. 출자증권 대차거래는 소유권이란 법률개념에 관련된 많은 법률적 검토가 필요하여 강제집행, 채권추심 등에 관한 이론도 조사하고 정리하였다. 대차거래를 위해서는 정보 및 거래시스템이 필요한데 이를 구축하기 위한

소프트웨어 아키텍처에 대한 이론과 선행연구를 조사하고 정리하였다.



[그림 1-1] 연구의 흐름

거래는 기록할 원장이 필요하고 그 원장은 법률적인 개념도 가미되므로 위조와 변조의 위험에 노출되어서는 많은 문제가 발생한다. 거래의 안정성을 위해 그리고 기록원장의 안전성을 위해 최근 각광받고 있는 블록체인기술에 대하여 매우 자세히 조사하고 정리하였다. 블록체인 시스템의 속성은 스마트 시스템적인 요소가 매우 강하다. 자연스럽게 스마트 시스템에 대한 이론과 선행연구도 조사하였다. 장래에 출자증권 대차거래 스마트 시스템이

구축된다면 이를 활용할 기업이 필요하다. 동 시스템의 미래 잠재고객인 건설업체에 근무 중인 임직원들에게 대차거래 시스템의 수용 의사를 조사하였다. 이를 위해서 신기술수용모형에 대한 이론과 선행연구를 조사하였다. 또한 시스템의 성공을 위해 필요한 요인이 무엇인지 알아보기 위해 정보시스템 성공모형에 대한 선행연구와 이론을 조사하였다.

제안시스템 아키텍처의 디자인을 수행했다. 이를 위해서 정보시스템 디자인 모형에 대한 기존연구를 조사하였고, 선행연구에서 제시된 프로세스의 핵심은 비즈니스 아키텍처와 기반 기술 아키텍처를 순차적으로 설계하고 이를 결합하여 제안시스템을 디자인하는 방법이다. 본 연구도 이에 따라 디자인하였다. 제안시스템의 사용자 수용도를 높이기 위해 설문조사와 전문가 인터뷰를 실시하고 분석 결과를 제안시스템에 반영하고자 하였다.

실증연구에서는 출자증권을 발행하는 기관인 보증공제조합에 출자하고 있는 건설업체 임직원을 대상으로 출자증권 대차거래 시스템의 성공 요인과 수용 의도에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문 응답을 활용하여 본 연구에서 구조방정식 모형을 기반으로 설계한 연구모형의 검증 및 가설의 검정을 실시하였으며 측정모형과 구조모형의 적합성과 매개효과 검증 등 모형을 구성하고 있는 연구변수 상호간의 관계를 분석하였다. 분석결과를 제안 시스템의 이용자 수용도 제고에 활용하였다. 분석 도구는 SPSS 24와 Amos 22 및 MS Excel을 활용하였다.

II. 이론적 배경

2.1. 공제조합

2.1.1. 공제조합의 의의

공제조직은 중세시대 유럽에서 태동하여 미국과 일본등으로 전파되었고,

역사적 발전과정에서 다양한 형태로 발전하였고 1960년대 우리나라에도 전파되었다. 국제보험감독자협의회(IAIS)가 2010년에 발간한 보고서에 따르면, 공제조직에 해당하는 MCCOs(Mutuals, Cooperatives and other Community based Organizations)라는 개념을 설정하고, MCCOs에 속하는 조직으로 공제조합(Mutuals), 상호급부조직 (Mutual Benefit Organizations), 협동조합(Cooperatives), 친목조합(Friendly Societies), 상조조합(Burial Societies), 우애조합(Fraternal Societies), 지역 기반 조직(Community based organizations), 리스크 공동관리 조직(Risk pooling organization), 자가 보험 제도(Self-insuring schemes)를 들고 있으며, 이러한 공제조직의 특성을 ① 회원 소유, ② 민주주의, ③ 연대, ④ 한정된 집단 및 목적을 위한 기여, ⑤ 이익 또는 손실의 회원 귀속이라고 정리하였다(오영수, 김경환, 박정희, 2011). 2017년 상반기 기준으로 국내에서 영업활동을 하는 공제조직은 수는 약 81개에 이르고 있다(임기수, 2018). 지난 2002년 총리실 주관의 공제조직 실태 파악에서 우리나라 공제조직은 32개로 조사되었으며, 2011년 1월 보험연구원은 우리나라 공제조직의 수를 60개로 파악한 바 있다(오영수, 김경환, 박정희 2011). 이들 공제조직은 [표 2-1]와 같이 건설산업기본법, 산업진흥법, 특별법 등 여러 법률에 기초하여 설립되어 국토교통부, 기획재정부, 환경부 등을 포함한 여러 정부 부처 및 지방자치 단체의 감독을 받으며 생명공제, 손해공제, 보증 등의 다양한 업무를 수행하고 있다. 이들 공제조직은 보다 합리적인 조직구조를 갖추기 위하여 협동조합, 공제조합, 공제회, 협회 등 다양한 형태로 발전되어 왔으나 조합원에 대한 적절한 서비스의 제공이라는 설립의 기본 취지는 변함없이 이어지고 있다(임기수, 2018).

공제조직 중 공제조합은 조합원들의 출자금으로 공동재산을 형성하고, 미래 예상치 못한 위험이 발생할 경우 상부상조의 정신에 따라 조합원의 손해를 보상하기 위하여 공제업무를 수행하고 있으며(최정호, 양성은, 2013), 중소기업의 비중이 높은 건설산업은 과거 금융기관으로부터 여신 및 보증 등이 제한되자, 건설기업 자체적으로 보증 및 금융 수요를 해결하기 위하여 상호 부조적 성격의 공제조합을 설립 운영해 오고 있다(이종광, 이의섭,

반재익, 2009). 국내의 공제조합은 크게 사업목적에 따라 3가지 범주로

[표 2-1] 감독기관별 공제조직 현황

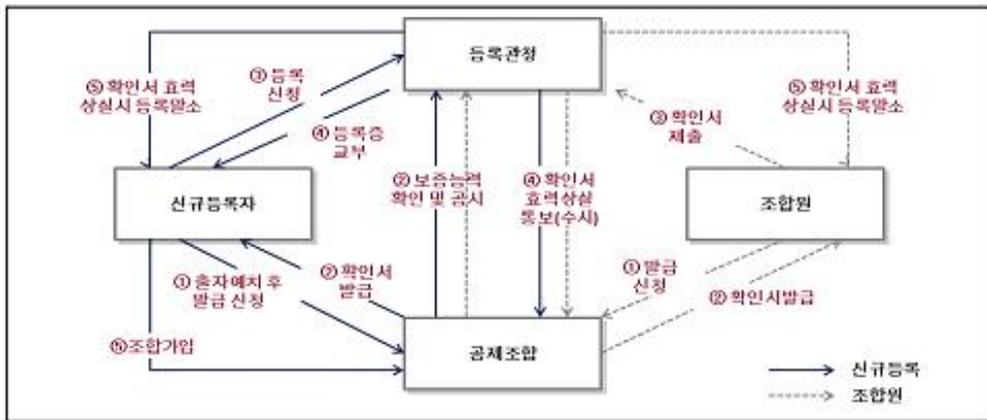
감독기관	공제조직수	공제조직
국토교통부	18	건축사공제조합/대한설비건설공제조합/건설공제조합/전국개인택시공제조합/전국버스공제조합/철도공제조합/전국택시공제조합/전문건설공제조합/건설기술용역공제조합/한국골재협회공제조합/한국공인증개사협회 등
환경부	10	대한건설폐기물공제조합/한국산업폐자원공제조합/한국유탄유공업협회/한국의료폐기물처리공제조합/한국폐기물재활용공제조합/한국건설자원공제조합/한국전지재활용협회 등
교육부	7	교육시설재난공제회/학교안전공제중앙회/학원안전공제회/전국교수공제회/한국교직원공제회/과학기술인공제회/한국교육안전공제회
기획재정부	7	소프트웨어공제조합/엔지니어링공제조합/자본재공제조합/전기공사공제조합/한국조선공업협동조합/한국관세사회/한국세무사회 손해배상공제
행정안전부	4	새마을금고/소방산업공제조합/한국지방재정공제회/대한지방행정공제회
보건복지부	4	한국외식업중앙회외식가족공제회/한국사회복지공제회/대한의사협회 의료배상공제조합/어린이집안전공제회
공정거래위원회	4	상조보증공제조합/직접판매공제조합/한국상조공제조합/한국특수판매공제조합
농림수산부	4	농업협동조합/수산업협동조합/담배인삼공제회/산림조합중앙회
산업통상자원부	3	중소기업중앙회/한국LPG산업협회/한국LP가스판매협회중앙회
문화체육관광부	3	한국콘텐츠공제조합/한국관광협회중앙회/스포츠안전재단
중소벤처기업부	2	노란우산공제/한국대리운전업협동조합
법무부	2	교정공제회/대한법무사협회 손해배상공제
고용노동부	2	전국고용서비스협회/건설근로자공제회
경찰청	2	경찰공제회/한국경비협회
국방부	1	군인공제회
해양수산부	1	한국해운조합
국가보훈처	1	나라사랑공제회
금융위원회	1	신용협동조합
방송통신위원회	1	정보통신공제조합
기타	4	대한소방공제회/문화재수리기술자협회/수상레저안전연합회/경기도사회복지공제회

출처: 임기수. (2018) 수정

분류할 수 있다. 보증업무를 주된 사업으로 영위하는 공제조합(이하 보증공제조합)과 보험업무를 주된 사업으로 영위하는 공제조합(이하 보험공제조합) 및 생산자 의무이행 분담금 관리를 주된 사업으로 하는 공제조합(이하 재활용공제조합)으로 구분된다. 첫번째 범주인 보증공제조합은 다시 건설관련 공제조합과 기타 산업(기계, 소프트웨어 등) 공제조합으로 구분된다. 건설관련 보증공제조합은 현재 건설공제조합, 전문건설공제조합, 기계설비건설공제조합, 전기공사공제조합, 엔지니어링공제조합 등이 있다. 두번째, 보험공제조합은 자동차영역 공제조합이다. 자동차 영역 공제조합은 교통사고로 인한 대인, 대물, 적재물 및 조합원의 손해를 상호 분담하여 운송회사의 경영합리화를 도모하기 위해 설립된 것이다(이준복, 2011). 자동차영역 공제는 운수업계가 1970년대 중반에 유류 파동으로 경영난에 처한 상황 하에서 보험사의 보험료 인상을 계기로 보험시장에의 참여를 통해 운수업체의 경영안정화를 도모하려는 자구책으로 출발한 제도이다(서은영, 2008; 이준복, 2011). 교통사고로 인한 피해국민을 보호하고 영세운수 사업자들에게 안정된 사업기반을 제공하기 위한 조치로서 1977년 12월, 육운진흥법을 제정, 공포하여 난립된 사설공제회의 법적근거를 마련하였으며 1978년 같은 법 시행령을 공포함으로써 공제사업의 실질적인 운영의 토대가 마련되었다(박성수, 2004, 이준복, 2011). 마지막으로, 재활용공제조합은 EPR(Extended Producer Responsibility) 즉, 생산자책임 재활용 제도를 이론적 기반으로 한다. 제품의 전 과정 특히 제품의 회수, 재활용, 최종처분에 대해 제조자가 그 책임을 다하여 제품이 환경에 미치는 충격을 감소시켜 환경적인 목적을 달성하기 위하여 설립된 공제조합이다(홍수열, 백승관, 2018). 2018년 현재 7개 재활용공제조합이 인가를 받아 운영하고 있으며, 포장재공제조합, 전자공제조합, 농수산공제조합, 전지공제조합, 조명공제조합 타이어협회, 윤활유협회 등이 있다(홍수열, 백승관, 2018).

2.1.2. 건설관련 보증공제조합 현황

우리나라 보증공제조합의 보증업무는 건설, 주택, 전기, 기계산업 등의 분야에서 활발하며, 보증공제조합이 취급하는 보증업무의 내용은 주로 조합원들의 각종 거래 계약에 수반하는 이행보증이다. 보증공제조합은 공적 보증기관, 보증보험과 함께 국내 보증산업을 3분하고 있다(이준복, 2011). [그림2-2]는 건설업자가 관할 관청에 종합건설업 면허를 등록하는 절차이며, 모든 건설업자는 [그림 2-2]와 같이 공제조합에 대한 출자와 가입이 의무화되어 있으므로 1차 보증기관은 공제조합이 된다. 공제조합에 출자한 회원사들은 공제조합의 보증한도가 소진될 때까지 공제조합의 보증을 이용하게 되며, 공제조합의 보증한도가 소진된 경우 추가 출자를 통해 추가한도를 확보하거나 2차 보증기관인 금융기관의 보증을 이용한다(최정호, 양성은, 2013).



[그림 2-2] 건설관련 보증공제조합 이용 절차

출처: 최정호, 양성은. (2013)

건설관련 공제조합으로는 건설공제, 전문건설공제, 엔지니어링공제, 대한설비 건설공제가 있으며, 기타 공제조합으로 소프트웨어공제, 전기공사공제, 자본재공제, 정보통신공제 등이 있다. 2018년 말 보증실적 금액 기준으로 볼 때, 건설공제조합이 34조(51.7%)로 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 전문건설공제조합이 15조(22.7%), 엔지니어링공제조합이 9조 6천억(14.8%)을 차지하고 있어 세 공제조합의 점유율이 거의 89%에 이른다. 기타 공제조합의

경우 소프트웨어공제조합, 전기공사공제조합이 각각 4~5%의 비중을 차지하고 있다(최정호, 양성은, 2013 수정). 설립목적이 다른 보증공제조합은 [표 2-2]와 같이 관련 법령에 의해 설립되었으며 각각의 법률 규정에 따라 서로 다른 감독기관에 의해 규제와 감독을 받고 있다(이준복, 2011).

[표 2-2] 건설관련 보증공제조합 설립 관련 법령

공제조합	관련 법령
건설공제조합 전문건설공제조합 기계설비건설 공제조합	· 건설산업기본법제54조(설립),제55조(인가절차),제56조(사업) · 건설사업기본법 시행령 54조(등기)
전기공사 공제조합	· 전기공사공제조합법 제1조(목적) · 전기공사공제조합법 시행령 제5조(설립등기 등)
정보통신 공제조합	· 정보통신공사법 45조(공제조합의 설립) · 정보통신공사법 시행령 43조(공제조합의 설립)
소방산업 공제조합	· 소방산업의 진흥에 관한 법률 제23조 (공제조합의 설립) · 소방산업의 진흥에 관한 법률 제26조 (공제조합의 인가)
엔지니어링 공제조합	· 엔지니어링산업 진흥법 제34조(공제조합의 설립 등)
한국건설자원 공제조합	· 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 제 47조
건설기술용역 공제조합	· 건설기술진흥법 제75조 · 건설기술진흥법 시행령 제112조

출처: 각 사 홈페이지. (2020)

주요 건설관련 보증공제조합 현황은 [표 2-3]과 같다. 2018년 말 기준으로 주요 5개 보증공제조합의 자본금은 약 12조이고, 주요 업무는 보증, 공제, 용자로 구성되어 있으며, 출자 좌수는 1,590만 좌이다. 자본금은 출자 좌수 × 1좌당 금액(1좌당 금액은 공제조합마다 다르다)으로 구성된다. 각 공제조합이 개별 조합원에게 보증할 수 있는 보증 한도는 출자 좌수 × 출자 1좌당 보증 한도이다. 보증공제조합에 조합원으로 가입하는 조건은 보유하고자 하는 업종에 해당하는 법정 금액을 출자하는 것이다. 출자금은 면허마다 다르다. 1좌당 금액은 공제조합마다 다르며, 통상 가 결산일(6월 말 기준)과 결산(12월 말 기준)일에 정해진다. 조합원의 보유출자 좌수는 보유면허요건인 기본 좌수와 초과 좌수로 구성된다. 증권 대차거래 대상 출자증권은 면허요건 초과 좌수이다.

[표 2-3] 주요 건설관련 보증공제조합 현황

구분	설립근거	감독관청	주요업무	자본금(원)	출자좌수(만좌)	조합원수(천개사)
건설	건설산업기본법	국토교통부	보증공제	5조8천억	390	12
전문건설				4조5천억	490	51
기계설비				7천억	70	7.5
엔지니어링	산업진흥법	산업자원통상부		8천억	130	2.6
전기공사	특별법			5천억	510	15
계					12조3천억	1,590

출처: 각 공제조합 홈페이지 경영공시 자료. (2018)

건설 관련 보증공제조합은 건설업의 공사이행단계에 따라 [표 2-4]과 같이 설계, 시공, 감리의 3단계로 공제조합 영역을 구분할 수 있으며, 시공영역에서 가장 많은 공제조합이 분포되어 있다(정원준, 2017).

[표 2-4] 건설관련 공제조합 기능별 운영현황

관련부처	설계	시공	감리
국토교통부		건설공제조합 전문건설공제조합 기계설비건설공제조합	건설기술 용역공제 조합
산업통상자원부 방송통신위원회 국민안전처 환경부	엔지니어링공제조합	전기공사공제조합 정보통신공제조합 소방산업공제조합 한국건설자원공제조합	

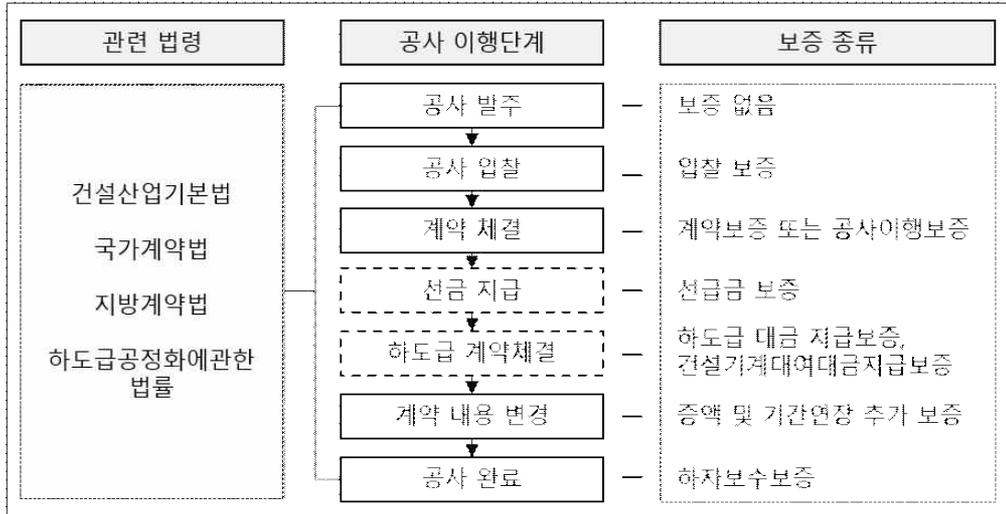
출처: 한국전기산업연수원. (2014); 정원준. (2017)

2.1.3. 건설관련 보증공제조합의 건설보증

2.1.3.1. 건설보증의 의미

건설 관련 보증공제조합의 주 사업은 건설보증서를 발행하는 것이다.

건설공사에서 공사의 원활한 이행을 담보하기 위하여 운영되는 보증제도를 ‘건설보증’이라고 한다(전현철, 2009). 건설공사 도급계약의 원활한 이행을 확보하기 위해, 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률(이하 ‘국가계약법’이라 한다), 지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률(이하 ‘지방계약법’이라 한다), 건설산업기본법, 주택법 등 관련 법령과, 공사입찰 유의서, 공사계약 일반조건, 민간건설공사 표준도급계약서, 건설공사 표준 하도급 계약서 등 각종 공사계약조건에서, 건설공사입찰부터 건설공사 도급계약의 체결 및 이행, 건설공사 완료 이후 하자보수에 이르기까지 각 이행단계별로, 각각의 의무 불이행에 대비하여 수급인에게 일정한 내용의 보증 의무를 지우고 있다(윤재운, 2004; 전현철, 2009). 건설공사의 계약은 도급계약이며, 계약당사자를 포함하여 설계, 감리, 보증 등의 이행과정에서 다수의 당사자가 관계하고 거액의 자본이 투자되며, 건축물이 주거생활의 편리함과 신체 안전에 직결되는 점 등에서 일반적인 도급계약과 상이하다. 건설공사계약의 완성을 담보하는 건설보증의 보증의무 이행방식에는 일정 금액의 ‘보증금’을 현금이나 유가증권으로 예치하는 방식, 다른 건설업자를 ‘연대보증인’으로 세우는 방식, 그리고 보증기관으로부터 보증서를 발급받아 제출하는 방식이 있다(이동현, 2006a). 건설보증을 그 보증의 목적 및 내용에 따라 구분하면, 다음과 같이 분류할 수 있다. 첫째, 건설공사를 그 이행단계별로 구분하여 각 단계별 불이행의 위험을 분산하기 위한 보증으로, 입찰단계에서는 입찰보증, 계약이행단계에서는 계약보증 또는 공사이행보증, 계약종료 이후 하자보수단계에서는 하자보수보증이 있고, 둘째, 건설공사 관련 금전채권에 대한 확보 수단으로 선급금보증과 하도급대금지급보증이 있으며, 셋째, 기타 보증으로 유보기성금 지급보증, 인허가보증, 손해배상보증 등이 있다(이동현, 2006a; 전현철, 2009). 건설공사 이행단계별 보증 흐름도는 [그림 2-3]과 같다(전현철, 2009).



[그림 2-3] 건설공사 이행단계별 보증 흐름도

출처: 전현철. (2009) 재구성

2.1.3.2. 건설보증의 법적성질

건설보증의 법적성질을 보면, 첫째, 민법상 보증계약이라는 견해와 둘째, 공제조합이 조합원으로부터 보증수수료를 받고 조합원이 타조합원 또는 제3자와 건설공사 도급계약을 체결하는 경우에 부담하는 계약상 의무의 이행을 보증하는 보증계약은 그 성질에 있어서 조합원 상호의 이익을 위하여 영위하는 상호보험으로서 보증보험과 유사한 것으로 제3자를 위한 계약이라는 견해가 있다(전현철, 2009). 판례는 공제조합과 체결한 보증계약의 법적 성질에 대해서, 종전에는 ‘민법상 보증계약’으로 보는 경우가 많았으나, 최근에는 ‘제3자를 위한 계약의 일종으로서 보증보험과 유사한 것’이라고 보는 입장이 주류를 이루고 있다(이동헌, 2005b). 보증기관에 의한 건설보증의 법적 성질을 민법상 보증계약으로 보면 민법의 보증에 관한 규정이 적용되지만, 보증보험과 유사한 제3자를 위한 계약으로 보면 보증보험의 법리가 적용된다는 점에서 근본적인 차이가 있다(전현철, 2009). 보증보험과 유사한 제3자를 위한 계약으로 보는 경우에는, 건설보증의 당사자는 보증기관과 수급인이고, 도급인은 수익자(피보험자)에 불과하며,

주채무의 시효중단의 효력에 관한 민법 제440조 및 공동보증인 사이의 구상권에 관한 민법 제448조의 규정이 적용되지 않는다고 보게 된다(전현철,2009; 신현기, 2016). 공제조합에 의한 보증은 조합이 조합원으로부터 보증수수료를 받고 조합원이 건설공사 도급계약 상 의무이행을 채권자인 도급인에 대하여 보증하는 내용의 계약이므로, 조합과 조합원이 계약당사자가 된다(전현철, 2009). 결론적으로 건설보증의 법적성질은 조합원 상호의 이익을 위하여 영위하는 상호보험으로서 보증보험과 유사한 제3자를 위한 계약으로 이해함이 타당하다(전현철, 2009).

2.1.3.3. 건설보증의 종류

건설관련 보증공제조합의 보증상품은 크게 대출보증과 채무이행보증으로 구분되며, 공제조합별 보증상품을 [표 2-5]에 정리하였다. 보증공제조합의 보증상품은 거의 동일한 형태로 구성되어 있으며, 공제조합 규모가 클수록 상품군이 다양하게 구성되어 있음을 알 수 있다(최정호, 양성은, 2013).

[표 2-5] 건설관련 보증공제조합의 보증상품

공제조합	보증상품
건설공제/ 전문건설공제/ 대한설비 건설공제	입찰보증, 계약보증, 공사이행보증, 사업이행보증, 시공보증, 손해배상보증, 하자보수보증, 선급금보증, 임시전력수용예납보증, 인.허가 보증, 유보기성금보증, 자재구입보증, 부지매입보증, 대출보증, 분양 보증, 리스보증, 할부판매보증, 하도급대금지급보증, 지급보증의 보증, 협약체결보증, 협약이행보증, 성능보장, 부담금지급보증, 채무 이행지급보증
엔지니어링 공제	건설공제 등과 동일. 감리손해배상보증, 용역하자보수보증 만 다름
건설기술 용역공제	건설공제 등과 동일. 용역이행보증만 다름

출처: 각 사 홈페이지. (2020)

2.1.4. 건설관련 보증공제조합의 가입 및 출자

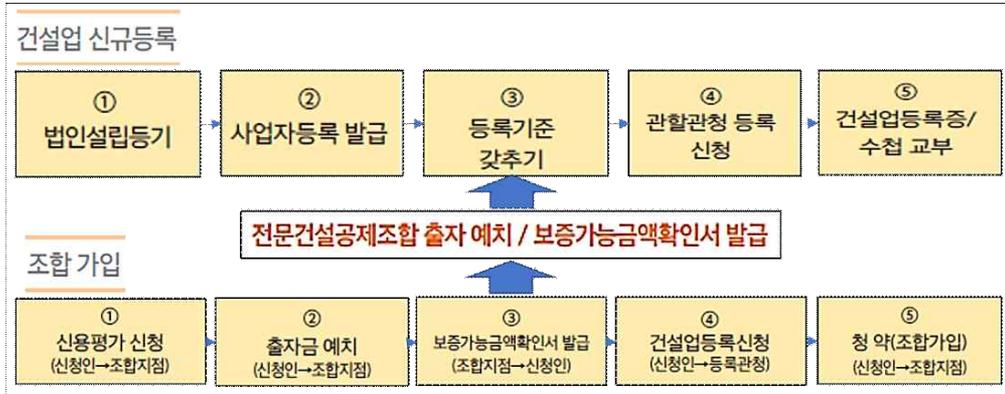
2.1.4.1. 조합원의 자격과 가입요건

건설산업기본법의 규정에 의하여 건설업종을 등록한자는 보증공제조합 조합원의 자격을 가진다. 조합원의 자격을 가진자에 한하여, 조합 가입요건을 충족하면 조합원이 될 수 있다. 가입요건을 충족하려면 건설산업기본법시행령 제13조 제1항의 규정에 의한 업종별 기준 자본 금액의 100분의 25 이상의 금액을 조합에 출자하여야 한다. 보유하고자 하는 건설업종에 따라 자본금은 다르다. 법정 기준 자본금은 2억원에서 24억원까지 다양하다. 따라서 업종에 따라 조합에 출자하여야 하는 출자금 다르다. 출자금액은 (법정자본금 \times 25% \times 1좌당 출자지분가)로 정해지는데, 1좌당 출자지분가액은 각 조합마다 다르고, 매 반기 결산 후에 정해진다(전문건설공제조합, 2020). 출자금은 조합의 자본금이 되며, 조합의 자본은 조합원과 거래 시 거래한도 산정의 근본이 된다. 출자를 하면 각 조합은 출자금과 동일한 가치를 가진 유가증권을 발행하여 조합원에게 교부한다. 조합원이 조합과 거래를 하기 위해서는 출자증권을 담보로 제공하고 거래한도를 얻는다.

2.1.4.2. 건설관련 보증공제조합의 가입과 보증가능금액확인서

[그림 2-4]와 같이 보증공제조합에 조합원으로 가입하고자 하는 경우에는 조합에 출자금을 예치하여야 하고, 예치금액은 건설업 등록 처분후 청약 절차에 의하여 조합 출자금으로 전환되며, 예치금이 조합 출자금으로 전환된 일자가 조합가입 시점이다. 출자금 예치가 건설업을 등록하기 위한 보증가능금액 확인서 발급을 목적으로 하는 경우 출자금 예치 시 건설 관련 보증공제조합은 보증가능금액확인서를 발급하여야 한다 (전문건설공제조합, 2020). 모든 건설 관련 보증공제조합의 가입 절차는 거의 동일하다.

[그림 2-4]에서 보듯이 보증가능금액확인서는 건설업 신규 등록 시 또는 조합 가입시 필수적으로 갖추어야 하는 서류중의 하나이며, 건설 관련 공제조합의 업무거래와 긴밀한 관련이 있다. 건설업을 영위하고자 하는 자는 업종별로 국토교통부장관에게 등록을 하여야 하고(건설산업기본법 제9조, 이하 건설법으로 약칭한다) 종합공사인 경우에는 5천만원 미만인 공사,



[그림 2-4] 보증가능금액확인서 발급과 조합가입절차

출처: 전문건설공제조합 조합업무 안내. (2020) 수정

전문공사인 경우에는 1천5백만원 미만인 건설공사는 업종을 등록하지 않고도 건설업을 영위할 수 있으나 공공의 안전과 관련이 되는 가스시설공사, 철강재설치 및 강구조물 공사, 석도설치공사, 승강기설치공사, 철도궤도공사, 난방공사인 경우에는 반드시 건설업 등록을 하여야 한다(건설법 시행령 제8조). 건설업을 등록하기 위해서는 자본금, 기술능력, 시설 및 장비를 갖추어야 하고(건설법 제10조) 국토교통부장관이 지정하는 금융기관으로부터 확인서를 발급받아 제출하여야 한다. 결론적으로, 보증가능금액확인서란 건설업을 등록한 자 또는 등록하고자 하는 자에게 건설산업기본법시행령 제13조 제1항 제1호의2에 의거 국토교통부장관이 지정하는 금융기관 등이 건설업체의 재무상태, 신용상태를 평가하고 그 결과에 따라 건설업 등록기준에 의한 업종별 자본금의 100분의 25 내지 100분의 60의 범위 내에서 담보를 제공받거나 현금을 예치 받고 건설산업기본법 제56조 제1항 제1호에 규정된 보증(입찰보증 제외) 및 기타업무거래를 할 수 있음을 확인하는 서류이다(전문건설 공제조합, 2020).

2.1.4.3. 건설관련 보증공제조합에 출자하는 목적

조합원인 건설업자가 출자증권을 매입하여 공제조합에 출자하는 이유는 첫 번째 확인서를 발급받아 건설업을 등록하기 위한 목적과 두 번째로는 공제조합과의 거래에서 보증한도를 산정하기 위한 목적이다. 보증한도라 함은 공제조합이 해당 건설업자에게 보증을 이용할 수 있도록 허용하는 거래의 최대한도를 의미한다. 공제조합에 가입하기 위해서는 먼저 신용평가를 받아야 한다. 신용평가 결과 산정한 신용등급은 보증 수수료율과 용자 이자율은 물론이고 보증이용 한도를 결정하는 가장 중요한 요소이다. 공제조합과의 업무거래는 일반적으로 한도거래로 이루어진다. 한도거래라 함은 해당 회사의 신용상태에 따라 일정기간 동안 이용할 수 있는 전체 한도를 정해두고 그 한도의 범위 내에서 자유롭게 이용할 수 있는 거래를 말한다. 신용평가의 유효기간이 1년이므로 1년간 한도내에서 이용할 수 있지만 신용평가의 유효기간이 경과하는 경우에는 새로 평가를 받아 새로운 한도를 결정한다(전문건설공제조합, 2020). 이하는 전문건설공제조합의 예시지만 대부분의 건설관련 보증공제조합이 동일한 방법을 따른다. 공제조합을 주로 이용하는 내용은 건설산업을 수행하면서 필요한 보증이다. 주로 이용하는 보증의 종류는 계약보증, 선급금보증, 하자보증, 건설기계대여대금지급보증 등이 있다. 공제조합과의 용자거래는 운영자금 용자, 시공자금 용자, 어음할인이 있다. 신규로 등록한 업체인 경우에 확인서 발급에 필요한 기준 좌수에 대해서는 확인서 발급일로부터 2년간 신용운영자금 용자가 제한된다. 예를 들어 신용등급 BBB인 업체가 100좌의 출자증권을 보유하고 있으며 공제조합과의 거래에서 보증잔액으로 15억원을 가지고 있을 경우 해당 조합원이 이용할 수 있는 보증한도는 다음과 같은 과정을 거쳐 산출된다. 첫번째 단계는 기왕에 공제조합과 보증거래가 얼마나 있었는지 여부에 따라 보증실적 등급을 산출한다. [표 2-6]는 보증실적 등급을 구하기 위한 예시이다.

해당건설업자가 기존에 조합과의 거래에서 보증실적이 15억원일 경우 보증실적 등급은 4등급을 받는다. 두 번째 단계는 보증 실적등급은 신용평가등급과 결합되어 보증등급이 산출된다.

[표 2-6] 보증실적 등급 예시

등급	보증실적구간	
	이상	미만
1	100억	
2	50억	100억
3	30억	50억
4	10억	30억
5	5억	10억
6	1억	5억
7		1억

출처: 전문건설공제조합. (2020)

[표 2-7]에서 보증이용실적 4등급인 건설업자의 신용등급은 BBB등급인 경우에 이 건설업자의 보증등급은 6등급에 해당된다.

[표 2-7] 보증등급 산출표 예시

구 분		보증실적 등급						
		1	2	3	4	5	6	7
신용 평가 등급	AAA	1	1	2	2	3	3	4
	AA	1	2	2	3	3	4	5
	A	3	3	4	4	5	6	7
	BBB	5	5	6	6	7	7	8
	BB	6	7	7	8	8	9	9
	B	7	8	8	9	9	9	10
	CCC	9	9	10	10	11	11	12
	CC	10	10	11	11	12	12	13
	C	11	11	12	12	13	13	14

출처: 전문건설공제조합. (2020)

세번째 단계로 조합은 조합원에게 보증등급별 보증한도 배수를 부여한다. [표 2-8]의 예시 조합원의 보증등급은 6등급이고 이에 해당되는 보증한도 배수는 출자금의 25배까지이다. 따라서 이 조합원이 조합과의 업무거래에 이용할 수 있는 보증한도는 100좌(출자 좌수)×930,513(1좌당 출자지분 금액)×25배(보증 한도 배수) = 2,326,525,500원이다. 이미 15억원의 보증잔액이 있으므로 이 회사는 보증한도 약 23억원에서 이미 사용중인 보증잔액 15억원을 제외한 8억원의 보증을 이용할 수 있다.

[표 2-8] 보증한도 배수 산출표 예시

보증등급	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
보증한도 배수	35	33	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13	12	11

출처: 전문건설공제조합. (2020)

건설업을 처음 등록하여 보증등급이 14등급인 경우에도 공제조합의 보증을 이용하는 경우에 출자금액의 11배까지 이용할 수 있다(전문건설공제조합, 2020).

확인서를 발급받은 건설업자가 점차 수주액이 늘어나고 회사의 규모가 커질수록 보증한도가 부족하게 된다. 점차 보증한도를 늘리기 위한 수요가 생기고 이에 따라 확인서 발급에 필요한 출자좌수를 초과하여 출자하게 된다. 공제조합과의 업무거래에서 보증 한도를 늘리기 위해서는 기존에 보증이용 실적이 많아야 하고, 신용평가 등급이 높아야 하고, 출자를 많이 하는 방법이 있다. 대부분의 조합원은 공제조합과의 업무거래에서 보증이용한도 부족의 문제를 겪지는 않지만 일부 대형업체의 경우에 보증이용한도가 부족한 현상을 겪게 된다. 그러나 무작정 출자금을 늘리는 것은 권장되지 않는다. 왜냐하면 출자금으로 구입한 출자증권은 조합과의 업무거래에서 공통된 담보로 취급이 되어 조합의 보증이 모두 소멸될 때까지 되돌려 받을 수 없기 때문이다. 또한 공사의 기간도 길고 특히 하자보증의 경우에는 최대 10년까지 하자담보책임을 부담하게 되므로 이 하자담보책임 기간이 경과하기 전까지 출자금을 되돌려 받을 수 없다. 이러한 점에서 보증한도가 부족한 업체가 출자증권 대여제도를 이용할 유인이 있다.

2.2. 출자증권에 대한 고찰

2.2.1. 우리나라 고유의 유가증권

한국에도 공동사업을 영위하기 위하여 단체를 결성하여 단체원들이 공동출자를 하는 단체가 여러 가지 형식으로 생겨나게 되었다. 그 중에는 출자를 한 단체원에게 출자를 하여 단체원이 되어서 그로 인한 권리 의무를 가진 것을 증명하는 증권을 발행하여 이를 타인에게 교부하면 그 권리 의무까지 양도할 수 있는 유가증권으로 된 것이 있다. 한국에는 옛날로부터 부락마다 주민이 상호부조의 정신으로 조직된 계라는 단체가 크게 발전하였다. 그 목적과 내용은 다양하나 그 중에는 조합적인 공동사업의 성질을 띤 것으로서 그 계원인 것과 자본금의 일부인 고금(股金)을 출자함으로써 계원의 권리 의무를 표시한 증권을 계표(契票) 또는 고본(股本)이라 하였다. 현재로 말하면 출자증권인 셈이다. 이를 타인에게 매도하여 계원의 지위를 양도할 수 있게 되었다. 이는 주식회사의 주권에 유사하다. 고본은 유가증권인 동시에 사원권이었다. 고본은 고전(股錢)이라고도 하여 공동출자의 한몫을 가리키어서 주식과 비슷한 점이 있는데 지방에 따라서 그 양도의 자유가 있는 곳과 금지된 곳이 있었다(박원선, 1973).

2.2.2. 출자증권의 법적 성격

2.2.2.1. 유가증권의 성격

출자증권은 출자를 표창하는 유가증권이다(대법원 1987.01.20. 선고 86다카1456판결). 출자란 조합원이 되기 위하여 경제적 가치가 있는 재산을 출연하는 행위이다. 건설 관련 공제조합 출자증권은 조합에 출자한 건설업자인 사업자에게 조합이 발행하는 유가증권이다. 조합원 또는 조합원이 되고자 하는 자는 공제조합에 출자를 하여야 한다(전문건설공제조합, 2020). 확인서 발급지침에 출자는 금전 또는 담보물로도 할 수 있도록 정하고 있으나 공제조합에 현금으로 출자하여야 한다. 공제조합에 대한 출자지분은 출자를 하여 조합의 재산에 대해 지분적으로 권리를 가진다는 것을 의미한다. 유가증권은 증권 그 자체가 권리를 가지고 있음을 의미한다. 공제조합의 사업을 이용하기 위해서는 출자증권을 담보로 제공하여야 한다. 출자증권은

해당 조합원이 공제조합을 이용하는데 있어서 기본담보로 제공된다. 출자증권의 법적 성질은 건설산업기본법 제59조 제3항에 “지분의 양도 및 질권설정은 상법 규정에 의한 기명주식의 양도 및 질권설정 방법에 의한다”라고 규정되어 있고, 제4항에서 “민사집행절차나 국세 등의 체납처분절차에 의하여 행하는 지분의 압류 또는 가압류는 민사집행법 제233조의 규정에 의한 지시채권의 압류 또는 가압류의 방법에 의한다”라고 규정되어 있다. 민사집행법 제189조 제2항 제3호에서는 유가증권으로서 배서가 금지되지 아니한 것은 민사집행법상의 강제집행에 있어서는 유체동산으로 보도록 규정하고 있다. 따라서 공제조합의 출자증권은 그 양도나 질권설정 및 강제집행 등에 있어서 배서가 금지되지 아니한 유가증권에 해당하는 기명주식과 동일하게 취급되고 있다는 점과 기명주식은 기명식 유가증권의 성질을 가진다는 점에서 조합 출자증권은 기명주식과 마찬가지로 기명식 유가증권의 성질을 가진다. 또한 자본시장법 제4조 제2항에서 지분증권을 주권, 신주인수권이 표시된 것, 법률에 의하여 직접 설립된 법인이 발행한 출자증권, 상법에 따른 합자회사, 유한책임회사, 유한회사, 합자조합, 익명조합의 출자지분, 그 밖에 이와 유사한 것으로서 출자지분 또는 출자지분을 취득할 권리가 표시된 것으로 규정하고 있어, 출자증권은 지분증권의 성격도 가진다(이동헌, 2006b).

2.2.2.2. 사원권 성격

출자증권은 단순한 금전채권이 아니고 조합을 상대로 출자금을 반환 받을 권리와 조합원으로서 조합의 사업을 이용할 권리, 선거권, 피선거권, 배당 받을 권리 등을 가지는 권리가 화체(化體)되어 있다. 출자증권에 액면금액이 표시되어 있고 자유롭게 거래할 수 있다고 해서 출자증권을 단순히 금전채권만을 표시하는 유가증권으로 볼 수 없다(대법원 1979. 12. 11. 선고 79다1487 판결). 따라서 출자증권은 공제조합의 경영활동에 참가할 수 있는 지위를 표창하며 그 권리는 출자증권의 수에 비례한다(이동헌, 2006b).

2.2.2.3. 재산권 성격

출자증권은 유가증권으로 당연히 재산권으로서 가치를 가진다. 공제조합은 1년에 2회 사업을 결산하여 전체 재산을 평가하여 출자증권 발행 수를 나누면 각 출자증권의 평가액이 결정된다. 이 출자지분 평가금액으로 조합원이 보유한 1좌당 출자증권의 평가금액이 결정되고 조합원이 되고자 하는 자가 출자해야 하는 금액도 결정된다. 출자증권이 담보하는 공제조합의 채무가 소멸한 경우에는 출자증권에 해당하는 금액을 되돌려 받을 수 있다. 유가증권의 성격상 출자증권을 분실, 도난당한 경우와 오손으로 진위를 식별할 수 없는 때에는 제권판결의 정보를 제출하여 증권이 재발행을 요구하여야 한다(이동헌, 2006b). 건산법 제60조에 의하면, 출자지분의 양도 및 질권의 설정은 상법의 규정에 의한 기명주식의 양도 및 질권 설정의 방법에 의한다. 조합원의 지분은 공제조합에 대한 채무의 담보로 제공되는 경우 외에는 질권의 목적으로 할 수 없고, 공제조합이 지분을 취득한 때에는 조합원 또는 조합원이었던 자에게 지급하여야 할 금액을 지체없이 지급하여야 하고, 공제조합의 지분취득에 따라 조합원 또는 조합원이었던 자가 가지는 청산대금 청구권은 그 지분을 취득한 날부터 5년간 행사하지 아니하면 시효로 인하여 소멸한다. 다른 조합원 또는 조합원이었던 자로부터 출자증권을 매입하는 경우에도 공제조합의 출자주 명부에 명의개서를 하여야 한다.

2.2.2.4. 양도 제한성

조합원 또는 조합원이었던 자는 그 출자증권을 다른 조합원이나 조합원이 되고자 하는 자에게 양도할 수 있고, 출자증권을 양수한 자는 그 출자증권에 관한 양도인의 권리·의무를 승계하며, 지분의 양도 및 질권설정은 상업상 기명주식의 양도 및 질권설정의 방법에 의한다(건설산업기본법 제59조 제3항). 조합원 또는 조합원이었던 자가 법률의 규정을 위반하여 조합원이 아닌 자에게 출자증권을 양도하는 경우에는 공제조합에 대해 명의개서를

청구하거나 지분의 반환을 요구할 수 없다. 출자증권은 공제조합에 대한 채무의 담보로 제공되는 경우 외에는 질권의 목적으로 할 수 없으므로 이에 위반한 경우 질권 설정행위 자체도 무효라고 생각된다. 따라서 출자증권은 출자금을 표창하는 출자지분으로 법률에 의해 양도가 제한된 유가증권의 성격을 가진다.

2.2.3. 공제조합 가입요건으로서 출자증권

건설업자가 건설관련 공제조합에 가입하기 위해서는 일정한 출자 좌수 이상의 금액을 출자하여야 한다(대법원 2000. 2. 25. 선고 98다36474 판결). 건설관련 공제조합이 기본적으로 조합원의 출자금을 기초로 하여 운영되고, 조합에 대한 조합원으로서 모든 권리 의무는 출자를 기준으로 발생 및 행사된다. 전문건설공제조합 정관 제12조 제2항 제3호가 “출자증권을 전부 양도하였을 때”를 당연탈퇴 사유로 규정한 취지는 그 원인의 여하와 관계없이 조합원의 지위가 표창된 출자증권이 전부 양도됨으로써 조합원의 기본적 의무인 출자의무를 전혀 이행하지 아니한 결과가 되는 것이다(이동헌, 2005b). 출자지분이 업는 업체는 별도의 절차없이 조합원의 지위를 상실한다. 건설 관련 공제조합이 조합원에 대한 담보권 실행하여, 출자지분을 모두 취득하면 출자지분이 영(0)이 된 업체가 된다. 이른바 영 좌 업체이다. 영 좌 업체는 공제조합 조합원의 지위를 상실한다. 공제조합 출자금의 출자는 공제조합이 발행한 출자증권을 매입하는 방법으로 한다. 다른 조합원 또는 조합원이었던 자로부터 출자증권을 매입했을 때에도 공제조합 출자주 명부에 명의개서를 하는 방법으로 한다.

2.2.4. 출자증권 양도 및 질권설정

2.2.4.1. 출자증권의 양도

출자지분의 양도는 상법의 규정에 의한 주식의 양도방법에 의한다고

정하고 있으므로(건산법 제59조 제3항) 양도인과 양수인이 양도합의를 하고 출자증권에 배서와 출자주 명부(주주명부)에 명의개서를 하는 방법으로 양도한다.

2.2.4.2. 질권설정의 방법

출자증권에 대한 질권설정은 상법의 규정에 의한 기명주식의 질권설정방법으로 한다. 기명주식의 질권설정방법에는 약식질과 등록질의 두가지가 있다. 약식질은 당사자 사이에 질권설정의 합의를 하고 출자증권을 질권자에게 교부함으로써 성립한다. 이 경우 질권자는 계속하여 출자증권을 점유하지 아니하면 그 질권으로써 제3자에게 대항하지 못한다(상법 제338조). 등록질은 출자증권을 질권자에게 교부하고 채권자가 질권설정자인 조합원 또는 조합원이었던 자의 청구에 의하여 질권자의 성명과 주소를 주주명부(출자주 명부)에 부기하고 그 성명을 출자증권에 기재하는 방법으로 한다(상법 제340조). 한편, 건설산업기본법 제60조 제3항에서 조합원의 지분은 공제조합에 대한 채무의 담보로 제공되는 경우 외에는 질권의 목적으로 할 수 없다고 정하고 있으므로 출자증권에 대해서는 공제조합만이 질권자가 될 수 있다.

2.2.4.3. 공제조합의 질권실행

건산법 제60조에서 공제조합의 지분 취득 즉, 공제조합의 질권실행에 대해 정하고 있다. 그 사유는 ① 출자금을 감소시키려는 경우 ② 조합원에 대하여 가지는 담보권을 실행하기 위하여 필요한 경우 ③ 공제조합에 출자한 자가 자기 출자액을 회수하기 위하여 공제조합에 지분의 양수를 요구한 경우 ④ 조합원이 탈퇴한 후 2년이 지난 경우 ⑤ 준비금의 출자전입(出資轉入) 시 단좌(端坐)가 발생한 경우이다. 일반적으로 공제조합이 출자지분을 취득하는 경우는, 조합원 또는 조합원이었던 자와의 업무거래를 위하여 출자증권에 대하여 질권을 설정하고 보증 및 용자거래를 하므로 구상채권이 발생하는

경우가 보편적이다. 질권을 실행할 사유는 대부분 당사자간의 업무거래약관에서 정한 바에 따라 정해지는데 보통은 공제조합이 보증과 용자거래를 통하여 구상채권을 취득한 경우, 조합원이 담보제공한 출자증권이나 기타 담보물에 대한 다른 채권자의 강제집행, 영업정지 등의 행정처분, 부도나 회생절차 신청 등 조합원의 신용이나 재산상태의 악화, 보증금 청구 등의 사유가 발생한 것들이 될 것이다. 질권을 실행하는 보통의 경우는 공제조합이 보증채무를 이행한 후에 구상권을 취득하고서 질권을 실행하는 (사후)구상권과 일정한 요건사실이 발생한 경우 사전에 구상권을 취득하는 사전구상권으로 분류될 수 있다. 조합원과 공제조합과의 약정에 따라 일정한 사유가 발생할 경우 조합원 또는 조합원이었던 자는 약정에 따른 채무에 대한 상환의무를 지거나 기한의 이익을 상실과 함께 즉시 채무를 변제할 책임을 지게 되고 공제조합은 그 채권의 상환방법으로 질권설정된 출자증권을 처분하여 공제조합으로 명의 개서하고 매각대금으로 공제조합의 채무에 충당을 하게 되고 남는 것이 있으면 조합원에게 청산금을 반환하게 된다. 출자증권에 대한 담보권의 실행시기에 대해 법원은, 전문건설공제조합법 제12조 제1항 제2호에는 조합은 조합원에 대하여 가지는 담보권을 실행하기 위하여 필요한 때에는 조합원 또는 조합원이었던 자의 지분을 취득할 수 있다고 규정하고 있는 바, 조합원의 지분 취득여부 및 취득시기는 피고조합의 재량에 해당하는 사항이라 할 것이고 원고 주장과 같이 부도 즉시 이를 취득하지 아니하였다고 하여 그것이 어떠한 불법행위를 구성한다고 볼 수 없다(대법원 1996. 8. 27. 선고 96다25647 출자금반환 판결로 확정)고 판시한 바 있다.

2.2.5. 선행연구 요약

출자증권에 관한 선행연구를 요약하면 [표 2-9]와 같다.

[표 2-9] 출자증권 선행연구 요약

연구자	연도	연구분야	연구 내용
박원선	1973	한국고유의 증권	한국 고유의 유가증권에 대한 역사적 고찰
윤경	2000	증권의 보전처분	각종 유가증권의 압류 가압류 가치분에 대한 연구
박성수	2004	자동차 공제조합	자동차 공제조합 분쟁해결을 위한 정책방향
윤재운	2004	건설관련 공제조합	건설관련 공제조합의 보증제도에 관한 연구
이동헌	2006 a	건설보증제도 및 출자증권	건설관련 공제조합의 각종 보증제도에 대한 고찰 및 출자증권에 대한 고찰
이동헌	2006 b	건설판례	건설보증과 관련된 건설판례의 정리와 사례 연구
서은영	2008	자동차 공제조합	자동차 공제조합의 회계 제도에 관한 연구
이종광 이의섭 반재익	2009	건설관련 공제조합의 건설 보증	건설보증시장의 개방의 문제점과 정책대안
전현철	2009	건설보증	건설보증의 종류와 법률관계
오경수 김경환 박정희	2011	공제조합의 공제사업	공제조합의 공제사업 규제방안과 합리화 방안
이준복	2011	공제조합	합리적인 공제조합 운영 방안 및 제도 개선 방안
최정호 양성은	2013	보증 공제조합	보증산업의 발전을 위한 보증 공제조합의 문제점과 개선 방향
신현기	2016	공제조합 보증	건설공사대금 보증제도의 개선 방안 연구
정원준	2017	공제조합	공제조합 참여도에 영향을 미치는 요인 연구
임기수	2018	공제조합 배당제도	배당 방식의 다양화를 통한 공제조합 자본 안전성 제고 방안
홍수열, 백승관	2018	공제조합 운영	공제조합 운영현황 및 개선 방안

출처: 저자 작성

2.3. 출자증권 대차거래

2.3.1. 증권의 개념

「자본시장과 금융투자업에 관한 법률」(이하 자본시장법)에서 “증권”을 정의하고 있다. 자본시장법 제4조 제1항에서 “증권”이란 내국인 또는 외국인이 발행한 금융투자상품으로서 투자자가 취득과 동시에 지급한 금전 등 외에 어떠한 명목으로도 추가로 지급의무(투자자가 기초자산에 대한 매매를 성립시킬 수 있는 권리를 행사하게 됨으로써 부담하게 되는 지급의무를 제외한다)를 부담하지 아니하는 것을 말한다. 동법 동조 제2항에서 증권은 채무증권, 지분증권, 수익증권, 투자계약증권, 파생결합증권, 증권예탁증권 등으로 구분한다(김건식, 정순섭, 2013). 본 논문의 대상인 지분증권은 동법 동조 제4항에서 정의한다(김건식, 정순섭, 2013). 즉, “지분증권”이란 주권, 신주인수권이 표시된 것, 법률에 의하여 직접 설립된 법인이 발행한 출자증권, 「상법」에 따른 합자회사, 유한책임회사, 유한회사, 합자조합, 익명조합의 출자지분, 그 밖에 이와 유사한 것으로서 출자지분 또는 출자지분을 취득할 권리가 표시된 것을 말한다. 이 중에서 ‘법률에 의하여 직접 설립된 법인이 발행한 출자증권’에 해당하는 것이 본 연구의 대상인 공제조합의 출자증권이다.

2.3.2. 증권금융거래

2.3.2.1. 증권금융거래의 개념

증권금융거래(SFT, Securities Financing Transactions)는 증권의 일시적인 제공을 통하여 자금 등을 조달하는 일체의 거래를 의미한다. 이러한 증권금융거래에는 Repo거래(Repurchase agreement), 증권 대차거래 (Securities lending and borrowing), 담보화(Collateralization) 등이 있다(손영철, 2011, 정순섭, 2004). 이들 거래는 거래 당사자의 의사, 거래의 목적 또는 동기,

거래의 외관, 거래를 통한 경제적 실질 등에 따라 거래 유형을 구분해 볼 수 있으나, 증권의 일시적 제공을 통하여 유동성을 확보하고 거래상대방에 대한 잠재적인 채무불이행에 대한 신용위험을 담보를 제공하여 감축한다는 점에서 동일한 범주에 속한다. 담보화는 본 연구범위를 벗어나 논의에서 제외하였다.

2.3.2.2. Repo거래

Repo거래(Repurchase agreement)는 증권을 매도하고 일정기간 경과 후 정해진 가격으로 동종·동량의 증권을 매수하는 거래를 말하며, 국내에서는 “환매조건부매매”로 알려져 있다(손영철, 2011). 즉 Repo거래는 증권의 소지자가 증권을 매도하면서(매도계약), 일정기간이 지나 장래의 특정한 날에 특정한 가격으로 해당 증권과 동종·동량인 증권을 다시 매수하기로 하는(환매계약) 거래이다. 첫 번째 거래에서는 매도계약(purchase agreement)이 성립하고, 두 번째 거래에서는 매수계약(repurchase agreement)이 성립한다(송종준, 2001). 2개의 거래를 각각 나누어 살펴보면, 매입 단계에서는 증권 매도자(증권 소유자; 증권 제공자; repo seller)가 증권 매수자(자금 소유자; 자금 제공자; repo buyer)에게 증권(purchased securities)을 매도하고 매입가격(purchase price)에 해당하는 자금을 수취한다. 환매단계에서는 증권 매도자가 증권 매수자로부터 동일한 증권을 다시 매수하고 환매가격(repurchase price)을 지급한다. 증권의 매도자는 수취한 매매대금에 대한 Repo 이자(Repo rate)를 함께 지급한다(정순섭, 2004). 이상의 Repo 거래는 Repo 매도자를 기준으로 하여 정의한 것인데, 이를 Repo 매수자의 입장에서 본다면 Repo 거래는 증권의 매수를 통하여 자금을 대여하는 거래이므로 그 경우에는 역 Repo(Reverse repo)라고 할 수 있다(나승성, 2001). Repo 거래의 법적 성격을 살펴보면, Repo 거래는 거래의 개시일과 환매일에 증권의 소유권이 이전된다. 당사자 간 별도의 합의가 없는 경우 증권의 매수자는 대상 증권을 자유롭게 처분할 수 있다. Repo 거래의 당사자들이 피하려는 경제적인 실질은 증권을 담보로 제공하여 자금을 조달하고 환매일에 자금 대여에 대한 반대 급부로 원금과 이자를

상환하는 증권담보부 소비대차이다(양희원, 2019). 이러한 거래의 외관과 경제적 실질의 상이함으로 인하여 Repo거래의 법적 성격을 증권의 매매로 볼 것인지, 증권을 담보로 한 소비대차로 볼 것인지에 대한 견해의 대립이 있다. 우리나라는 Repo 거래를 자본시장법과 동법 시행령에서 증권의 장외매매 거래로 규정하고 있다(김건식, 정준섭, 2013).

2.3.2.3 증권대차거래

증권 대차거래 (Securities lending and borrowing)는 증권의 소유자(이하 “대여자”)가 자신이 보유하고 있는 증권을 상대방(이하 “차입자”)에게 이전할 것을 약정하고, 차입자는 일정기간 경과 후에 동종과 동량의 증권을 대여자에게 반환할 것을 약정하는 증권 소비대차 계약이다(나승성, 2001). 증권 대차거래에서 증권의 소유권은 차입자에게 이전되므로 증권의 처분권과 수익권도 차입자에게 이전된다. 대여자는 차입 증권의 의결권을 행사할 수 없다. 차입자는 대차거래기간 동안 대여자가 입은 경제적인 손실, 즉 대여자가 증권을 대여하지 않았다면 대여자에게 귀속되었을 수익에 대한 대체 지급분(substitution payment)을 보상하여야 한다. 대체 지급분으로는 배당금, 주식배당, 무상주식, 채권이자 등이 있다(정승화, 2015). 증권 대차거래의 기능을 각각 차입자와 대여자의 입장에서 정리해 보면 다음과 같다. 우선 차입자는 ① 대차거래를 통하여 빌린 증권을 매매결제의 결제분으로 충당하여 결제 불이행을 방지할 수 있다. ② 또한 차입자는 차입한 증권으로 차익거래 또는 헷지거래 등 다양한 금융거래를 일으켜 수익을 얻을 수 있다. 한편 대여자는 ③ 본인이 보유한 유희증권을 대여함으로써 부가적인 대여수수료 수익을 거둘 수 있다. ④ 차입자가 증권을 대여하면서 현금을 담보로 제공하는 경우 대여자는 보유 증권을 담보로 자금을 조달하는 것과 같아진다. 이는 증권을 담보로 현금을 차입한다는 측면에서 Repo 거래의 매도자와 동일한 경제적 실질을 거두게 된다. 이러한 경우의 증권 대차거래를 역 리포(reverse repo)라고 한다(박철영, 2009, 전우정, 2015).

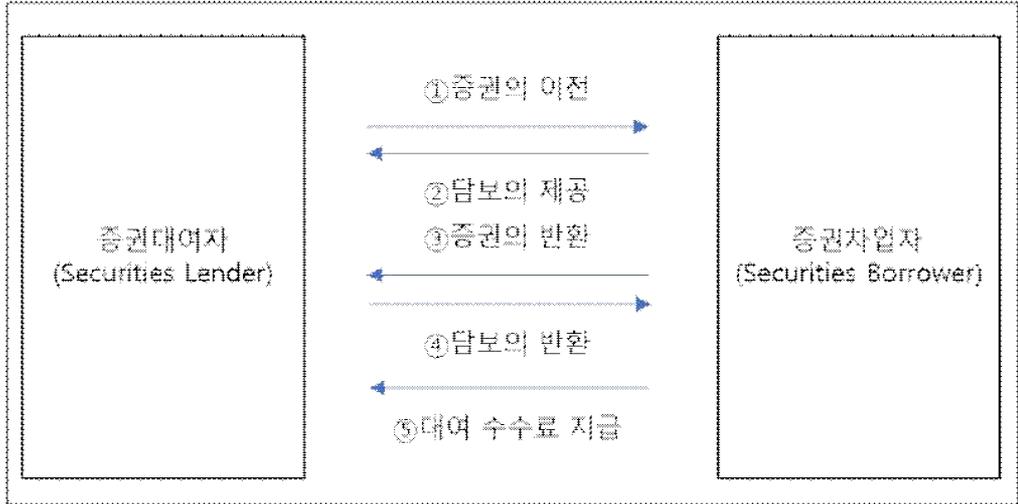
증권 대차거래의 법적 성격은 Repo 거래와 달리 거래의 법적 성격이 소비대차라는 점에 대하여 크게 견해의 대립은 없으나, 증권 대차거래 또한 거래의 대상인 증권의 소유권이 거래 상대방에게 이전된다는 점에서 증권 매매적 요소도 가지고 있다. 첫째, 소비대차설이다. 증권 대차거래는 대역자가 증권의 소유권을 차입자에게 이전하고 일정 기간이 지난 후에 차입자가 동종과 동량의 증권을 반환하기로 약정하는 거래이며, 이는 거래 당사자 일방이 금전 기타 대체물의 소유권을 상대방에게 이전할 것을 약정하고 상대방은 동종과 동량의 것으로 반환할 것을 약정하는 것에 해당하므로 민법 제598조에 따른 소비대차라고 볼 수 있다(나승성, 2001). 증권 대차거래의 소비대차적 법적 성격을 뒷받침하는 논거들로는 다음의 것들이 있다. ① 증권 대차거래의 대역자는 부가수익을 얻고자 본인이 소유한 유희증권을 대역하는 것에 불과하고, 이후 대차거래 기간이 종료되면 대역증권을 대역수수료와 함께 되돌려 받기 때문에 이를 증권의 매매로 볼 수 없다는 점, ② Repo거래의 매도자와 마찬가지로 증권 대차거래의 대역자는 대역 증권에서 발생한 과실에 대하여 차입자에게 대체지급(substitution payment) 청구권을 가지는데 이는 증권에서 발생한 수익이 증권의 소유자인 대역자에게 반환되는 것으로 차입자는 형식적으로만 소유권을 가지고 있었음을 보여준다는 점, ③ 증권 대차거래에 대한 국제 표준계약서인 GMSLA는 본 계약서 상의 거래 조건에 따라 체결되는 거래에 대하여 대역자(Lender)와 차입자(Borrower) 간의 증권의 대역(Loan)거래임을 명시적으로 밝히고 있다는 점(ISLA, 2010) 등을 들 수 있다. 나아가 증권 대차거래는 거래의 대상이 되는 물건인 증권의 처분을 목적으로 한다는 점에서 물건의 소유권이 이전되지 않는 사용대차와 구분되며, 차입자가 차입한 물건(증권) 그 자체를 반환할 필요 없이 동종 · 동량의 증권을 반환하면 된다는 점에서 임대차와도 구별된다(박철영, 2009). 둘째, 증권매매설이다. 증권매매설은 증권 대차거래를 일종의 증권의 매매로 보아 증권 대차거래의 대상증권의 소유권이 대역자에게서 차입자에게 완전히 이전된다고 보는 견해이다. 이러한 증권매매설의 논거들로는 다음의 것들이 제시될 수 있다. ① 증권 대차거래의 거래기간 동안 대상 증권의 소유권은 차입자에게 이전되고, 차입자는 대역한

증권을 자신의 매매거래 결제 부족분으로도 활용할 수 있고, 차익거래 등 다른 금융거래에도 활용하는 등 대상증권에 대한 차입자의 자유로운 처분이 인정된다는 점, ② Repo거래의 경우와 마찬가지로 대여자는 대상증권에 대한 권리행사로 인하여 발생한 과실에 대하여 차입자에게 대체지급청구권을 가지는데, 이는 대여자가 차입자에게 해당 증권에 대한 처분권을 인정했음을 전제로 인정되는 청구권이므로 증권 대차거래 또한 일종의 증권의 매매에 해당한다는 점 등을 들 수 있다(양희원, 2019). 그러나 증권 대차거래는 Repo거래와 유사하게 증권의 소유권이 거래상대방에게 이전된다는 점에서 증권매매의 모습도 가지고 있기는 하나, 증권 대차거래는 증권의 매매가 아닌 증권의 소비대차로 보아야 한다. 증권 대차거래 체결 시 대상증권의 소유권이 차입자에게 이전되고 거래기간 동안 차입자의 자유로운 처분권이 인정되기는 하나, 이는 어디까지나 증권 대차 계약에 따라 대차거래 기간 동안만 인정되는 제한적인 처분권에 불과하다. 또한 증권 대차거래가 증권의 매매에 해당한다면 대여자는 증권매매에 따른 매도자금을 수취해야 하는데, 증권 대차거래의 대여자는 대차거래 종료에 따라 대여수수료와 함께 대상증권을 되돌려 받을 뿐이다. 증권 대차거래에 대한 국제표준계약서인 GMSLA가 Repo거래에 대한 국제표준계약서인 GMRA와 달리 거래에 대한 성질 재결정 조항을 두고 있지 않는 점도 이러한 내용을 뒷받침한다고 할 수 있다. 그러므로 증권 대차거래의 법적 성격은 증권의 소비대차로 보아야 한다(양희원, 2019).

2.3.3. 증권 대차거래의 구조와 분류

2.3.3.1. 증권대차거래 구조

증권 대차거래는 증권의 소유자(증권대여자)가 상대방(증권차입자)에게 증권을 이전하면서 일정기간이 지난 후에 차입자가 동종 및 동량의 증권을 반환하기로 하는 거래이다. [그림 2-5]에서 보는 바와 같이 증권차입자는 증권을 차입하면서 자신의 채무 이행을 보증하기 위하여 담보를 제공한다(손영철, 2011).



[그림 2-5] 증권 대차거래의 구조

출처: 양희원. (2019)

대차거래 기간 동안 증권을 차입한 차입자는 차입한 증권을 매매거래 결제부족분으로 활용하거나, 차익거래 및 헤지거래 등 다른 금융거래에 활용하여 수익을 창출한다. 증권 대차거래 기간이 종료하면 증권대여자는 증권차입자에게 담보를 반환하고, 증권차입자는 증권대여자에게 대차거래 기간에 해당하는 기간만큼 대여수수료를 지급한다(손영철, 2011). 즉 증권차입자는 대여증권을 활용하여 다양한 금융거래를 일으켜 수익을 얻고, 증권대여자는 본인의 유향증권을 대여하여 수익(대여수수료)을 얻는다. 증권 대차거래는 Repo 거래처럼 2개의 거래로 구성되어 있지 않고, 대상 증권의 매매와 환매라는 요소도 없으므로, 일반적 의미의 Repo와 거래 구조에서 근본적인 차이가 존재한다(정순섭, 2004). 증권 대차거래의 일방인 증권대여자는 거래 기간의 이자수익이 아닌 대여 수수료를 지급받는다.

2.3.3.2. 거래 방식에 따른 분류

증권 대차거래는 거래 방식에 따라 경쟁방식과 협의방식으로 구분할 수

있다(박철영, 2009). 경쟁방식은 차입자와 대여자 간 대차수수료 등의 호가 경쟁을 통하여 거래가 체결되는 방식이다. 협의방식은 대여자와 차입자 간 사전 협의로 대상증권, 대차수량, 대차기간, 대차요율 등을 정하여 거래가 체결되는 방식이다. 대차거래가 대차중개기관에 의하여 체결되는 경우 경쟁방식 거래는 대여수수료는 낮고 차입수수료가 높은 순으로 거래가 체결되고, 만약 요율이 같다면 먼저 신청한 거래 중 수량이 많은 순으로 거래가 체결된다(한국예탁결제원, 2018).

2.3.3.3. 거래 대상에 따른 분류

증권 대차거래는 거래의 대상이 되는 증권에 따라 주식 대차거래와 채권 대차거래로 구분할 수 있다(한국예탁결제원, 2018). 시장성이 있는 대부분의 증권이 대차거래의 대상이 될 수 있는데, 주식 대차거래의 경우 상장주식, 상장지수수익증권(이하 “ETF”), 주식예탁증권(이하 “KDR”)이 거래의 대상이 되며, 채권 대차거래의 경우 국공채, 특수채, 회사채 등 상장채권 대부분이 거래의 대상이 된다(한국예탁결제원, 2018). 다만 상장채권 중 주식관련사채는 CB(Convertible Bond; 전환사채), BW(Bond with Warrant; 신주인수권부채권)와 같이 주식으로 전환하거나 신주발행을 청구할 수 있는 권리가 붙어 있는데, 전환권 행사 또는 신주발행청구권 행사 등 권리행사 사유가 발생하면 실무상 대차거래내역 관리에 어려움이 있어 대차 대상 증권에서 제외된다.

2.3.3.4. 거래 기간에 따른 분류

증권 대차거래는 만기 유무와 중도상환 여부 등 거래 기간에 따라 개방형 대차거래와 폐쇄형 대차거래로 구분할 수 있다(한국예탁결제원, 2018). 개방형 대차거래는 대차거래 기간이 따로 정해져 있지는 않으나 당사자 일방이 거래 기간 중 언제든지 거래상대방에게 중도상환을 요청하여 대차거래를 종료할 수 있는 거래이다. 폐쇄형 대차거래는 대차거래 기간이

정해져 있어 거래기간 중 대차거래를 종료할 수 없는 대차거래이다. 폐쇄형 대차거래는 대차거래기간이 짧아 중도상환의 실익이 없거나 중도상환 시 거래 당사자 일방에 중대한 손해가 발생할 우려가 있는 경우 이용될 수 있으나 실무에서는 거의 사용되지 않는다(한국예탁결제원, 2018).

2.3.3.5. 거래 목적에 따른 분류

증권 대차거래는 거래 목적에 따라 증권차입목적(securities-driven transaction)과 현금차입목적(cash-driven transaction)으로 구분되기도 한다. (박철형, 2009) 이러한 구분은 거래의 목적에 따라 실제 거래의 모습에 차이가 있는 것은 아니고, 거래 당사자의 입장에 따라 거래의 목적이 달라지는 것을 의미한다. 증권차입 목적의 대차거래는 차입자 측면에서 대차거래의 목적을 정의한 것이다. 차입자는 증권을 차입하여 매매거래 결제부족분을 충당하거나 차익거래 또는 헤지거래 등을 통해 수익을 창출하는데, 이러한 경우를 증권차입 목적의 대차거래라고 한다. (한국예탁결제원, 2018) 한편 차입자가 증권을 대여받으면서 “현금”을 담보로 제공하는 경우, 대여자는 증권 대여를 통하여 대여수수료 뿐 아니라 현금을 차입하는 효과를 가진다. 다시 말해 차입자가 현금을 담보로 제공하는 경우 대여자의 입장에서는 증권을 담보로 현금을 차입하는 거래가 되는 것이다. 이러한 경우를 대여자 시각을 반영하여 현금차입목적의 대차거래라고 하며, 이러한 현금담보 대차거래는 Repo 거래와 경제적 기능이 매우 유사해진다(윤경, 2011, 박철형, 2009).

2.3.4. 출자증권 대차계약의 개관

2.3.4.1 출자증권 대차거래의 필요성

앞에서 살펴본 바와 같이 건설업종을 등록한 건설업자는 보증가능금액 확인서 발급에 필요한 한도내에서 공제조합에 출자하여 출자증권을 보유하고

있으면 충분하다. 그러나 건설업체의 사정에 따라 필요 이상의 출자증권을 보유하고 있으나 사업의 확장 등 보증한도의 부족이 예상되는 경우 등 필요에 대비하기 위하여 지분반환을 받지 않고 있는 경우도 많다. 또는 사업의 주력이 제조업인데 회사의 사정상 건설업을 등록한 회사가 건설업종 유지를 위해 출자증권을 매입한 경우도 많아 이를 활용할 필요성이 있다. 다만 이 경우에도 주식의 대차거래와 달리 출자증권은 공제조합과의 업무거래에 담보 제공되어야 하므로 담보권이 실행될 위험이 있어서 활발하게 이용되기 어려운 한계가 있다. 출자증권을 많이 보유한 대역자의 입장에서 건설업 등록 유지 등의 목적으로 출자금을 되돌려 받지 못할 사정이 있는 경우에 출자증권을 대여할 유인이 있다. 출자증권을 구입하여야 할 차입자의 입장에서 한꺼번에 많은 금액이 소요되는 출자증권의 구입에 대한 금전적인 부담이 있고 보증잔액이 소멸되지 않는 한 되돌려 받을 수 없다는 점 때문에 선뜻 출자를 결정하지 못하는 경우가 많아서 대여거래의 필요성이 있다.

2.3.4.2. 증권 대차계약의 대상으로서 출자증권

증권 대차거래는 증권의 대여자가 자신이 소유한 증권을 차입자에게 대여하고 일정기간이 지난 후에 동종·동량의 증권을 대여자에게 반환하는 거래이다(박준, 한민, 2019). 이는 증권을 비교적 장기간 보유하는 기관(대역자)이 결제부족이나 차익거래 등 투자전략적 목적으로 증권을 필요로 하는 기관에게 수수료를 받고 증권을 빌려주고 일정기간 후 되돌려 받는 형태로 거래된다(황선웅, 조영석, 2012). 대표적으로 증권사를 통해 주식 대차거래를 이용하는 것이 증권 대차거래이다. 증권 대차거래는 주식, 채권 등 유가증권을 빌려주고 빌리는 거래를 말한다. 이는 증권을 비교적 장기간 보유하는 기관의 결제부족이나 차익거래 등 투자전략적 목적으로 증권을 필요로 하는 기관에게 수수료를 받고 증권을 빌려주고 일정기간 후 되돌려 받는 형태로 거래된다(황선웅, 조영석, 2012). 공제조합의 출자증권도 주식 대차거래와 마찬가지로 대여의 대상이 될 수 있는가? 결론을 미리 말하자면

계약자유 원칙상 당사자 사이에 대여 거래의 대상은 될 수 있다. 다만 출자증권에 대해 규정하고 있는 건설산업기본법에서 대여거래에 대해 정하고 있지 않고 각 공제조합의 정관 등 출자증권 관련 규정에서 이를 인정하고 있지 않으므로 현재는 주식 대차거래처럼 명시적으로는 대여거래가 성립될 수는 없다. 그러나 출자증권 대여계약을 통해 얻을 수 있는 거래비용의 절약과 사회적 편익을 고려할 때 출자증권 대여계약도 무작정 거절할 것이 아니라 일정한 범위 내에서 인정하는 것이 타당하다고 생각된다.

2.3.4.3. 출자증권 대차계약의 법적 성격

출자증권 대차거래에 대한 법적성격에 대해서는 주식 대차거래와 마찬가지로 소비대차설과 증권매매설의 대립이 있을 수 있다. 증권 대차거래는 대여자가 증권의 소유권을 차입자에게 이전하고 일정 기간이 지난 후 차입자가 동종·동량의 증권을 반환하기로 약정하는 거래이며, 이는 거래 당사자 일방이 금전 기타 대체물의 소유권을 상대방에게 이전할 것을 약정하고 상대방은 동종·동량의 것으로 반환할 것을 약정하는 것에 해당하므로 민법 제598조에 따른 소비대차라고 볼 수 있다. 다만 출자증권의 대차거래는 확인서 발급에 필요한 좌수 이상을 보유한 업체가 보증한도가 부족한 업체에게 빌려주는 것이므로 대출자 역시 보증가능금액확인서 이상의 출자증권을 보유해야 한다. 소비대차 거래라는 점을 감안하여 출자증권의 소유권은 여전히 대여자에게 있어야 의결권과 배당금 청구권 등의 문제가 발생하지 않게 된다는 점에서 소비대차 거래로 인정하는 것이 법률관계를 단순하고 명료하게 할 수 있다.

2.3.5. 출자증권 대차거래의 방법

2.3.5.1. 대차거래 플랫폼만 제공하고 자유 방임하는 방법

조합이 대차거래는 허용하고 거래의 플랫폼은 제공하되 거래는

당사자들에게 일임하거나 컴퓨터 프로그램을 이용하여 자동 배정하는 방법이 있을 수 있다. 조합은 플랫폼 사용대가로 일정 정도의 중개 수수료를 징구하고 출자증권 대여 비용은 각자가 제시하여 거래하는 방법이다. 이 경우에 가장 문제가 되는 것은 조합과의 업무거래를 위해 담보로 제공된 출자증권이 대출자의 계약불이행으로 채권이 현실화되어 공제조합이 질권을 실행할 경우 대여자는 출자증권을 상실하게 되고 대여받는 자에게 구상권을 행사할 수 있으나 대출자가 거의 대부분 채무초과 상태라 구상권 행사에 실효성이 없어 손실에 따른 리스크가 크고 이 리스크에 따른 고액의 대여료가 부담되어야 하므로 거래가 활성화되기 어려워 보인다. 또한 담보 제공된 출자증권에 질권이 실행될 경우에 출자증권의 소유권을 상실한 업체로부터 민원이 제기될 가능성이 있고 대여자는 출자증권 손실 리스크로 인한 리스크에 비해 대여수수료가 낮아 리스크를 부담할 유인이 없다. 또한 출자증권을 빌리는 입장에서도 리스크를 감안한 대여수수료가 책정될 경우에 많은 비용을 부담할 이유가 없으므로 거래가 이루어 지기 어렵다. 이러한 문제점을 해결하는 방법은 동일인에게 대여자 1인당 출자증권 대여할 수 있는 수를 제한하는 것이다. 대신 다수의 차입자에게 대여 출자증권을 분산하는 것이다.

2.3.5.2. 대차거래의 플랫폼을 제공하고 일부 개입하는 방법

조합이 출자증권 대여거래에 일부 개입하는 것이 바람직하다. 다만 개입의 정도는 최소한으로 그치는 것이 타당하다고 본다. 대여거래에 일부 개입하는 방안도 세가지로 나눌 수 있다. 첫째, 출자증권을 블록체인 기술로 스마트 증권화하는 방법이다. 조합원의 신청에 따라 대여할 출자증권의 풀을 만들고, 대여자는 유동화된 스마트 증권의 지분만을 가진다. 둘째, 일정 정도 이상의 신용평가를 받은 업체에 한정하여 출자증권을 대여 받도록 하고 출자증권이 담보하는 거래의 내용에 대해 대여자가 승인하는 경우에만 출자증권을 대여하는 방법이다. 셋째, 출자증권을 대여할 때에 일정 금액 이상의 담보물이나 담보금액 이상을 예치하도록 하고 계약불이행으로 출자증권에 질권이 실행될 경우 일정 비율의 회수장치를 마련하는 방법이다. 각 방법을

풀어 쓰면, 먼저 대여할 출자증권의 풀을 만들고 유동화하는 방법은 공제조합이 출자증권을 대여할 조합원으로부터 출자증권을 이전 받아 전체 출자증권의 풀을 만들고 대여자에게 각 출자증권의 비율만큼 유동화 증권을 배분하는 방법이다. 대여받는 자는 이 유동화증권을 구입하여 유동화증권만큼의 보증한도를 만들어 내는 것이다. 대여자는 전체 유동화증권에 대한 일정비율의 지분권만을 가지는 것으로 일정기간 동안 대여거래에서 발생한 수수료를 배당을 받는 형태가 되거나 결산하여 지분금액이 상승하는 형태가 될 것이다. 이 경우 담보권이 실행된다고 해도 출자증권 전부에 대한 소유권을 상실할 우려는 없지만 관리비용이 발생하고 대여수수료 등 편익이 기대에 미치지 못할 경우 거래가 활성화되지 못하는 경우가 발생한다. 두 번째로 일정정도 이상의 신용평가를 받은 업체에 한정하여 출자증권을 대여받도록 하고 대출자의 신용등급과 출자증권이 담보하는 거래의 내용을 대여자가 승인하는 경우에만 출자증권을 대여하는 방법이다. 출자증권 대여거래의 안전성을 높이기 위해 일정 신용등급 이상의 업체만이 출자증권 대여거래를 이용할 수 있도록 제한하는 방법이 있다. 이 경우 대여자의 입장에서 출자증권이 질권 실행될 위험은 낮을 것으로 예상된다. 여기에 대여계약의 대체적인 내용도 심사사항에 포함시키는 것도 위험을 낮추는 요인으로 작용할 수 있다. 그러나 일정정도 이상의 신용등급을 받는 업체가 출자증권 대여거래를 이용할 가능성도 높아 보이지 않는다. 다만 신용등급의 허들을 낮추면 거래가 활발하게 이루어 질 수 있고 높이면 안정성은 높아지나 부실발생 가능성도 높아져 문제점이 있다. 세 번째는 출자증권을 대여할 때에 일정금액 이상의 담보물이나 담보금액 이상을 예치하도록 하고 계약불이행으로 출자증권에 질권이 실행될 경우 일정비율의 회수장치를 마련하는 방법이 있을 수 있다. 이 경우에도 출자증권 매입비용에는 미치지 못한다. 상당한 비용이 담보 제공되어야 한다는 점이 문제점이지만 한층 안정성이 있어 보인다. 결론적으로, 이상의 방법을 믹스하여 일정 신용등급 이상의 업체만 출자증권 대여서비스를 이용할 수 있도록 하고, 일정비율 이상을 담보 제공하며, 대여수수료는 금융비용 보다 낮게 책정하여 납부하도록 하면 거래는 성립할 수 있을 것으로 생각된다.

2.3.5.3. 대차거래의 플랫폼을 제공하고 전부 중계하는 방법

공제조합의 특성상 전부 중개는 불가하다. 중개 자회사를 설립하는 방안이 고려될 수 있다. 본 연구 주제 범위를 넘어서므로 다루지 않는다.

2.3.6. 선행연구 요약

증권 대차거래에 관한 선행연구를 요약하면 [표 2-10]와 같다.

[표 2-10] 증권 대차거래 선행연구 요약

연구자	연도	연구분야	연구내용
박철영	2009	증권대차거래	통합도산법상 적격금융거래로서 일괄정산의 특례가 인정되려면 해당 증권대차거래가 기본계약서에 의한 것이어야 하는데, 중개 기관에 의한 대차거래는 해당 기관의 업무규정에 따라 거래가 이루어지므로 통합도산법상의 특례가 적용되지 못함을 지적
손영철	2011	환매조건부매매와 대차거래	환매조건부매매 및 대차거래에서의 세법상 실질주의 적용에 관한 연구
윤경	2011	거주자와 비거주자 간의 증권대차거래	국제 증권대차거래가 활성화될 경우 발생할 수 있는 법률 리스크를 점검하고자 국제 증권대차거래 표준계약서인 2010년판 GMSLA의 각 개별 조항의 의미와 국내법과의 충돌 가능성을 검토
김건식 정순섭	2013	자본시장과 주식대차거래	자본시장과 주식 대차거래에 관한 법 전반 해설
문성훈 임동원	2013	주식대차거래시 발생 가능한 소득원천	주식 보유에 따른 양도소득에 관한 대주주 산정기준에 대차주식을 포함시킬 것, 대차 거래 목적물의 취득가액과 소득의 귀속에 대한 명문의 조문을 마련할 것
정승화	2015	증권대차거래에 대한 국제적 위험관리 동향	증권대차거래에 대한 모니터링 강화, 자동 대차 거래시스템의 구축, 집중 청산 상대방 제도의 도입, 증권대차거래의 담보 대상 증권의 확대 및 담보 관리의 강화 등을 제시
양희원	2019	Repo거래와 증권대차거래	Repo거래와 증권대차거래 법적성격과 이용 약관의 내용과 문제점, 국제법상 약관과 국내 약관과의 비교 분석

출처: 양희원. (2019) 수정

2.4. 블록체인 기술

2.4.1. 블록체인 기술의 개념과 특징 및 장단점

2.4.1.1. 블록체인 기술의 개념

산업연구원은 블록체인 기술을 네트워크의 구성원이 공동으로 거래 정보를 확인하고 해시 기반으로 암호화 처리하여 기록, 보관함으로써 공인된 제3자 없이도 무결성 및 신뢰성을 담보하는 P2P 기반 분산원장 기술(Distributed Ledger Technology)(산업연구원, 2019)이라고 정의한다. 여기서 분산원장 기술은 분산되어 저장되고 동기화되는 원장에 분권화된 합의 알고리즘을 사용하여 네트워크 노드들이 안전하게 데이터의 상태 변경을 제안, 검증, 기록할 수 있게 해주는 프로세스 및 관련 기술을 의미한다(산업연구원, 2019). 한국은행에서는 ‘거래에 대한 기록이 담겨진 원장을 전담 기관의 중앙 서버가 일괄 관리하지 아니하고 Peer-to-Peer 분산 네트워크에 의하여 관리 및 기록되는 신기술’로 정의하고 있으며(한국은행, 2016), 블록체인에서 ‘블록(block)’은 개별 트랜잭션에 대한 세부 정보가 압축된 최소 단위를 뜻하며, 해당 블록들이 체인(chain)과 같이 상호 연결되어 일종의 데이터베이스를 구성한다(Louis F. Del Duc, 2017). 정보통신산업진흥원은 블록체인은 공학적 관점, 비즈니스 관점, 보안 관점으로 나누어 정의한다. 실무적으로 볼때 가장 자세한 정의이다. 특히, 비즈니스 관점의 정의는 비즈니스 네트워크 참여자들이 가지고 있는 유형과 무형의 자산을 스마트 컨트랙트 기반으로 거래를 투명하게 공유하는 기술이고, 보안 관점에서는 정보교환의 효율성, 보안성을 획기적으로 제고할 수 있는 보안기술이라고 정의한다(정보통신산업진흥원, 2019). 블록체인은 달리 말하면 계약, 거래 등의 Peer-to-Peer 정보가 분산원장에 보관된 체인(chain)을 의미하나, 보다 광범위하게는 중앙 관리 시스템 없이도 시스템상에서 자체 실행이 가능한 분산 네트워크와 그에 동반되는 부가

기술을 뜻한다. 주요 기관의 블록체인 정의는 [표 2-11]와 같다.

[표 2-11] 블록체인 기술의 정의

출처	정의
Satoshi Nakamoto (2009) 한국법제연구원 (2017)	블록체인은 분산화된 인증 및 검증 기술로서 신뢰할 수 있는 제3자 또는 중앙의 존재가 필요하지 않으며, 컴퓨터 네트워크를 통해 가치의 교환이 일어나는 것을 확인 감독하고 실행할 수 있도록 만드는 기술이며, P2P 네트워크를 통해 비트코인의 이중지불을 막아주는 기술
금융감독원(2015)	비트코인의 거래장부 구성을 위해 사용된 기술로 거래장부를 분산 공개하여 탈중앙화 함으로써 해킹 및 위변조에 강한 기술
한국은행 (2016)	블록체인을 분산원장(Distributed Ledger) 기술이라 하고, 거래정보를 기록한 원장을 특정 기관의 중앙서버가 아닌 P2P 네트워크에 분산하여 참가자가 공동으로 기록하고 관리하는 기술을 의미함
한국정보통신 기술협회 (2016)	온라인 금융 거래 정보를 블록으로 연결하여 P2P 네트워크 분산 환경에서 중앙 관리 서버가 아닌 참여자들의 개인 디지털 장비에 분산-저장시켜 공동으로 관리하는 방식
ETRI 미래전략연구소 (2016)	블록체인은 거래정보를 기록한 원장(ledger)을 모든 구성원(node)이 각자 분산 보관하고, 새로운 거래가 발생할 때 암호 방식으로 장부를 똑같이 업데이트하여 개념적으로는 익명성과 보안성이 강력한 디지털 공공장부 또는 분산원장
정보통신산업진흥원 (2019)	(공학적 관점) Block 단위의 데이터를 Chain처럼 연결하여 저장하는 기술로 저장된 데이터를 모든 사용자에게 분산하여 저장하는 분산원장기술. (비즈니스 관점) 비즈니스 네트워크 참여자들이 가지고 있는 유/무형의 자산을 스마트 컨트랙트 기반으로 거래를 투명하게 공유하는 기술. (보안 관점) 정보교환의 효율성, 보안성을 획기적으로 제고할 수 있는 보안기술
산업연구원(2019)	네트워크의 구성원이 공동으로 거래 정보를 확인하고 해시 기반으로 암호화 처리하여 기록하고 보관함으로써 공인된 제3자 없이도 거래 데이터의 무결성 및 신뢰성을 담보하는 P2P 기반 분산원장 기술(Distributed Ledger Technology)

출처: 한국법제연구원. (2017); 산업연구원. (2019) 등 수정

2.4.1.2. 블록체인 기술의 주요 특징

블록체인의 주요 기능은 크게 3가지로 요약될 있다. 첫째는 디지털 기록의 저장 기능으로 간단한 트랜잭션과 실물 자산까지도 디지털화시켜서

위·변조로부터 안전하게 관리 감독하기 쉬운 방식으로 저장된다. 둘째는 디지털 자산의 교환 기능으로 이용자들이 새롭게 자산을 신규로 등록하고 은행, 증권거래소, 제3의 중개자를 통하지 않고 직접 당사자들 간에 실시간으로 자산의 이전이 가능하다. 셋째는 스마트컨트랙트의 실행으로 과거에는 복잡한 증빙서류와 계약서류가 필요하여 비효율적으로 업무를 진행하던 것을 스마트계약을 통해 더욱 쉽고 간편하게 처리 가능하고, 주요 방식은 계약이 성립되기 위한 기초적인 조건등이 컴퓨터 코드화되어 기록되어, 실행조건이 충족될 경우 P2P 네트워크에서 자동적으로 약정된 계약 내용이 실행되고 해당 과정은 모니터링된다. 또한, 해당 계약의 완성 여부는 제3의 중개자 없이도 검증이 가능하다(이제영, 2017). 즉, 스마트계약은 거래 당사자간에 설정한 계약 조건을 컴퓨터 프로그램으로 코드화하여 거래하는 일종의 프로토콜을 의미하며, 거래의 각 과정에서 단계별로 적용된 것으로 거래 당사자간 거래(transaction)행위의 요청 시 미리 설정한 계약 조건의 충족여부를 검증하는 제3의 중개자가 없는 자동화계약 방식이라고 할 수 있다(Delmolino, 2016). 스마트계약을 통하여 생산되는 정보는 정보의 불변성(immutabilty)의 특징을 가지며, 인위적으로 거래내용과 계약조건을 바꿀 수 없고, 분산 네트워크에 전파되고 저장된다. 스마트계약은 이해 당사자 상호 간에 사전에 협의된 프로토콜을 적용하여 P2P 네트워크를 통해 동작되므로, 참여하는 이해 관계자가 계약 조건에 승락할 수 있고 자동적으로 동작되는 것을 믿을 수 있으며, 악의적으로 조작될 가능성이 매우 낮다(박종태, 2019).

2.4.1.3. 블록체인의 기술의 장단점

블록체인 기술은 거래 참여자에 대한 익명성의 보장, 중앙의 제3자 개입이 불필요하고, 시스템의 확장성이 용이하고, 데이터의 투명성 및 보안성, 시스템 안정성 등의 측면에서 [표 2-12]와 같은 장단점을 갖고 있다(고용노동부, 2018).

[표 2-12] 블록체인기술의 장단점

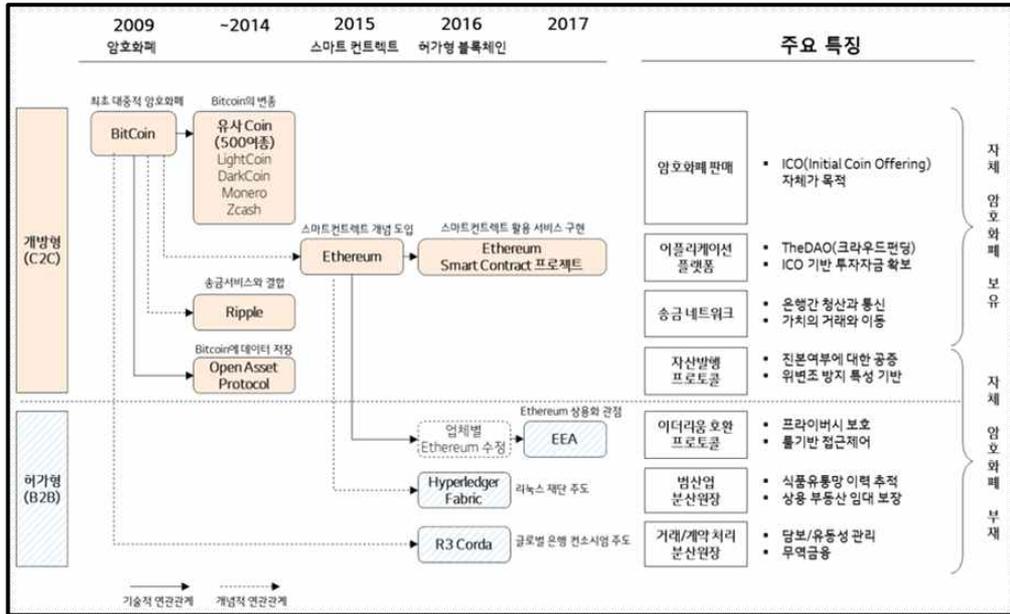
구분	장점	단점
익명성	<ul style="list-style-type: none"> • 별도의개인 정보가 필요하지 않음 • 기존의 금융업무(은행, 신용카드 등)에 비하여 높은 익명성 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 불법 자금 거래, 기업 비자금 조성, 각종 탈세 등에 악용 가능
Peer-to-Peer	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙의 제3자 개입 없이도 거래 가능 • 거래 과정에서 중개 수수료의 절감 	<ul style="list-style-type: none"> • 문제가 발생할 경우 책임질 대상이 부재
확장성	<ul style="list-style-type: none"> • 인터넷을 통해 공개된 오픈소스의 활용으로 구축 및 연결이 용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 사회 전반의 실물 경제에 비하여 거래 규모가 작음
투명성	<ul style="list-style-type: none"> • 트랜잭션 자체가 공개적으로 검증 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 여러 데이터의 재조합을 통해 식별이 가능할 수 있음
보안성	<ul style="list-style-type: none"> • 분산원장을 거래에 참여하는 노드들이 공동으로 소유함 	<ul style="list-style-type: none"> • 개인키의 해킹과 분실의 경우 보안 취약
시스템 안정성	<ul style="list-style-type: none"> • 노드 한 곳의 장애가 전체로 파급되지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 대용량 처리의 한계

출처: 노동고용부. (2018)

2.4.2. 블록체인 기술의 진화과정과 미래

2.4.2.1. 블록체인 기술의 진화 과정

2009년 비트코인 출현 후 개방형 블록체인은 현재 기술적 발전과 함께 활용영역 지속 확대되고 있다. 블록체인의 진화과정을 보면 [그림 2-6]과 같다. 포스코 경영연구원의 수석연구원인 권보경은 블록체인 발전과정을 3단계로 나누어 설명했다. 1세대 블록체인은 암호화폐 기능 중심의 비트코인을 시작으로 다양한 알트코인으로 확장하였고, 이중지불 방지 기능을 기반으로 비트코인 출현 이후 다양한 종류의 유사 코인들이 출현하였고 현재도 발행이 확산되고 있는 상황이다. 초기 블록체인 기술은 송금 서비스와 결합한 Ripple과 같은 은행 간 청산과 통신 및 가치의 거래와 이동에 활용되었다. 최근에는 비트코인 블록체인 기술을 기반으로 디지털 자산의 표현과 거래 등 토큰 형태의 프로젝트로 활용영역 확대되고 있다. 2세대 블록체인인 이더리움은 스마트계약 기능을 강화하였다. 2세대 이더리움 블록체인은 비즈니스 환경에서도 활용 가능한 수준의 스마트계약 기능과 가상머신 개념을 도입하였다.



[그림 2-6] 블록체인 기술의 진화과정

출처: LGCNS, 신뢰를 제공하는 기술, 블록체인 2편. (2018)

이론적으로 이더리움 블록체인은 가상머신과 스마트계약 기술을 활용하여 인터넷 공간을 거대한 단일의 분산형 컴퓨터로 운영하는 것이 목표다. 이더리움의 상용화 관점에서 EEA(Enterprise Ethereum Alliance)를 통하여 솔루션 간 호환성을 높이고 프라이버시 보호와 접근성 제어가 가능한 이더리움 호환 프로토콜을 구축하고 있다(권보경, 2019). 그러나 3세대 블록체인에 대한 언급은 생략했다. 블록체인 과학연구소 설립자 멜라니 스완(Melanie Swan)에 따르면 블록체인 기술 발전은 [그림 2-7]과 같이 크게 3단계로 나뉜다(Melanie Swan, 2015). 블록체인 1.0은 비트코인(Bitcoin) 등장에 따른 결제 및 송금 등 기존 금융 시스템의 혁신이 일어나는 시기이다(이제영, 2018). 비트코인은 블록체인의 핵심가치인 분권화와 탈중앙화에 기반한 글로벌 단일 금융 시스템을 시도했다는 점에서 그 의의가 있으나 금융 분야에서의 한정된 사용, 느린 거래 속도 및 낮은 확장성, 분산화된 시스템으로 인한 의사결정 과정에서의 합의 도출의 어려움 등의 한계점도 지니고 있었다(이제영, 2018).



[그림 2-7] 멜라니 스완의 블록체인 진화 단계

출처: Candusio. (2018); 이제영. (2018)

블록체인 2.0은 2세대 블록체인 이더리움(Ethereum)의 스마트 컨트랙트(Smart Contract)를 중심으로 계약 자동화가 이루어지는 시기이다(이제영, 2018). 스마트 컨트랙트는 계약의 내용과 실행조건을 컴퓨터 코드를 통해 사전에 설정한 후 해당 조건이 충족되면 블록체인 네트워크에서 자동적으로 계약을 집행하는 기능을 의미한다(이제영, 2018). 온라인 상에서 거래 중개자 없이도 컴퓨터 코드만으로 법적 효력을 지닌 계약 집행이 가능하다는 점에서 스마트 컨트랙트는 화폐의 성격이 강한 비트코인을 뛰어넘은 온라인 거래 플랫폼으로의 블록체인의 발전 가능성을 보여주었다(이제영, 2018). 그러나 플랫폼 내 자체 의사결정 기능 미비로 인한 하드포크(Hardfork) 발생이나 트랜잭션 처리속도 지연 등은 여전히 해결해야 할 문제로 남아있다. 블록체인 3.0은 기술이 사회 전반에 확산·적용되는 시기이다(이제영, 2018). 이전 블록체인 기술이 가지고 있던 문제점들을 해결하기 위해 3세대 블록체인은 합의 알고리즘의 변화, 거래 처리속도 개선, 자체 의사결정 기능 탑재 등 기술 향상에 주력하고 있다. 비트코인의 합의 알고리즘인 작업증명(Proof of Work, PoW) 방식에서 벗어나 더 많은 지분(코인)을 소유한 노드가 우선하여 블록을 생성할 수 있게 하는 PoS(Proof of Stake)나 DPoS(Delegated Proof

of Stake), 또는 네트워크 리더를 중심으로 모든 참여자들과 합의를 도출하는 PBFT(Practical Byzantine Fault Tolerance) 방식 등 다양한 합의 알고리즘이 개발되고 있다(이제영, 2018). 3세대 암호화폐로 주목받고 있는 이오스(EOS), 에이다(ADA), 네오(NEO) 등은 새로운 합의 알고리즘을 기반으로 보다 혁신적이고 발전된 플랫폼을 선보이고 있어 향후 블록체인의 활용 범위를 더욱 넓혀줄 것으로 기대되고 있다(이제영, 2018).

2.4.3. 블록체인 플랫폼의 유형

2.4.3.1. 블록체인 네트워크 참여자 범위에 따른 유형

블록체인은 분산 네트워크에 참여할 때 시스템을 운영하는 주체로부터 사전에 승인을 받아야 하는지 여부에 따라 허가형과 비허가형으로 구분되며, 블록체인 네트워크 참여자 범위에 따른 유형은 [표 2-13]과 같은 특징을 갖는다(유거송, 김경훈(2018)).

[표 2-13] 블록체인 네트워크 유형별 특징

유형	구분	주요내용
비허가형	Public BlockChain	누구든지 블록체인 분산 네트워크와 합의 절차 참가 가능 - BitCoin, Ethereum
허가형	Private BlockChain	블록체인 네트워크 참여시 시스템 운영자로부터 사전 승인이 필요하고, 합의 알고리즘 적용에 관여 가능한 노드가 사전에 결정 - R3CEV, Clearmatics, DAH
	Consortium	프라이빗 블록체인과 매우 흡사하지만, 그룹단위로 사전 허가된 그룹내 사용자만 참가 가능 - Hyperledger Fabric, R3Corda

출처: 유거송, 김경훈. (2018)

2.4.3.2. 퍼블릭 블록체인과 프라이빗 블록체인의 차이점

[표 2-14]와 같이 퍼블릭 블록체인은 거래내역 이외에 분산 네트워크에서

발생하는 다양한 행위가 공유되어 추적이 가능하고, 누구나 블록생성이 가능하며 주로 BitCoin, Ethereum 등이 이에 해당한다. 프라이빗 블록체인은 폐쇄형 기반으로 사전에 허가 받은 참여자만이 거래내역의 열람이 가능하고 블록생성이 가능하며, R3CEV, Clearmatics, DAH 등이 이에 해당한다. 컨소시엄 블록체인은 분산네트워크를 사전에 허가된 참여자들로 구성하며, 허가된 참여자들만 블록을 생성하며, 세계최대 금융컨소시엄 R3의 코다(Corda), 리눅스 재단과 IBM이 주도하는 하이퍼레저 패브릭(Hyperledger Fabric)이 있다. 주요 항목별 차이점은 아래와 같다(피넥터 연구팀, 2016).

[표 2-14] 퍼블릭 블록체인과 프라이빗 블록체인의 차이

구분	Public Blockchain	Private Blockchain
거래기록 열람 (Read-Aces)	누구든지 익명으로 거래 기록 열람	거래 해당자 및 규제담당자
거래 참여자 (Write-Aces)	누구든지 인증과정 없이 거래 참여	승인된 참여자만 거래 참여
거래 승인자 (Transaction Validation)	누구든지 거래 검증 참여 가능	승인된 참여자만 거래 검증 가능
거래 기록 보관자 (Transaction Storage)	누구든지 전체 거래 내역 저장 관리	거래 당사자 상호간 동일 거래내역 보관
합의알고리즘 (Network-Consensus)	작업증명(PoW), 지분증명(PoS)	BET계열 알고리즘 적용
암호화폐 필요성 (Native Currency)	필요함	필요 없음
결제의 완결성 보장	네트워크 분기(Fork)로 결제 왜곡 가능	결제 완결성 보장 가능

출처: 피넥터 연구팀. (2016)

2.4.3.3. 주요 블록체인 플랫폼

활용도가 매우 높은 주요 블록체인 플랫폼으로는 Hyperledger Fabric, Ethereum, R3 Corda가 대표적이며, 동작 방식과 합의 알고리즘 등 핵심적인 내용은 [표 2-15]와 같다(Martin Valenta, and Philp Sandner, 2017).

[표 2-15] 블록체인 플랫폼의 종류 및 특징

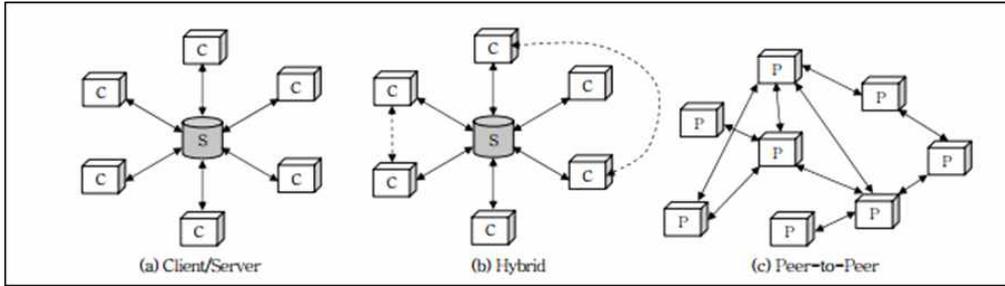
Characteristic	Ethereum	Hyperledger Fabric	R3 Corda
Description of platform	Generic blockchain platform	Modular blockchain platform	Specialized distributed ledger platform for financial industry
Governance	Ethereum developers	Linux Foundation	R3
Mode of operation	Permissionless, public or private	Permissioned, private	Permissioned, private
Consensus	<ul style="list-style-type: none"> - Mining based on proof of work (PoW) - Ledger level 	<ul style="list-style-type: none"> - Broad understanding of consensus that allows multiple approaches - Transaction level 	<ul style="list-style-type: none"> - Specific understanding of Consensus (i.e., notary nodes) - Transaction level
Smart contracts	Smart contract code(e.g., Solidity)	Smart contract code (e.g., Go, Java)	<ul style="list-style-type: none"> - Smart contract code (e.g., Kotlin, Java) - Smart legal contract (legal prose)
Currency	<ul style="list-style-type: none"> - Ether - Tokens via smart contract 	<ul style="list-style-type: none"> - None - Currency and tokens via chaincode 	None

출처: Martin Valenta, and Philp Sandner. (2017)

2.4.4. P2P 네트워크

2.4.4.1. P2P 네트워크 정의 및 특징

P2P 시스템은 [그림 2-8]과 같이 네트워크 환경에서 집중화된 서비스 개념 없이 분산 자원의 공유를 목적으로 동등한 자격을 가진 자율적(autonomous) 객체(피어)로 이루어진 자율 구성 시스템으로 정의된다 (박호진, 2006).



[그림 2-8] 네트워크 시스템의 분류

출처: 박호진. (2006)

P2P 네트워크의 P2P는 Peer-to-Peer(피어 투 피어)의 약자로서 ‘피어’는 ‘대등한 자, 동등한 자’라는 의미를 가진다. 즉 P2P 네트워크란 대등한 관계의 컴퓨터 그룹이 직접 통신을 수행하는, 중심이 없는 네트워크를 의미한다. 각 컴퓨터가 대등한 P2P형 아키텍처의 상대 개념으로는 클라이언트 서버형 아키텍처가 있다. 클라이언트 서버형은 어떤 서비스를 구현할 때 각 컴퓨터의 역할이 서버와 클라이언트로 명확하게 구별된다. 서버는 시스템의 중심에 위치해 데이터 저장이나 검색, 전송과 같은 서비스를 제공하는 기능을 담당한다. 클라이언트는 서버 측에 서비스를 요청하고 처리된 결과를 받는다. 클라이언트 서버형 아키텍처에서는 각 컴퓨터의 역할이 명확하게 정해져 있으며 소수의 서버에 다수의 클라이언트가 접속하는 형태로 구축된다. 반면에 P2P형 시스템에서는 각 컴퓨터(이후 노드)가 서로의 역할을 동시에 담당한다. 각 노드는 서비스를 사용하는 동시에 서비스를 제공하는 기능도 한다. P2P형 시스템은 네트워크에 참가하는 노드가 서비스의 부분을 제공하게 된다. 이러한 시스템을 실현하기 위해 각 노드는 다른 노드와 통신 경로를 설정하고 상호간에 서비스를 제공하는 네트워크를 구축한다. 이것이 P2P 네트워크이다(아카하네 요시하루, 2017). P2P 시스템의 주요 특성은 [표 2-16]와 같다(박호진, 2006).

Ad Hoc이란 중앙제어 노드없이 흩어져 있는 노드들끼리 서로 통신(일반적으로 무선)을 하는 네트워크 구조이다. 본 네트워크에 참여하는 각 노드들은 라우터, 서버 역할을 모두 수행할 수 있어야 한다. 긴박한 상황이나 지속적인 망 연결이 필요 없는 환경에 적용된다.

[표 2-16] P2P 시스템의 주요 특성

구분	특성
분산 자원 공유 측면	<ul style="list-style-type: none"> - 관심 대상 자원은 분산된 형태로 이용되며 피어에 가까운 네트워크 종단에 위치한다(이형욱, 2015). - 피어 집합 내 각 피어는 상대 피어가 제공하는 자원을 이용하며, 대상 자원은 오디오/비디오 데이터, 애플리케이션, 컴퓨팅 파워, 연결성 및 presence 정보 등이다(권성구, 2007). - 피어는 네트워크로 상호 연결되며, 지구상 전역으로 분산 가능하다(박호진, 2006). - 이동성을 기반으로 하는 유비쿼터스 환경에서 각 피어는 해당 주소가 동적으로 변화하며 상시 네트워크에 연결된다는 보장도 없다. 따라서 주소를 기반으로 하는 데이터 어드레싱은 더 이상 유효하지 않다. 이에 대한 대안으로 P2P 시스템은 콘텐츠 기반 라우팅 기능을 제공한다(박호진, 2006).
분산 자율 조직 측면	<ul style="list-style-type: none"> - 공유 자원 이용을 위하여 별도의 중앙 집중형 제어 또는 중재 없이 피어 간 직접 상호 작용한다. 따라서 집중화 구조의 병목 현상은 피하지만 클라이언트-서버 구조에 비하여 종단시스템의 가용도 감소에 대비해야 한다(박호진, 2006). - 성능 측면에서 완전 분산 개념의 P2P 시스템에 집중화 요소를 도입해야 할 경우가 있으며, 이를 하이브리드 P2P 시스템이라 한다 - P2P 시스템에서 각 피어는 클라이언트와 서버 역할을 겸함으로써 기능 가용성 측면에서 유연성을 제공한다(박호진, 2006). - 각 피어는 기능적 역할 측면에서 동등 자격을 갖는다. 각 피어가 보유한 자원의 공유 여부는 피어의 자율적 결정에 따른다, 또한 시스템은 자율 조직 또는 ad-hoc 방식으로 제어된다(박호진, 2006)

출처: 박호진. (2006)

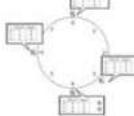
2.4.4.2. P2P 네트워크 모델간 비교

집중화 구조 없이 분산시스템의 자율 구성을 목표로 하는 P2P 시스템에서 원하는 데이터를 쉽게 검색하여 찾고 관리하는 것이 가장 큰 애로사항이었다(박호진, 2006). 이러한 문제점을 해결하기 위한 등장 한 것이 [표 2-17]에 정리된 2가지 접근 방식, Unstructured P2P와 Structured P2P 이다(박호진, 2006).

첫 번째는 Unstructured P2P이다. 본 방식은 피어와 자원 간 연관성 설정이 없는 구조로써, 중앙 서버 또는 인접 피어로 검색쿼리 flooding을 이용하여 자원 및 피어를 탐색한다(이형욱, 2015). P2P 네트워킹 초기 모델은

자원을 보유한 피어의 IP 주소를 중앙 서버에 의해서 관리하는 집중화된 형태로 시작되었다(박호진, 2006).

[표 2-17] Client-Server, P2P 모델간 특징 비교

Client-Server	Peer-to-Peer			
	1. 자원은 피어 간에 공유된다. 2. 자원은 다른 피어로부터 직접 접근 가능하다. 3. 피어는 제공자이며 요구자이다(Servant 개념).			
	Unstructured P2P			Structured P2P
	1세대		2세대	
	Centralized P2P	Pure P2P	Hybrid P2P	DHT-Based
1. Central Entity 형태 서버가 서비스/콘텐츠의 유일한 제공자 2. 고성능 시스템서버 필요 3. 클라이언트는 상대적으로 저성능 시스템	1. P2P의 모든 서비스 포함 2. 서비스 제공을 위한 Central Entity 필요 3. Central Entity는 인덱스/그룹 데이터베이스 역할	1. P2P의 모든 서비스 포함 2. 모든 터미널이 기능 손실 없이 제거가능 3. Central Entity 없음	1. P2P의 모든 서비스 포함 2. 모든 터미널이 기능 손실 없이 제거가능 3. 동적 Central Entity 필요	1. P2P의 모든 서비스 포함 2. 모든 터미널이 기능 손실 없이 제거 가능 3. Central Entity 없음 4. Overlay상 피어간 연결이 고정됨
WWW	Napster	Gnutella 0.4, Freenet, BitCoin, Ethereum	Gnutella 0.6, JXTA, Hyperledger Fabric	Chord, CAN
				

출처: 박호진. (2006)

본 모델은 Napster에 의해서 널리 알려졌으나 공유 파일의 저작권에 따른 법적인 문제, 중앙 서버에 의한 확장성 제한 등으로 사용이 제한되었다. 이에 대한 대안으로, 원하는 자원이나 피어를 찾을 때까지 중앙 장치 없이 인접 피어로 검색 쿼리를 flooding 시키는 방식인 Pure P2P 모델이 널리 사용되었다. 그러나 본 모델은 flooding에 따른 신호 트래픽이 과다 발생하는

문제점이 제기되었다. 이를 보완하기 위해 제안된 하이브리드 P2P모델에서는 시스템을 여러 개의 슈퍼 피어를 이용한 계층적 구조를 구성하고 자원 검색 쿼리를 슈퍼 피어 간에 효율적으로 flooding함으로써 신호 트래픽을 감소시킨다.

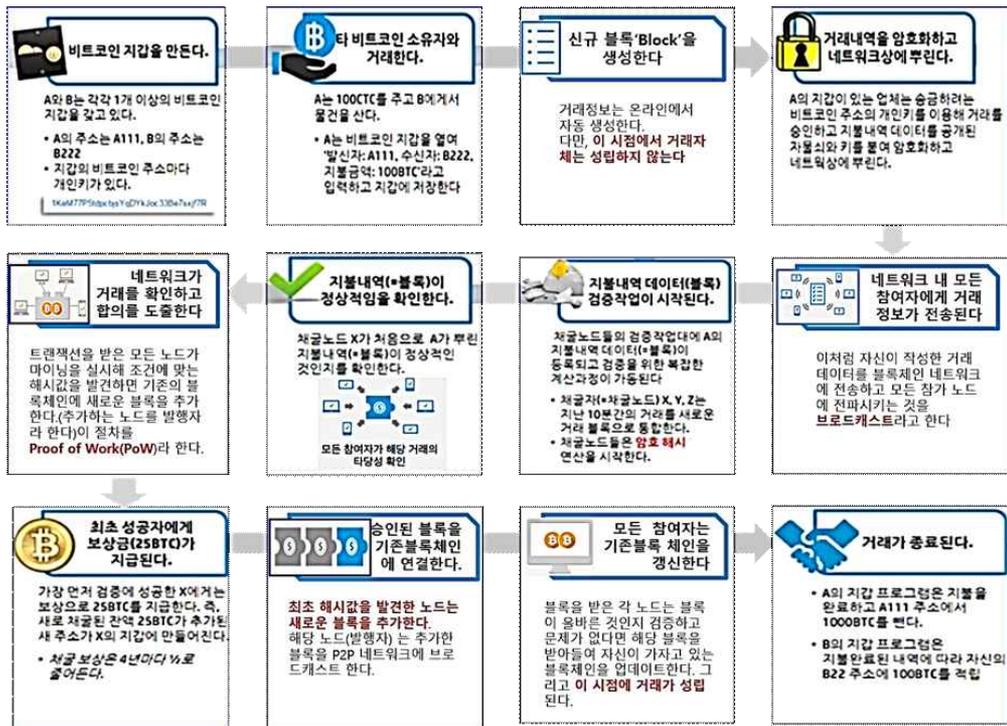
두 번째는 Structured P2P이다. 본 방식에서는 분산 인덱싱을 제공하는 분산 해시 테이블(DHT)로 콘텐츠와 피어 정보들을 공통의 단일 주소 공간으로 매핑하여 콘텐츠 저장 및 검색이 이루어지는 분산 구조의 콘텐츠-어드레싱 기반 데이터 저장 기법을 제시하고 있다(박호진, 2006). 본 기법에서 검색 효율에 영향 없이 피어 개수를 임의로 증가시킬 수 있고, 검색을 위해 필요한 정보의 양이 기존의 중앙 서버 기반의 P2P보다 적고, 검색을 위한 통신 오버헤드가 flooding 기반의 P2P 방식보다 적다(박호진, 2006). 따라서 unstructured P2P에 비하여 상대적으로 대규모 네트워크에 적용이 가능하다. 다양한 데이터의 속성값을 이용하여 복잡한 쿼리가 가능했던 unstructured P2P에 비해, 분산 해시 테이블을 사용함으로써 인하여 특정 키값만을 사용한 검색을 함으로써 쿼리가 단순화되는 단점이 있다(박호진, 2006).

2.4.4.3. P2P 네트워크와 블록체인 플랫폼

P2P 네트워크의 종류에 대해 블록체인 기술은 어떤 유형으로 분류할 수 있을까? Bitcoin Core와 이더리움은 모든 노드가 같은 역할을 가지고 동등한 네트워크를 형성하기 때문에 Pure P2P로 분류할 수 있다. 또한 네트워크 토폴로지에 제약도 없기 때문에 비구조화 오버레이라고도 할 수 있다. Hyperledger Fabric은 validating peer/non-validating peer처럼 노드에 따라 역할이 다르다는 점에서 슈퍼 노드의 개념을 도입한 비구조화 오버레이라고 볼 수 있다. 또한 전용 멤버십 서버를 가지고 있다는 점에서 하이브리드 P2P라고도 할 수 있다(아카하네, 2017).

2.4.5. 블록체인 기술의 작동 원리

P2P 네트워크에서 블록체인이 어떻게 작동하는지 살펴본다. Bitcoin Core와 Ethereum같이 합의 알고리즘에 작업증명(Proof of Work, POW)을 채택하고 있는 블록체인 기반을 예로 설명한다. 덧붙여서 컨소시엄형 Hyperledger Fabric은 합의 알고리즘으로 Practical Byzantine Fault Tolerant(PBFT) 등을 채용하고 있다(아카하네, 2017). 두 플랫폼의 작동 방식은 차이가 있다. 먼저 Bitcoin Core와 Ethereum방식을 설명하고, Hyperledger Fabric방식은 차이점만 후술한다. 작동 원리는 [그림 2-9]와 같다.



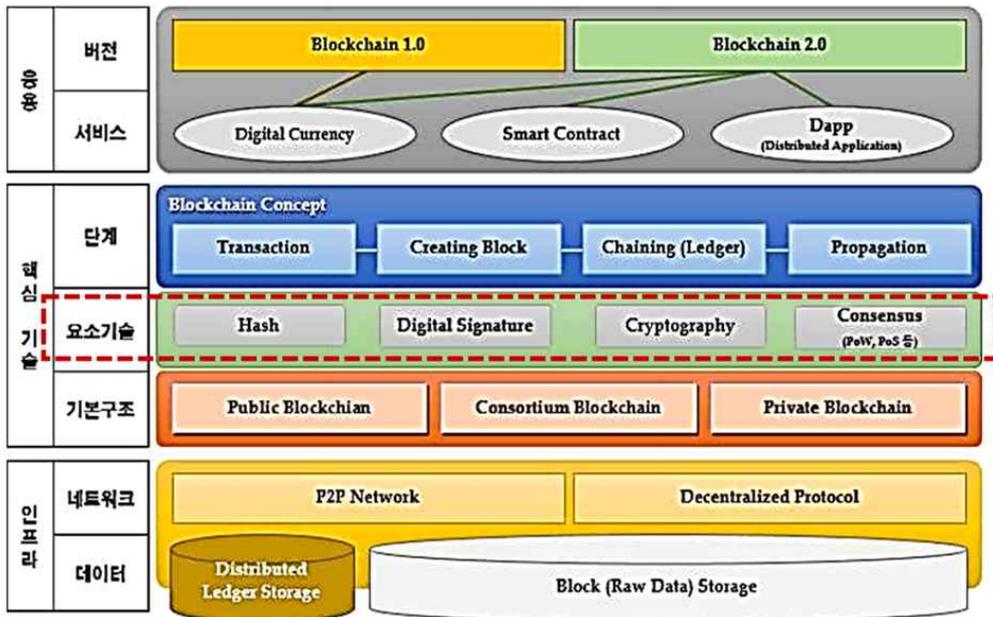
[그림 2-9] Bitcoin Core 블록체인 기술의 작동 원리

출처: 김남훈. (2016) 재구성

2.4.6. 블록체인 기술의 구성요소 및 해시 암호화 보안

2.4.6.1. 블록체인 기술의 아키텍처

블록체인은 네트워크 내의 모든 참여자가 공동으로 거래 정보를 검증하고 기록·보관함으로써 공인된 제3자 없이도 거래기록의 무결성 및 신뢰성을 확보하는 기술이다(강승준, 2018). 해시(Hash), 전자서명(Digital Signature), 암호화(Cryptography) 등의 보안기술을 활용한 분산형 네트워크 인프라를 기반으로 다양한 응용서비스를 구현할 수 있는 구조를 가지고 있다(강승준, 2018). 블록체인 기술을 구성하고 있는 전반적 조감도는 [그림 2-10]과 같다. 다른 기술적 요소는 다른 부분에서 설명이 이루어졌으므로, 여기서는 핵심 기술의 기술 요소만 설명한다.

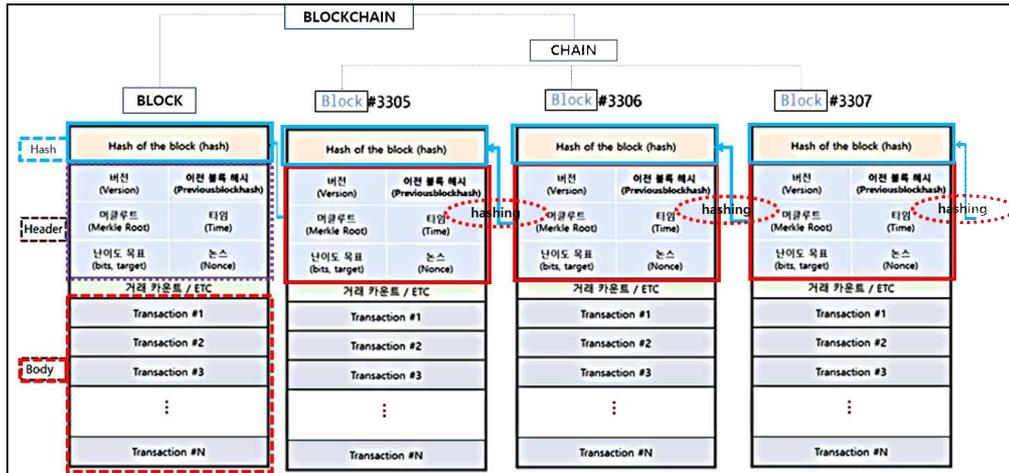


[그림 2-10] 블록체인 기술의 아키텍처

출처: 강승준. (2018)

2.4.6.2. 블록체인에서 블록(Block)의 구성요소

블록을 구성하는 요소들은 [그림 2-11]과 같이 크게 블록 헤더, 블록 바디 그리고 블록 헤더의 해시값으로 구분한다(Antonopoulos, 2017).



[그림 2-11] 블록의 구성요소

출처: <https://steemit.com/kr/@yahweh87/3>. (2020) 재구성

각 노드의 메모리 상에 존재하는 임시 풀(Temporary Pool)에 검증된 트랜잭션들이 쌓이게 되며, 그 트랜잭션 중에서 채굴(Mining)을 위해 후보 블록(Candidate Blocks)을 구성하게 된다(김원, 2018). 또한, [그림 2-18]은 임시 풀에서 후보 블록을 생성하여 새로 탄생된 블록이 블록체인으로 연결되는 모습을 보여준다(Antonopoulos, 2017) 블록 헤더는 [표 2-18]과 같이 80바이트로 구성되어 있고, 전체 블록의 크기는 1Mbytes로 제한되어 있다(김원, 2018).

비트코인 노드는 전송받은 트랜잭션에 대해 검증을 한 후 트랜잭션을 임시 풀에 계속 추가한다(김원, 2018). 트랜잭션 풀에 있는 거래 중에서 후보 블록을 생성한다. 그 다음, 트랜잭션 확정을 위해 채굴과 합의가 이루어지기를 기다리게 된다(Antonopoulos, 2017). 채굴과 합의가 완료되면 새 블록이 생성되는데, 새 블록을 추가하는 권한을 얻은 노드는 블록체인의

각 블록들은 블록 헤더의 해시 값을 연결하면서 체인을 만든다.

[표 2-18] 블록의 헤더의 구성

구분	크기(bytes)	설명
Version	4	블록 버전 숫자
Previous block hash	32	이전 블록 헤더를 SHA256 해시함수로 2번 해싱한 해시 값이며, 두 번 해싱 표현은 SHA256(SHA256())임.
Merkle hash root	32	현재 블록에 포함된 거래정보의 거래 해시를 2진 트리 형태로 구성할 때 트리의 루트에 위치하는 해시 값.
Timestamp	4	블록의 생성시간: 1970. 1. 1. 이후의 초 단위 시간
Bits	4	블록의 작업증명 알고리즘에 대한 난이도 목표
Nonce	4	특정 목표 값보다 낮은 값을 구하기 위한 카운터

출처: 김원. (2018)

2.4.6.3. 암호화 해시함수의 개념

분산P2P 시스템에서는 엄청난 양의 트랜잭션 데이터를 다룬다. 따라서 고유한 트랜잭션을 식별해 내서 최대한 빨리 비교해야 한다. 블록체인에서는 암호화된 해시(Hash) 값을 활용해 트랜잭션을 식별해 내고, 더 나아가서 모든 종류의 데이터를 식별할 수 있게 하는 것이다. 해시 값은 해시함수를 활용해 생산한다. 해시함수란(Hash function) 디지털화된 유한 입력 데이터의 형태 및 길이와 무관하게 고정된 길이의 값으로 변환하여 해시값(hash-values)을 출력하는 함수이다(Menezes, 1996).

메네즈(A.J.Menezes) 교수는 다음 네 가지 조건(계산의 용이성, 원상회피, 두번째 원상회피, 충돌회피)을 모두 만족하는 해시함수 H를 특히 암호화 해시 Cryptographic Hash 라고 불렀다. 해시 함수에는 한 번에 하나의 연속된 데이터만 입력해야 한다. 입력된 데이터를 구성하는 비트와 바이트를 이용하여 해시 값을 생성한다. 해시 값은 해시 함수의 종류에 따라 서로 다른 길이로 생성된다. 암호화 해시 함수(Cryptographic hash function)라 불리는 중요한 해시 함수 그룹은 어떤 데이터라도 고유의 디지털 지문을 생성해

주는 해시 함수이다(Drescher,2018). 암호화 해시 함수의 특징은 [표 2-19]와 같다.

[표 2-19] 암호화 해시 함수의 특징

특징	내용
고정된 길이의 해시값 제공	유한한 입력 데이터(m)의 종류, 길이, 형태 등과 무관하게 변환할 수 있다. 데이터 종류에 무관하게 고정된 길이의 해시 값(h) 제공. 즉, $h = H(m)$, h는 고정된 길이
변환 신속성	변환속도가 매우 빠르다. 데이터 종류에 무관하게 즉시 해시 값을 제공한다.
계산의 용이성(easy)	유한한 길이의 데이터(m)이 주어졌을 때, 그 메시지에 대한 해시 계산은 매우 간편해야 한다.
원상 회피 (Pre-image resistance)	만들어진 해시값(h)을 가지고 그 해시값을 생성하는 입력값(m)을 찾는 것이 계산상 불가능함을 의미한다.
두번째 원상 회피 (Second pre-image resistance)	해시값(h)을 생성하는 입력값에 대해서, 그 입력의 해시값을 바꾸지 않은 상태로 입력값(m)을 변경하는 것이 계산상 불가능함을 의미한다.
충돌 회피 (Collision resistance)	같은 해시값(h)을 생성하는 다른 두 개의 입력값(m)을 찾기가 계산상 불가능함을 의미한다.
확정적 일관성(deterministic)	동일하게 입력했을 때 동일하게 출력해야 한다는 것이다
의사 난수 (pseudorandom)	입력 데이터가 변하면 해시값이 예측 불가능하게 변해야 한다는 의미다. 적은 비트만 바뀌어서 입력하더라도 해시값은 크게 변해 항상 예측 불가능해야 한다는 말이다. 입력 데이터를 보고 해시값을 예측할 수 있어서는 안 된다.
일방 함수 (one-way function)	출력으로 입력을 알 수 있는 방법이 존재하지 않는 함수다. 일방 함수는 비 가역 함수라고도 한다.

출처: 한국은행. (2016); Drescher. (2018); Menezes. (1996)

해시(Hash)의 종류에는 MD(Message Digest)알고리즘 및 SHA(Secure Hash Algorithm)알고리즘이 있다. MD2는 로널드 리베스트(Ronald Rivest)가 1989년에 개발한 첫 번째 메시지 압축 알고리즘이다. 이 알고리즘은 8비트 컴퓨터를 위해서 고안되었다. MD2를 만든 후에 발표한 MD4와 MD5는 32비트 컴퓨터를 위해 만든 것이다. 이 메시지 압축 알고리즘은 128 비트의 출력 해시 값을 생성한다. SHA 알고리즘의 종류는 [그림 2-12]와

같다.

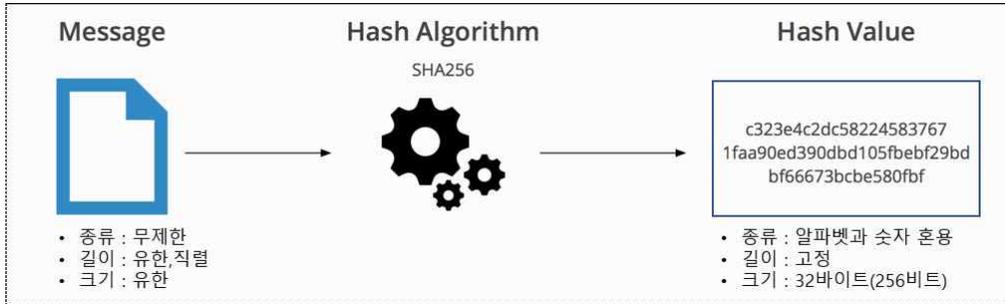
알고리즘	해시크기(비트)	보안 레벨	발표연도
SHA-0	160	충돌발견	1993
SHA-1	160	충돌발견	1995
SHA-2	SHA-224	224	112
	SHA-256	256 (32바이트)	128
	SHA-384	384	192
	SHA-512	512	256
	SHA-512/224	224	112
	SHA-512/256	256	128
SHA-3	SHA-224	224	112
	SHA-256	256	128
	SHA-384	384	192
	SHA-512	512	256
	SHAKE128	d (임의)	$\min(d/2, 128)$
	SHAKE256	d (임의)	$\min(d/2, 256)$

[그림 2-12] SHA 알고리즘의 종류

출처: <http://wiki.hash.kr/index.php/SHA>. (2020)

SHA-1은 MD 해시 함수와 비슷한 방법을 사용하지만 SHA-1이 MD5보다 속도가 더 빠르며 더 안정적이다. 최초의 해시 함수 알고리즘은 미국 국가안정보장국(NSA)에서 개발하고, 1993년에 미국 국립표준기술연구소(NIST)가 발표한 안전한 해시 표준(Secure Hash Standard, SHS)으로 표준 FIPS PUB 180으로 공표되었다. 이것이 SHA-0이다. 해시 충돌이 몇 차례 보고돼 폐기되었고, 이를 보강해 더 강력한 버전인 SHA-1 과 SHA-2 패밀리가 등장했다. SHA-0과 SHA-1은 해시 값으로 160비트를 생성하도록 설계돼 있었지만 SHA-2가 등장하면서 224, 256, 384, 512비트 등의 다양한 길이의 버전이 만들어졌다. 이 중 SHA-256은 그 해시 값이 256비트인 버전이다. SHA-1의 경우 SHA-0과 달리, 실제 해시 충돌이 보고된 적은 없지만, 서로 다른 문서가 같은 해시를 생성하는 해시 충돌의 가능성이 있다는 것이 입증돼 지금은 모두 SHA-2 패밀리만을 사용하고 있다. SHA-2는 위에 살펴본 암호화 해시

의 성질을 모두 갖고 있다(이병욱, 2019) 해시함수에서 해시 값을 구하는 방법은 [그림 2-13]과 같이 간단하다.



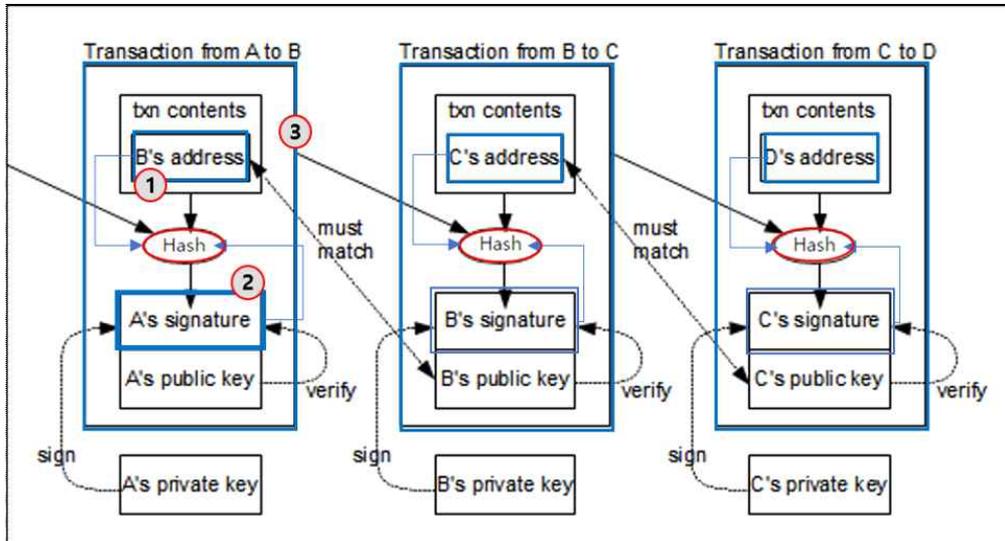
[그림 2-13] 해시 값 구하는 방법

출처: <https://www.tokenpost.kr/terms/14091>. (2020) 수정

2.4.6.4. 비트코인 블록체인과 해시(Hash) 값

비트코인 블록체인에서 사용하는 해시 함수는 SHA-256이다. SHA-256은 입력 데이터에 상관없이 항상 256비트(32바이트)의 출력을 생성한다. 비트코인은 항상 SHA-256을 두 번 연속 적용한 해시 값을 사용하는데, 블록의 고유한 해시 값을 계산할 때도 블록 데이터를 연속해 두 번 해시한 후 사용한다(이병욱, 2019). 물론 SHA-256 해시를 연속해 여러 번 적용하더라도 그 결과는 항상 고정된 길이인 32바이트가 출력된다. SHA-256과 더불어 RIPEMD-160도 비트코인에서 사용되고 있는 해시(Hash) 알고리즘이다. RIPEMD는 RACE(Integrity Primitives Evaluation Message Digest)의 약어이다. 해시(Hash) 알고리즘은 전달되는 메시지가 전달 도중에 변조되지 않았음을 증명하기 위해 사용되는 암호 기술이다. 원본 메시지를 해시 함수에 넣어 해시 값을 산출하는 데 이 과정을 hashing이라고 한다(이병욱, 2019). 해시 값과 해시 함수를 안다고 하더라도, 원본 메시지를 유추해 낼 수 없는 특징을 가지고 있다. 비트코인 시스템에서 해시 알고리즘이 사용되는 곳은 [그림 2-14]과 같다(AEP코리아네트,2017). 첫째, 비트코인 주소(Bitcoin Address) 생성①, 둘째, 거래(transaction) 생성시

디지털 서명②, 셋째, 새로운 블록 생성③ 등이다.



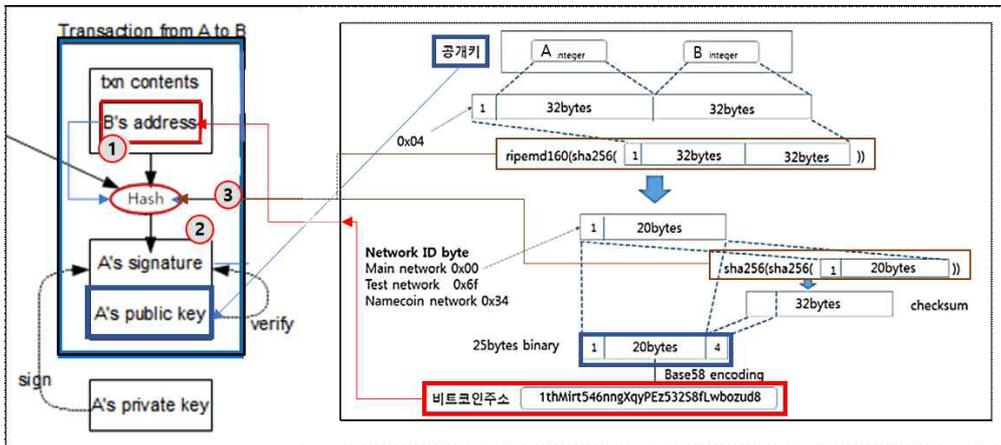
[그림 2-14] 비트코인 블록체인에서 해시 함수 사용처

출처: Satoshi. (2008) 수정

2.4.6.5. 해시함수와 비트코인 주소(계좌)생성

블록 헤더에는 연결된 이전 블록 헤더의 해시 값(SHA-256의 결과 값인 32-Byte)이 저장된다. RIPEMD-160은 오리지날 RIPEMD 버전(128-bit 버전)에서 기능이 향상된 160-bit 버전을 의미한다. RIPEMD-160의 output 길이는 160-bit 즉, 20 byte, Hexa로 40 digit이다. 비트코인 주소를 생성할 때, SHA-256과 RIPEMD-160해쉬 알고리즘을 함께 사용한다(AEP 코리아 네트, 2017). 은행계좌와 동일한 역할을 하는 계좌로 생성하며, 비트코인을 거래하는 계좌는 다수 개를 생성할 수 있다(이병욱, 2019). 계좌를 생성하면 개인키와 공개키가 자동으로 생성된다. 개인키는 비트코인을 송금할 때 전자서명을 할 때 사용하는 키 역할을 한다. 공개키의 경우는 512비트로 길이가 길어서 이를 다시 해시하여 길이를 줄여 사용하는데, 이것이 공개키 해시 방식의 비트코인 주소이다(김석원, 2017). 비트코인은 1985년 밀러와 코블리츠가 제안한 타원 곡선 기반 암호(Elliptic Curve Cryptography)

이용한 공개키 방식을 이용하여 개인키와 공개키를 생성한다(이병욱, 2019). ECC의 하나의 공개키는 두 개의 256비트값에 8비트 접두부를 합친 520비트이다. 비트코인 클라이언트는 의사 난수 발생기(PRNG)를 이용하여 256비트의 개인키를 발생하고 나서 타원곡선암호 방식을 사용하여 512비트의 공개키를 생성한다(Antonopoulos, 2017). [그림 2-15]와 같이 520비트 공개키를 SHA256 해시를 거쳐 256비트로 압축하고 그것을 다시 RIPEMD-160 해시함수를 사용하여 160비트, 즉 20바이트 값을 구한다(Antonopoulos, 2017).



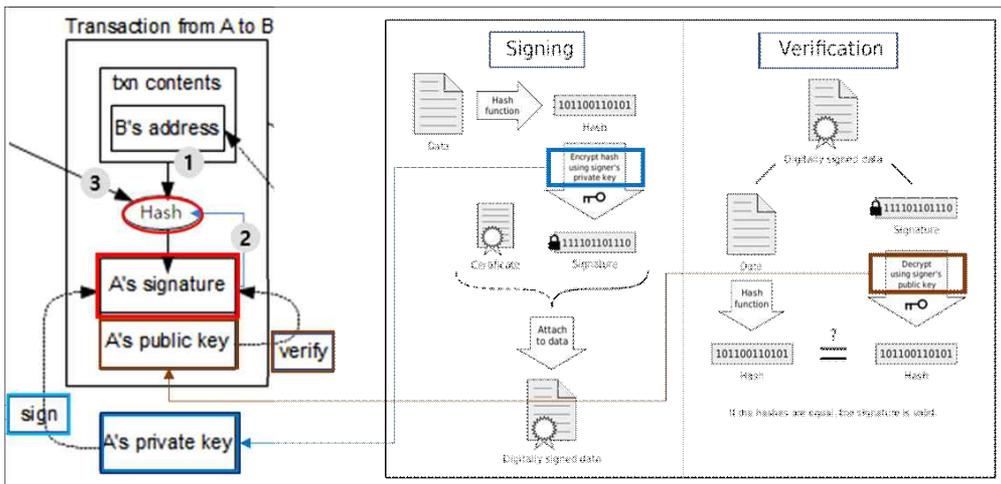
[그림 2-15] 해시함수와 비트코인 주소 생성 과정

출처: Antonopoulos, (2017); Satoshi, (2008) 재구성

[그림 2-15]와 같은 비트코인 거래에서 ① B의 비트코인 주소는 20바이트 해시 값이다. 이 해시 값 뒤에 오류 검출목적으로 4바이트 체크섬(checksum)을 붙이고, 주소 유형인 1바이트를 붙여서 25바이트 길이의 새로운 데이터 값을 생성한다. ② A의 개인키로 서명을 하고, A의 공개키로 검증한다. ③ 해시는 SHA256을 두 번 적용하여 구한다. 사용자가 가능한 편리하게 사용하기 위해 이 이진수를 Base58로 인코딩하여 29바이트에서 35바이트 정도의 길이를 갖는 비트코인 주소를 구하는 것이다(Antonopoulos, 2017).

2.4.6.6. 해시함수와 전자서명을 통한 위조 변조 방지

전자지갑에서 수신자의 공개키를 계좌번호로 이용하여 비트코인을 전송할 수 있다(이병욱, 2019). 공개키는 계좌번호 역할을 하고, 개인키(비밀키)는 본인을 증명하는 전자서명(Digital Signature)시 이용한다. 전자서명은 트랜잭션의 타당성을 증명하는 것인데, 트랜잭션 데이터를 송신하는 사람이 서명을 생성하고 수신하는 사람이 그 서명을 송신자의 공개키로 검증해 타인에 의한 위조와 변조의 존재 유무를 확인할 수 있다(김석원, 2017). 이 코인을 사용하려면 입력부에 전자서명을 넣을 때 공개키를 함께 넣어서 공개키가 출력부에 적힌 공개키 해시 값의 원본인지 확인하고 공개키로 전자서명을 확인한다(Nakamoto, Satoshi, 2008). 공개키가 검증되면 이것으로 전자서명을 풀어서 서명된 내용을 확인한다(김석원, 2017). 비트코인 블록체인 암호화 방법은 공개키 기반 암호알고리즘 중 하나이고 비대칭 암호 알고리즘을 사용한다. 문서에 남겨진 서명은 문서의 내용이 검증되었다는 신뢰를 부여하는 역할을 한다. 전자서명은 [그림 2-16]과 같이 크게 서명(Signing)과 인증(Verification) 두가지 과정으로 나뉜다(Satoshi, 2008).



[그림 2-16] 해시함수와 전자서명

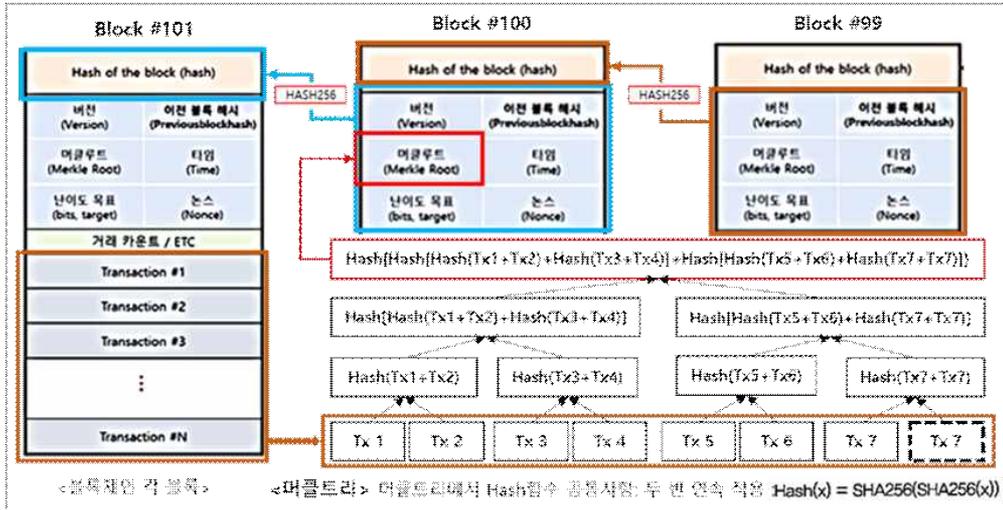
출처: <https://chickenpaella.tistory.com/40>. (2020) 재구성

서명은 문서가 검증되었음을 알리는 과정이고, 인증은 독자가 해당 문서에 서명이 되었는지를 확인하는 과정이다(이병욱, 2019). 문서 데이터에 포함된 해쉬(Hash) 값을 비교해서 상호 일치 여부를 검증한다. 서명자는 문서의 데이터를 해쉬함수(Hash function)를 통해 해쉬값을 생성하고, 생성된 해쉬값을 비밀키(Private key)로 암호화(Encryption)한 후 문서에 첨부한다(Satoshi, 2008). 반대로 서명된 문서인지 검증하기 위해서 서명부분을 따로 분리하여 공개키(Public key)로 복호화(Decryption)하고, 문서에서 서명을 제외한 데이터를 다시 같은 해쉬함수를 통해 해쉬값을 얻어낸다. 두가지 값이 일치하는지 확인하여 일치하면 서명된 문서이고, 그렇지 않으면 서명되지 않은 문서인 셈이다(아카하네, 2017).

2.4.6.7. 해시함수와 머클트리 및 단순지불검증(SPV)

머클트리는 1979년 랄프 머클(Ralph Merkle)에 의해 개발된 데이터 구조로 해시값으로 구성된 트리로서 이진 트리 형태를 하고 있다(Merkle, 2017). 비트코인은 모든 트랜잭션에 대한 단일 해시값을 저장하기 위해 머클트리를 이용한다. 머클트리를 이용해 모든 트랜잭션에 대한 단일 해시값을 생성하는 과정은 [그림 2-17]과 같다.

[그림 2-17]은 7개의 트랜잭션 데이터 정보를 머클트리를 사용해 하나의 해시 값으로 압축하고 있는 모습을 보여준다. 각각의 트랜잭션은 제일 하단의 잎 노드에 Tx1부터 Tx7까지 표시돼 있다. 전체 트리는 상당히 복잡해 보이지만 자세히 보면 트랜잭션을 2개씩 짝지어 해시 값을 만들고 이렇게 만들어진 해시 값을 또 다시 2개씩 짝지어 반복적으로 해시 값을 생성하는 것에 불과하다. 일곱 번째 트랜잭션인 Tx7이 중복되어 있는 것을 볼 수 있다. 머클트리는 이진 트리의 성질로 인해 항상 짝수 개의 데이터가 필요하기 때문이다. 만약 데이터가 홀수 개면 Tx7에서 한 것처럼 마지막 값을 하나 더 복사해 항상 짝수 개로 만든 후 해시함수를 적용한다. 각 노드에서 사용하는 해시 함수는 $\text{Hash}(x) = \text{SHA256}(\text{SHA256}(x))$ 이다.

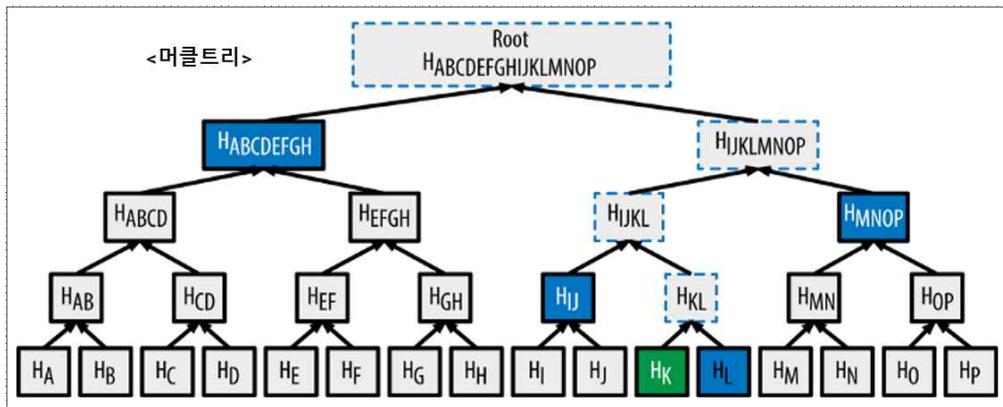


[그림 2-17] 머클트리 작성과정

출처: <https://steemit.com/kr/@yahweh87/3>; 이병욱. (2019) 재구성

비트코인에서는 기본적으로 SHA-256 해시를 연속 두 번 적용한다. 해시를 적용한 결과값에 다시 한번 해시를 적용하는 것을 의미한다. 모든 노드의 결과값은 항상 32바이트 해시 값이 된다. Tx라고 표기한 것은 트랜잭션 아이디(Txid)이다. 각 트랜잭션의 고유 번호인 트랜잭션 아이디는 블록 해시와 마찬가지로 32바이트(=256비트)로 된 SHA-256 해시값이다. 트랜잭션 아이디는 그 자체가 해시값이다. 이 값은 트랜잭션의 모든 데이터를 일렬로 배치한 후 SHA-256을 두 번 연속 적용해 만든 해시값이다. [그림 2-18]은 자기 자식 노드에 있는 두 트랜잭션 아이디를 쌍으로 묶은 후 SHA-256 해시를 두 번 적용해 해시값을 구하는 모습을 보여준다. 이 과정을 루트 노드에 최종 해시값 하나만 남을 때까지 반복한다. 비트코인 블록 헤더에는 Merkle Root가 포함된다. 머클트리의 최종 해시값이 Merkle Root이다. Merkle Root는 해당 블록에 포함되는 각 트랜잭션(단말 노드)로 구성된 해시 트리의 최상위 해시값(Top Hash)이다. 최종 해시 값은 맨 아래 트랜잭션 아이디가 모두 종합돼 만들어진 해시값이고, 각 트랜잭션 아이디는 모든 트랜잭션 데이터를 대상으로 만든 해시값이다. 해시값의 특성상 수 천여

개가 넘는 트랜잭션 중 어느 하나의 사소한 변경이 생겨도 머클트리 루트의 값이 변경되므로 변동사항을 바로 탐지할 수 있게 된다(이병욱, 2019). 단순 지급 검증(SPV, Simplified payment verification)이란 특정 트랜잭션의 블록 포함 여부를 알아내는 과정(proof of inclusion)이며, 비트코인 네트워크의 확장을 위해 중요한 요소이다. SPV를 이용함으로써 중개인에 대한 신뢰 없이도 트랜잭션을 주고받을 수 있다. 비트코인 네트워크가 커질수록 블록체인에 담기는 데이터의 양은 기하 급수적으로 확장하지만, 블록 헤더의 양은 선형적(연간 4MB)으로 늘어날 뿐이다. 따라서 SPV는 블록 전체의 데이터가 필요 없이 자신의 Public Key, Private Key, 자신의 UTXOs (Unspent Transaction Output: 미사용 잔고), Merkle paths, 그리고 블록 헤더(optional)만 유지함으로써 제 기능을 할 수 있다. 일반 사용자가 SPV를 사용하지 않는다면, 수백 기가바이트의 데이터를 저장해야 한다. 이 때문에 SPV는 비트코인 네트워크의 확장에 중요한 것이다. SPV는 특정 트랜잭션이 블록에 포함됐는지 확인하기 위해서 머클트리를 활용한다. 머클트리는 데이터의 유효성을 검사하는데 사용되는 구조이다. 이를 통해 모든 블록 데이터가 없는 상태에서도 특정 Tx의 존재 여부를 확인할 수 있다. SPV 방법은 [그림 2-18]과 같은 머클트리를 활용한다(송재준, 2019).



[그림 2-18] 단순지급검증 방법

출처: 송재준. (2019)

[그림 2-18]의 H(K)로 표시된 특정 트랜잭션이 어떤 블록에 포함되어 있는지를 확인하는 방법은 [표 2-20]과 같다(송재준, 2019).

[표 2-20] 특정 거래를 확인하는 방법

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. SPV는 머클패스(Merkle Path)인 H(L), H(IJ), H(MNOP), H(ABCDEFGH)의 값을 자신과 연결되어 있는 full network node로부터 받아온다2. 머클패스(Merkle Path)인 H(K), H(L), H(IJ), H(MNOP), H(ABCDEFGH)를 이용해 최상위 해시 값인 H(ABCDEFGHIJKLMN)를 계산한다. 이것이 Merkle Root이다.3. 실제 블록헤더에 포함되어 있는 Merkle Root와 비교한다.4. 두 Merkle Root의 값이 같다면, H(K)는 해당 블록에 포함되어 있음이 증명된다. 이를 머클증명(Merkle Proof)이라고 한다. |
|---|

출처: 송재준. (2019)

머클블록(Merkle Block)은 full network node가 SPV가 요청하면 SPV에게 전달하는 정보이다. 여기에는 머클트리의 구조에 대한 정보와 각 해시값의 위치정보가 포함되어 있다. 머클블록 데이터는 블록 헤더에 있는 값(previous block id, merkle root, timestamp, bits, nonce)과 추가적인 데이터 5종류이다. 이 머클블록 데이터를 활용해 머클트리를 재구성하고 이를 통해 특정 트랜잭션의 블록 포함여부를 확인한다(송재준, 2019).

2.4.6.8. 블록체인 보안의 위협

블록체인은 미래 비즈니스 패러다임을 변화시킬 신기술중 하나로서 보안성과 신뢰성을 기반으로 금융, 제조, 유통 등 산업 전반에서 적용되어 지고 있다. 그러나, [표 2-21]과 같이 보안성이 높은 것으로 알려진 블록체인도 해킹 공격에는 취약한 측면이 있고, 이미 가상화폐 거래소에서는 기술적인 측면의 키 관리 미흡, 정보보호 관리 체계의 부실로 시장의 불신을 일으킨 바 있다. 블록체인이 오픈 소스라는 측면에서 소프트웨어 취약점이 발견되고 있으며, 해당 플랫폼은 디도스 공격에도 대응이 쉽지 않다(박준한, 김유성, 공수채, 2018).

[표 2-21] 블록체인 보안 위협 사례

구분	보안 위협	세부 내용
합의 하이재킹	51% 공격 유효성 검사 조작	블록생성의 악의적 독점 특정 거래의 조작
프라이빗 블록체인 악용	관리자의 고의적 행위	퍼블릭 블록체인에 비하여 관리자에 의한 악의적 행위가 용이
DDos 공격	네트워크 과부하 발생	유효하지 않은 다량의 트래픽이 블록체인 네트워크에 유입
지갑 관리	키 도난 및 분실 권한관리 오남용	접근 권한 문제
Race 공격	이중지불	거래내역의 전파속도 차이를 이용한 공격으로 지불받는 사람이 채굴자에 의한 거래 승인을 확인하지 않고 재화와 서비스의 공급을 마칠 경우 이중지불이 발생하는 공격
Finey 공격	채굴자의 관리 미흡	채굴에 성공한 채굴자가 채굴한 블록에 허위 거래를 포함시켜 직접 공격을 하는 것
스마트계약	코드 취약점 거래 오류 발생	스마트계약의 복잡도가 증가할수록 코드의 오류 가능성 증대

출처: Distributed Ledger Technology & Cybersecurity, Enisa. (2016)

2.4.7. 작업증명과 합의 및 분기

2.4.7.1. 작업증명과 합의

블록체인의 각 블록은 완전히 단절된 하나의 새로운 권력 구조를 형성한다. 블록마다 자신들의 리더를 새로 선출하고 선출된 리더는 전권을 가지며, 그 블록을 지배한다. 이 리더를 견제할 수 있는 유일한 방법은 나머지 모든 구성원이 검증을 통해 블록에 대한 동의 여부를 결정하는 것이다. 블록이 동의를 통과하면 전체 블록체인 데이터에 포함되고, 즉 블록이 체인에 연결되고 동의를 얻지 못하면 블록은 즉시 폐기된다. 블록체인에서는 각 블록의 리더를 선출하는 규칙을 정의하는 것이 매우 중요한데, 이에는 크게 작업 증명과 지분 증명 방식이 많이 사용되고 있다(이병욱, 2019). 작업 증명(proof-of-work, PoW)은 1993년 신시아

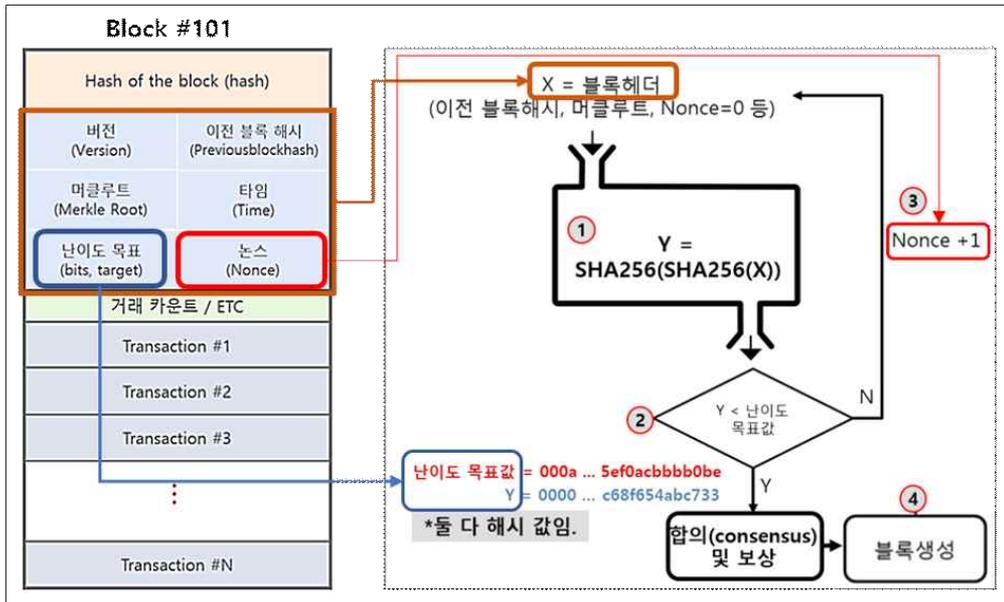
도크(Cynthia Dwork)와 모니 나오(Moni Naor)에 의해 제안된 개념으로 서비스의 거부 공격(Denial-Of-Service, DoS)이나 스팸 등으로 네트워크 자원이 오용 또는 남용되는 것을 방지하기 위해 고안된 기법이다. 작업증명은 서비스를 원하는 자에게 결코 작지 않으나 처리 가능한 수준의 과제를 요구하는 것이 핵심이다. 과제란 주로 컴퓨터 계산 자원을 소모해야 하는 일을 의미한다. 이 개념은 1993년에 제시됐지만 작업 증명이라는 용어는 마르커스 야콥슨(Markus Jakobsson)과 아리 주얼(Ari Juels)이 1999년에 쓴 논문에서 처음 등장한다(POW, 2017). 작업증명의 기본 철학은 나쁜 짓을 하려면 많은 자원을 소모하도록 해 나쁜 짓을 최대한 억제하자는 것이다. 비트코인이 적용한 작업증명은 해시 퍼즐의 정답을 찾는 것이다.

작업 증명으로 사용하기 위해서는 비대칭의 성질을 가져야 하는데, 이는 작업 증명을 하기 위해서는 엄청난 에너지가 소모되지만, 작업 증명한 것을 검증하는 것은 순식간에 이뤄져야 하는 속성이다, 비트코인 블록을 만들기 위해 해시 퍼즐 정답을 찾기 위해서는 2018년 12월 기준으로 대략 2^{75} 정도의 계산을 해야 하지만, 찾은 답이 정답인지 확인하는 것은 단 한 번의 계산으로 끝난다. 비트코인의 해시 퍼즐은 작업증명의 비대칭 성질을 매우 잘 따른다(이병욱, 2019).

[그림 2-19]는 해시 퍼즐을 찾는 과정을 요약해서 보여준다. ①에서 블록 헤더에 SHA-256를 두 번 연속해 적용한 해시 값을 구한다. ②에서는 이 값을 블록 목표 값과 비교해 그보다 크면 ③에서 난수를 하나 증가시켜 다시 ①을 반복하고, 만약 ②에서 블록 목표값보다 작으면 난수를 찾은 것이므로 ④에서처럼 블록을 완성한다. 특정 블록의 해시 값을 구하려면 난수를 변경시켜가며 조건에 맞는지 검사해야 한다. 현재 블록의 해시값을 구하려면 반드시 이전 블록의 해시 값을 알아야 한다. 블록 해시값은 미리 계산해 둘 방법이 없다. 블록 해시값을 계산하려면 이전 블록의 해시값이 있어야만 하기 때문이다(이병욱, 2019).

조건에 부합하는 수를 가장 먼저 찾아낸 채굴자에게는 일종의 인센티브가 주어지는 것이며, 발행 보상인 비트코인과 해당 블록 안에 있는 이체 수수료를 받게 된다(고용노동부, 2018). 경제적 보상이 채굴자들이

해싱(hashing) 작업에 참여하는 동기가 된다. 채굴 작업이 필요한 이유는, 수많은 경쟁자들이 서로 경쟁하고 감시함으로써 거래의 유효성을 철저히 검증하게 하는 것이며 누구도 신규 블록을 독점적으로 만들지 못하게 함으로써 임의의 조작이나 개입을 막기 위함이다(박종태, 2019). 비트코인의 경우, 이러한 과정을 통해 하루에 형성되는 블록의 수가 약 144개 정도로 알려져 있으며, 평균 10분에 한 개꼴로 새로운 블록이 추가되도록 난이도 목표치가 조정되어 있다. 채굴 시 각 정보는 P2P 네트워크에 존재하는 각 노드들에게 전송(broadcast)된다. 동일 네트워크에 존재하는 51% 이상 참여자들의 합의(Consensus)를 거쳐서 유효성이 확인되면 후보 블록이 신규 블록으로 확정된다. 확정된 블록은 이전 블록과 체인으로 연결되어 블록체인 원장의 일원이 되는 것이다(박종태, 2019).



[그림 2-19] 작업증명과 합의 및 새로운 블록의 생성 과정

출처: 이병욱. (2019) 재구성

2.4.7.2. 블록의 분기

분기(포크, Foke)란 거래내역에 대해 네트워크가 합의를 도출하지 못해서 네트워크가 분리되는 현상을 말한다. 비트코인 코어는 악의적인 목적으로 동시에 두 곳 이상의 계좌로 송금하는 행위를 방지하기 위해, 총 통화량, 그리고 The Longest Chain Wins 메커니즘을 이용한다.

중복 지출에 의해 블록체인이 분기(fork)될 경우, 다음 블록을 먼저 생성하여 한 쪽의 길이가 길어지는 체인이 옳은 것으로 간주하는 것을 ‘가장 긴 체인이 메인 체인이다(Longest Chain is Main Chain)’이라 한다(박종태, 2019). 이용자가 비트코인을 중복으로 사용하여 그 거래 내역이 서로 다른 노드들로 전송되면, 두 개의 블록이 생성된다. 채굴자들은 두 개의 블록을 가지고 경쟁적으로 다음 블록을 생성하고, 결국 경쟁에서 진 체인은 자연스럽게 소멸된다(이병욱, 2019).

2.4.8. 블록체인 기술의 활용 사례 및 선행연구

2.4.8.1. 스타트업의 블록체인 활용사례

핀테크의 성장은 금융회사 중심의 금융서비스에 많은 변화를 가져오고 있으며, 그중 블록체인은 향후 2~5년까지 전 세계 은행의 80%가 활용할 것으로 예측하고 있다(WEF, 2016). 이러한 변화에는 스타트업(Start-up)의 혁신적인 기술과 아이디어로부터 시작되었으며, 다양한 산업과의 협력을 통해 변화를 촉진하고 확장해 나가고 있다. 스타트업은 블록체인 플랫폼을 가지고 기존시스템을 대체하여 동일한 서비스를 제공하기 위한 기반 기술을 보유 또는 개발 중이다(금융통신산업진흥원, 2018).

[표 2-22]와 같이 금융 분야에서는 은행, 증권 등 금융 분야에서 제공하는 증권거래, 청산결제, 송금 등의 금융 서비스를 블록체인을 활용하여 개발 중이고, 비금융 분야에서는 신원관리, 공증, 소유권 증명, 투표 등과 같은 범용적으로 이용될 수 있는 기술을 개발하는데 블록체인을 활용하고 있다(금융보안원, 2017).

[표 2-22] 스타트업의 블록체인 기술 활용 사례

분야	구분	사례
금융	증권 거래	<ul style="list-style-type: none"> • 블록체인 기반의 거래 플랫폼 제공 • Kraken, BitShares, T0.com, DXMarkets 등
	청산결제/송금	<ul style="list-style-type: none"> • 정부의 규제 내에서 거래를 관리 → 각종 통화와 가상화폐를 이용 플랫폼 개발 • Clearmatics, SETL, Epiphyte, ABRA 등
	투자/대출	<ul style="list-style-type: none"> • 투자자와 스타트업 기업을 연결 → 투자금을 확보 플랫폼 제공 • Funderbeam, WeiFund, MoneyCircles, Loanbases 등
	상품거래소	<ul style="list-style-type: none"> • 블록체인 기반의 거래 플랫폼 제공 → 자산과 금융상품 거래가 가능하도록 기능을 제공 → 이용가능 가상화폐 추가 • Lyke, Counterparty 등
	무역금융	<ul style="list-style-type: none"> • 무역거래 문서 → 위변조 방지, 처리절차 간소화 • Skuchain, wave 등
비 금융	신원관리	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털화된 신원 정보 관리 기능 제공 • BlockScore, Chainalysis, Elliptic, Onename 등
	공증/ 소유권	<ul style="list-style-type: none"> • 공증, 소유권 등과 관련된 문서 위조, 변조 → 검증, 인증, 사기탐지 • Block Notary, Empoweredlaw, Stampery 등
	전자투표	<ul style="list-style-type: none"> • 전자투표의 신뢰성, 투명성을 제공 • Blockchain Technologies 등
	수송	<ul style="list-style-type: none"> • GPS를 이용 → 차량의 움직임으로 토큰을 생성 → 생성된 토큰을 활용 플랫폼 제공 • La'Zoz 등
	유통	<ul style="list-style-type: none"> • 중개기관을 대체 거래 플랫폼 개발 • pey, Gyft, Purse, Provenance 등
	보안	<ul style="list-style-type: none"> • 화이트리스트 기반의 정보 관리 기능 개발 • Chronicled, Slock.it, Filament 등

출처: 금융보안원. (2017)

2.4.8.2. 기존 금융 산업 및 공공 서비스 부문의 블록체인 활용사례

기존의 금융 산업에서는 [표 2-23]과 같이 스타트업과 협력하여 실제 서비스를 개발하며, 상용화된 검증 테스트를 거친 후 적용 범위를 확장하고 있는 중이다. 금융 주도 사례로는 중개 기관이 필요하거나 디지털화되지 않은 서비스(세계은행 금융전자통신기구 :SWIFT, 장외주식 거래 등)에 대해 절차 간소화, 자동화하는데 주로 활용하고, 정부 주도 사례로는 주로 금융 산업에 국한되었으나, 거래 내역의 투명성, 추적 가능성 등을 이용하여 정보를 안전하고 편리하게 보관할 수 있도록 기능을 공공서비스를 위해 블록체인을

활용하고 있다(금융보안원, 2017).

[표 2-23] 기존 산업 및 공공서비스 부문의 블록체인 활용사례

분야	구분	사례
기존 금융 산업	청산결제	<ul style="list-style-type: none"> 스마트계약 등을 활용하여 청산결제 시스템을 대체 → 절차 간소화, 자동화 RBS, Mizuho 등
	해외 송금	<ul style="list-style-type: none"> 저렴하고 빠른 서비스를 제공 CBW Bank, Fidor Bank, Westpac, Visa-Europe 등
	증권 거래	<ul style="list-style-type: none"> 주식시장, 장외시장 → 중개기관 없애고, 거래 시간 단축 Nasdaq, UBS, LHV 등
	투자	<ul style="list-style-type: none"> 투자 플랫폼 → 디지털 화폐로 직접 투자 KPCB 등
	보험	<ul style="list-style-type: none"> 고가 상품에 대한 거래정보 관리 → 보험사기 방지 Aviva 등
	위험 관리	<ul style="list-style-type: none"> 거래내역을 분석 → 위험 거래 탐지, 의심 거래자 경고 Bank of America 등
공공 서비스	전자투표	<ul style="list-style-type: none"> 투표 진행 결과 → 블록체인에 기록 → 투명성을 유지 덴마크, 호주 등
	전자화폐	<ul style="list-style-type: none"> 국가별 중앙은행 → 공식적인 화폐로 활용(예정) 영국, 필리핀 등
	전자 시민권	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 신원확인 기능 활용 에스토니아 등
	소유권 기록	<ul style="list-style-type: none"> 토지의 소유권 → 저장·관리 활용 온두라스 등
	기록물 관리	<ul style="list-style-type: none"> 정부 기록물 관리에 활용 영국(디지털서비스청), 미국(버몬트주) 등

출처: 금융보안원. (2017)

블록체인 기술은 공공서비스 분야에서도 다양하게 적용될 수 있으며, [표 2-24]와 같이 해외에서는 이미 전자투표를 블록체인 기술과 연계하여 믿을 수 있고 신속한 개표를 진행하거나 연금 및 수당 지급을 위한 복지 분야의 적용, 신원정보관리, 부동산 거래 등의 분야에서 다양한 시도가 진행되고 있다(노동고용부, 2018).

2.4.8.3. 블록체인 기술 적용 선행연구

블록체인 기술을 적용한 선행연구는 [표 2-24]와 같다.

[표 2-24] 블록체인 기술을 적용한 선행연구

연구자	연도	연구분야	연구 내용
Ivan	2016	의료 (사례분석)	환자 데이터를 기록하고 공유하는 현행 시스템의 문제점을 지적하고 블록체인을 기반으로 한 해결방안을 제시함
Vian et al.	2016	스마트 헬스 (시나리오기법)	미국의 국민 의료보장제도인 메디케이드 프로그램에 블록체인 기술을 도입한 스마트 건강 프로파일을 소개하고 이를 통해 얻을 수 있는 기대효과를 전망함
김정석	2017	블록체인기술 특성(실증분석)	블록체인 기술의 특성, 보안성 신뢰성 다양성,경제성이 성과기대,노력기대, 수용 의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구
박종석	2018	거래인증기술 (실증분석)	블록체인 기반 거래인증 기술 도입에 대한 소비자 지식 및 기반 기술 인식 차이에 대한 연구를 혁신저항을 매개 실증분석
김상민	2019	국가전자조달 시스템 (시스템 제안)	국가 종합전자조달시스템에서의 입찰 문서에 대한 블록체인(Blockchain) 기술 및 활용 프레임 개발
박종태	2019	인사채용시스템 (실증분석)	통합기술수용이론을 적용한 블록체인 인사채용시스템 설계 및 구현
문준호	2020	스마트 헬스케어 (시스템 설계)	분산 원장 기반의 개인 주도적 건강데이터 관리 프레임워크의 설계 및 구현
김연대	2020	국제무역 (사례연구)	블록체인 기반 일차산품 국제무역 활성화 방안에 관한 연구
Kwon B, et al.	2020	증권 대차거래 (실증 분석)	블록체인 기반 증권 대차거래 시스템 수용에 관한 연구

2.5. 정보시스템 아키텍처

2.5.1. 정보시스템 아키텍처 개관

2.5.1.1. 정보 시스템 아키텍처의 의미

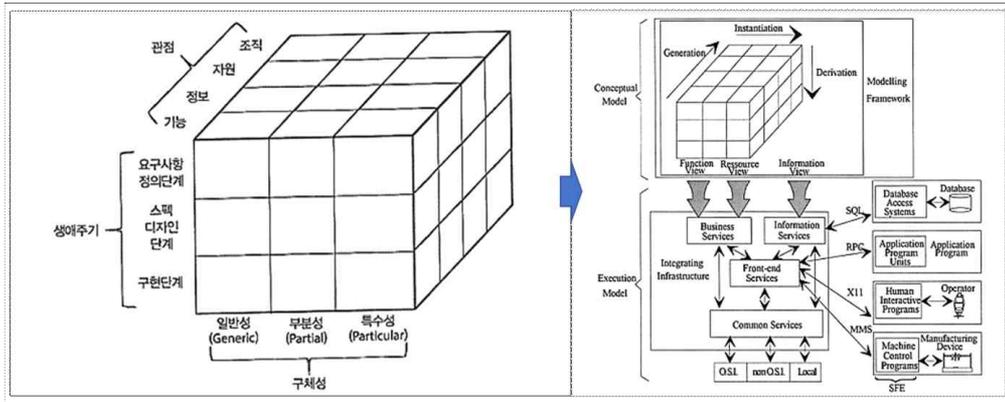
아키텍처(architecture)는 특정 시스템의 구조 즉, 구성요소와 그들 간의

관계, 설계 및 설계 변경에 대한 기준 등을 정의한 모델들의 집합체를 가리킨다(김덕현, 2019). 아키텍처는 시스템을 이루는 구성요소, 요소들 간의 관계, 그리고 그 관계에 적용할 수 있는 규칙에 대한 지식 체계이다. 인간이 만들어 낸 각종 유무형의 시스템에는 모두 아키텍처가 존재한다. 아키텍처는 시스템을 표현하는 체계이자, 실제로 시스템을 설계 및 구현하는 사람에게 효율적인 지식을 전달하는 수단이며 규범이다. 아키텍처를 표현할 때 가장 널리 쓰이는 방식은 목적물을 ‘기능’과 ‘부품’의 관점으로 나누고 이 둘의 관계를 살펴보는 것이다. 기능은 무엇(what)의 관점에서 제품이 수행해야 하는 역할을 기술한다. 부품은 어떻게(how)의 관점에서 기능을 구현하기 위한 물리적 실체를 기술한다. 아키텍처를 활용하면 목적물의 기능과 기능을 구현하기 위해 필요한 부품을 순차적으로 파악해 나갈 수 있다.

2.5.1.2. 정보시스템 설계시 아키텍처 활용의 유용성

아키텍처를 이용한 시스템의 설계와 분석은 다음과 같은 유용성을 가진다. 첫째, 기능과 부품으로 대별되는 관점을 제공하여 시스템을 균형 있게 파악할 수 있다. 기능이 사용자의 관점에서 시스템이 제공해야 하는 역할을 기술한다면, 부품은 설계자 관점에서 기능의 구현 방안을 기술한다. 즉, 아키텍처는 사용자와 설계자의 시각으로 시스템을 바라보고 이 둘을 연관시킴으로써 균형 잡힌 시각으로 시스템을 분석하고 설계할 수 있도록 도와준다. 둘째, 아키텍처를 통해 파악한 기능과 부품 간의 연관 관계는 시스템 개발을 둘러싼 각종 관리적 이슈를 해결한다. 같은 기능을 수행하는 시스템일지라도 어떠한 아키텍처를 채택하느냐에 따라서 시스템의 변경, 다양화, 표준화, 성능 개선 및 개발관리 등 각종 관리적 이슈에 지대한 영향을 미치게 된다(홍유석, 2017). 아키텍처의 활용은 여러 분야에서 시도되어 왔다. 1980년대 이후 정보통신 기술의 급속한 발전과 함께 진행된 컴퓨터 통합생산의 일환으로 기업 모델링 및 경영 시스템의 구축과 운영을 위한 다양한 아키텍처 모형의 개발이 되었다. 가장 대표적인 예로는 CIM/OSA(computer integrated manufacturing open system architecture)들

수 있다(Beeckman, 1989). [그림 2-20]과 같이 시스템을 바라보는 다양한 구체성의 정도, 생애주기 관점을 제공함으로써 더욱 균형 잡힌 계획 및 통제를 가능케 하였다. 그 외에 PERA(Purdue enterprise reference architecture) 역시 유사한 모형으로, 기업활동의 체계적 분석 및 모델링을 강조하였다(Williams, 1994).



[그림 2-20] CIM-OSA model 및 적용

출처: Beeckman. (1989); Williams. (1994); Chen. (1997)

2.5.1.3. 정보시스템의 성공과 소프트웨어 아키텍처의 역할

정보시스템의 소프트웨어 아키텍처란 시스템을 추론하는 데 필요한 구조의 집합으로, 시스템은 소프트웨어 요소와 이들 사이의 관계, 그리고 이들 요소와 관계의 속성으로 구성된다(Bass, Clements, and Kazman, 2013).

정보시스템의 소프트웨어 아키텍처의 구성요소는 컴포넌트(component), 상호작용(interaction), 정형화된 구조(well-formed structure), 시스템 구축 이유(reason), 다양한 관점(various perspectives)이다(고석하, 2012). 첫째, 컴포넌트(component)는 전체 또는 전체의 기능(functionality)이 부분으로 분할되어야 한다(고석하, 2012). 둘째, 컴포넌트들은 상호작용(interaction)을 통해서 협력(collaboaration)해야 한다. 셋째, 컴포넌트들은 드러나 보이는, 정형화된 형태의 구조(well-formed structure)를 유지하면서 통합되어야 한다.

넷째, 고려되었던 대안들에 대한 분석(analysis)과 시스템 구축 의사결정들에 대한 구체적인 이유(reason), 즉 지식(knowledge), 제약(constraints), 논리(rationale)가 명시적으로 제시되고 기록되어야 한다. 다섯째, 아키텍처는 다양한 관점 (various perspectives)을 반영하여야 한다.

소프트웨어 아키텍처는 현재의 요구사항뿐만 아니라 변화되는 비즈니스 전략에 대응할 수 있도록 장기적인 로드맵을 수용하여 확장 가능한 형태로 디자인해야 하며, 가능하면 구현 및 사용하고자 하는 조직의 기술 수준, 조직의 규모와 형태 그리고 비즈니스의 형태에 맞춰서 설계되어야 한다(조대협, 2015). 성공적으로 비즈니스 목표를 성취하기 위해서는 정보시스템의 신속한 구축(Time to market), 비용 절감, 품질 향상 등과 같은 요구 사항을 반영하고 기술적 변화를 효율적으로 수용할 수 있는 유연성을 제공할 수 있는 소프트웨어 아키텍처가 필요하다(이영미, 2002). 비즈니스 전략 및 시스템에 대한 품질 요구 사항이 반영된 아키텍처는 소프트웨어 및 개발 프로세스의 복잡도(Complexity) 제어를 용이하게 하고, 위험 요소를 도출하고 완화할 수 있도록 함으로써 시스템 무결성을 보증하여 프로젝트 성공을 위한 기준을 확보할 수 있도록 한다(이영미, 2002).

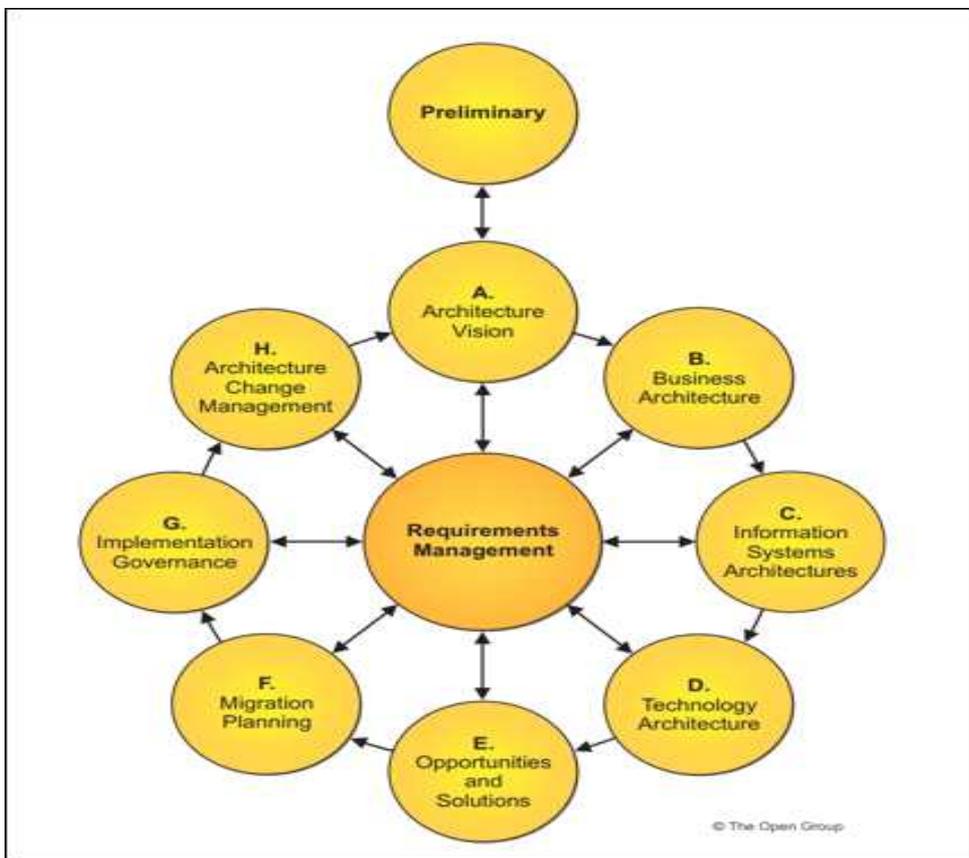
아키텍처가 튼튼한 정보시스템이 결국엔 성공한다. 아키텍처가 튼튼한 시스템은 결함이 적고 응집력이 강한 시스템이다. 튼튼하게 아키텍처가 설계된 시스템은 업무상 문제를 최소화할 수 있으며, 업무 로직이 변경되는 경우라도 쉽게 대응할 수 있어 생명력이 긴 소프트웨어 시스템을 만들어낼 수 있다(Bass, Clements, & Kazman 2013)

2.5.2. 정보 시스템 아키텍처 설계 프로세스

2.5.2.1. 소프트웨어 아키텍처 설계 프로세스

정보시스템은 소프트웨어와 하드웨어의 집합체이다. 하드웨어의 구성은 연구범위에서 제외하였다. 따라서 정보시스템 설계는 소프트웨어 설계의 범주에 포함된다. 소프트웨어 아키텍처 설계 방법론은 여러 가지가 있으나,

주로 사용되는 프레임 워크로는 Zachman Framework(ZF), Federal Enterprise Architecture (FEA), TOGAF 등이 있다(조대협, 2015). 그러나 ZF나 FEA와 같은 전통적인 방법론들은 학문적이고, 그 깊이가 매우 깊어서 실무에 적용하기가 매우 어려운 반면, TOGAF는 The Open Group에서 만들어지고 실무에서 활발히 적용되고 있다(조대협, 2015). TOGAF의 아키텍처 개발 방법론(Architecture Development Method: ADM)의 기본구조는 [그림 2-21]와 같다.



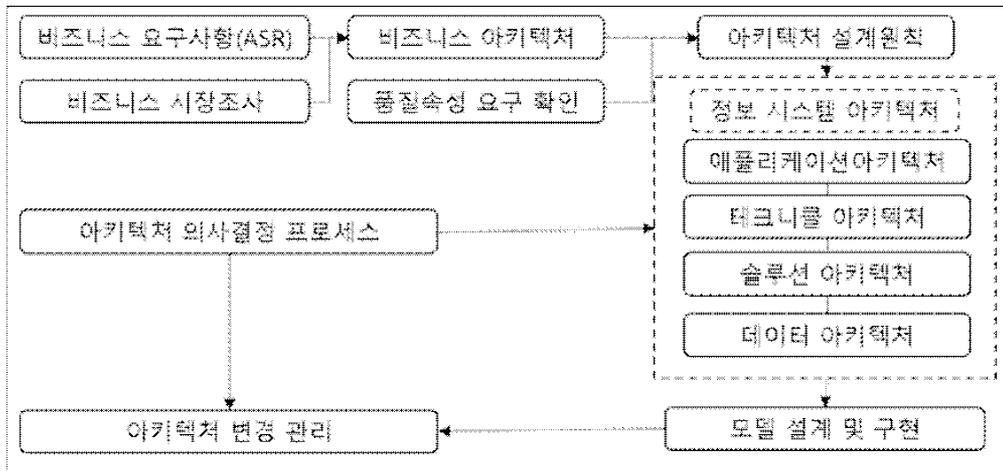
[그림 2-21] TOGAF의 Architecture 개발 사이클

출처: The Open Group. (2018)

TOGAF 아키텍처 작성에는 다른 아키텍처 프레임 워크의 요소를 채택하거나, TOGAF 방법을 ITIL®, CMMI®, COBIT®, PRINCE2®,

PMBOK® 및 MSP®와 같은 다른 표준 프레임 워크 또는 모범 사례와 통합하기도 하였다. 또한 IT4IT™ 참조 아키텍처와 같은 TOGAF 라이브러리의 레퍼런스 자료를 채택하기도 하였다(The Open Group, 2018).

본 연구에서는 Open Group에서 만든 TOGAF (The Open Group Architecture Framework)아키텍처 설계 방법론을 기반으로 하여 [그림 2-22]와 같이 경량화한 프로세스를 활용하였다.



[그림 2-22] 소프트웨어 아키텍처 설계 프로세스

출처: 조대협. (2015) 수정

먼저 비즈니스 요구 사항을 기반으로 한 비즈니스 아키텍처를 정의한다. 비즈니스 아키텍처란 구현하고자 하는 소프트웨어의 기능, 시장 상황, 로드맵 등 기술보다는 비즈니스 관점에서의 소프트웨어를 정의한 모델이다. 주로 요구 사항 정의서나 시장 조사서를 기반으로 이를 요약해서 정리해 놓은 것을 비즈니스 아키텍처라고 한다. 비즈니스 아키텍처가 정의되었으면 다음으로는 설계 원칙을 정의한다. 아키텍처 설계 중 여러 가지 옵션이 나왔을 때 의사 결정의 기초가 되는 것으로, 시스템의 설계 사상에 해당한다. 이 아키텍처 설계 원칙과 비즈니스 아키텍처를 기반으로 기술적인 시스템 아키텍처를 구현한다. 시스템 아키텍처는 관점에 따라서 소프트웨어 코드로 구성되는 애플리케이션 아키텍처, 하드웨어 등 인프라에 대한 테크니컬

아키텍처, 웹 서버 데이터베이스 구성 등에 관련되는 솔루션 아키텍처와 데이터 저장 구조를 기술하는 데이터 아키텍처로 구분된다. 아키텍처 설계 과정 중 의사결정이 필요한 경우에는 앞서 언급한 아키텍처 설계 원칙을 기반으로 하여 내부적인 의사결정 프로세스(아키텍처 의사 결정 프로세스)에 따른다(조대협, 2015).

2.5.2.2. 아키텍처 설계와 관련된 중요 요구사항(ASR) 식별

아키텍처는 요구를 만족시키는 정보시스템을 구축하기 위해 존재한다. 중요한 요구(Architecturally Significant Requirement, ASR)는 아키텍처에 심각한 영향을 미치는 요구다. ASR을 알지 못하면 성공적인 아키텍처를 설계할 수 없다. ASR은 아키텍처가 시스템에게 제공해야 하는 성능, 보안, 변경용이성, 가용성, 사용 편의성과 같은 품질 속성 요구의 형태를 갖는다. 아키텍처 설계 전문가인 아키텍트(architect)는 ASR을 식별해야 한다. ASR을 식별하는 방법은 다음과 같다(Bass, Clements, & Kazman 2013).

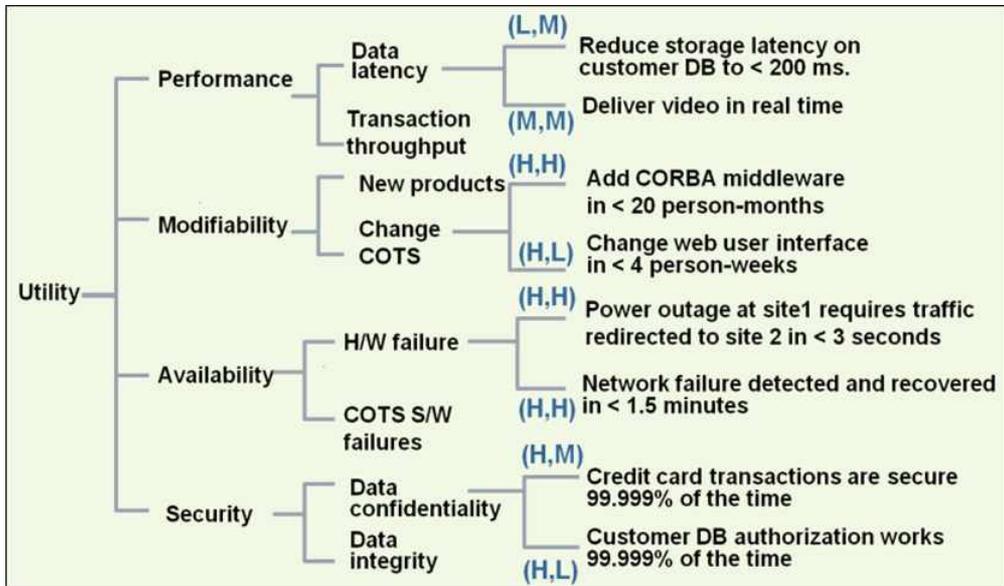
첫째, 요구문서로 수집하는 방법이다. 후보 ASR을 찾을 수 중요한 수단은 요구 문서나 사용자 인터뷰이다. 아키텍처는 대부분 품질 속성 요구 따라 작성된다. 이들은 가장 중요한 아키텍처 결정 사항을 결정하고 제약한다.

둘째, 이해당사자 인터뷰로 수집하는 방법이다. 적절한 이해당사자를 인터뷰하는 것은 그들이 알고 있고 필요한 것을 배우는 가장 확실한 방법이다. 이해당사자로부터 정보를 수집하는 대표적인 방법이, 품질 속성 워크샵(QAW: Quality Attribute Workshop)이다. 이해당사자 인터뷰 결과는 아키텍처 구성요인, architects driver 목록 및 이해당사자가 우선순위를 정한 품질 속성 집합을 포함해야 한다.

셋째, 비즈니스 목표에서 수집하는 방법이다. 비즈니스 목표는 시스템을 구축하는 존재의 이유다. 어떤 조직도 이유 없이 시스템을 구축하지 않는다. 비즈니스 목표는 아키텍트의 주된 관심사다. 비즈니스 목표를 도출하고 문서화하는 방법론을 PALM(Pedigreed Attribute eLicitation Method)이라고 한다. PALM은 비즈니스 목표 표준 목록과 비즈니스 목표 시나리오 형식을

사용한다. PALM은 라이프사이클 초기에 놓친 요구를 찾아내는 데 사용될 수 있다.

넷째, 유틸리티 트리를 이용한 방법이다. 정보시스템 설계 후 시간이 지나거나 주요 시스템이 변경된 경우에 ASR를 재사용할 수 있도록 일목요연한 단일 문서목록이 필요하다. 단일 목록을 사용하면 기존 ASR을 평가에도 유용하며, 아키텍처 요인과 이해당사자 또는 비즈니스 목표의 확인에도 유용하다. 단일목록정리는 유틸리티 트리(Utility tree)를 사용할 수 있다. 유틸리티 트리의 예시는 [그림 2-23]과 같다.



[그림 2-23] 유틸리티 트리의 예시

출처: <https://www.slideshare.net/ssuserff7918/atam-19297511>. (2020)

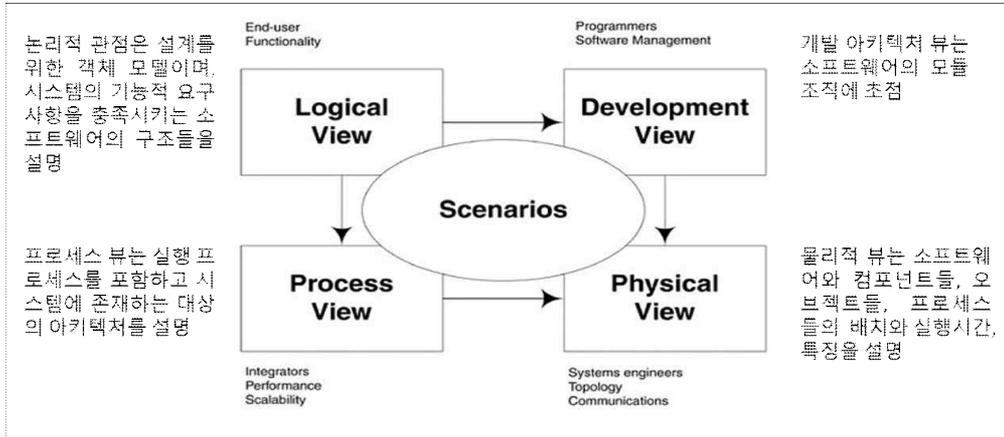
유틸리티 트리는 유틸리티(utility)라는 루트 노드로 시작한다. 다음에는 시스템이 노출해야 하는 주요 품질 속성 목록을 제시함으로써 루트 노드를 다듬는다. 각 품질 속성 밑에는 해당 품질 속성의 특정한 정제(refinement)를 기록한다. 각 정제의 하위에는 적절한 ASR을 기록한다. 각 ASR은 후보 ASR의 비즈니스 가치와 ASR이 정보시스템에 미치는 영향을 평가하는데, 평가방식은 H(높음), M(중간), L(낮음)으로 한다. 비즈니스 가치가 H이면

반드시 가져야 하는 요구이고, M은 중요하지만 생략해도 프로젝트가 실패하지는 않는 요구이고, L은 가지면 좋지만 많은 노력을 해야 할 필요는 없는 요구다.

2.5.2.3. 시스템 아키텍처 설계관점 구조화 방법

모델이란 시스템을 기술하기 위해 사용하는 추상화 방법으로 시스템을 가시화, 명세화, 문서화, 그리고 구축하는 추상 개념들을 분할한 것이다(Jacobson, 1999). 이론적으로, 전체 시스템은 단일의 추상화 수준, 즉 하나의 다이어그램(Diagram)을 사용해서 표현할 수 있다, 전체 시스템을 하나의 다이어그램으로 표현하면 한 눈에 전체 시스템의 구조를 파악하는 것이 가능하기 때문에 시스템 이해에 많은 도움이 되며, 개발자와 사용자 사이의 의사소통이 원활해진다(허분애, 2000). 현실적으로 전체 시스템을 하나의 다이어그램으로 표현하는 것은 어렵지만, 객체 지향 모델링 기법의 뷰(View) 개념을 사용하면 시스템 아키텍처를 기능적, 비 기능적 그리고 조직적인 측면 등 다양한 관점에서 기술할 수 있다(허분애, 2000).

뷰(View)란 시스템 모델에 대한 조직과 구조의 투영으로, 각각의 뷰는 개발하는 시스템을 바라보는 이해 당사자들의 관점을 나타낸다. UML(Unified Modeling Language)은 객체 지향 모델링을 위한 산업 표준으로, 객체 개념에 기초하여 소프트웨어, 시스템, 그리고 실세계의 모델을 표현하기 위해서 만들어진 모델링 언어이다(Hitz, Kappel, 1999). 시스템 아키텍처는 전체 시스템의 구조를 나타내며, 시스템을 바라보는 다양한 관점을 다루는데 사용되는 가장 중요한 산출물이다. UML에 의하면, 시스템 아키텍처를 표현하는 여러 가지 관점들은 [그림 2-24]와 같은 4+1 뷰 아키텍처 모델에 기반을 두고 있다(허분애, 2000). UML의 4+1 뷰 아키텍처 모델은 사용자 사례 뷰(Use case View or Scenarios), 논리 뷰(Logical View or Structural View), 프로세스 뷰(Process View or Behavioral View), 구현뷰(Implementation View or Development View) 그리고 배치뷰(Deployment View or Physical View) 등의 다섯 가지 뷰로 구성된다(Kruchten, 1995).



[그림 2-24] 4+1 뷰 모델

출처: <https://hsohe74.tistory.com/13> 수정

Kruchten(1995)의 설명에 따라 각 뷰의 요소들을 정리하면 [표 2-28]와 같다.

[표 2-25] 4+1 뷰 모델 구성요소 설명

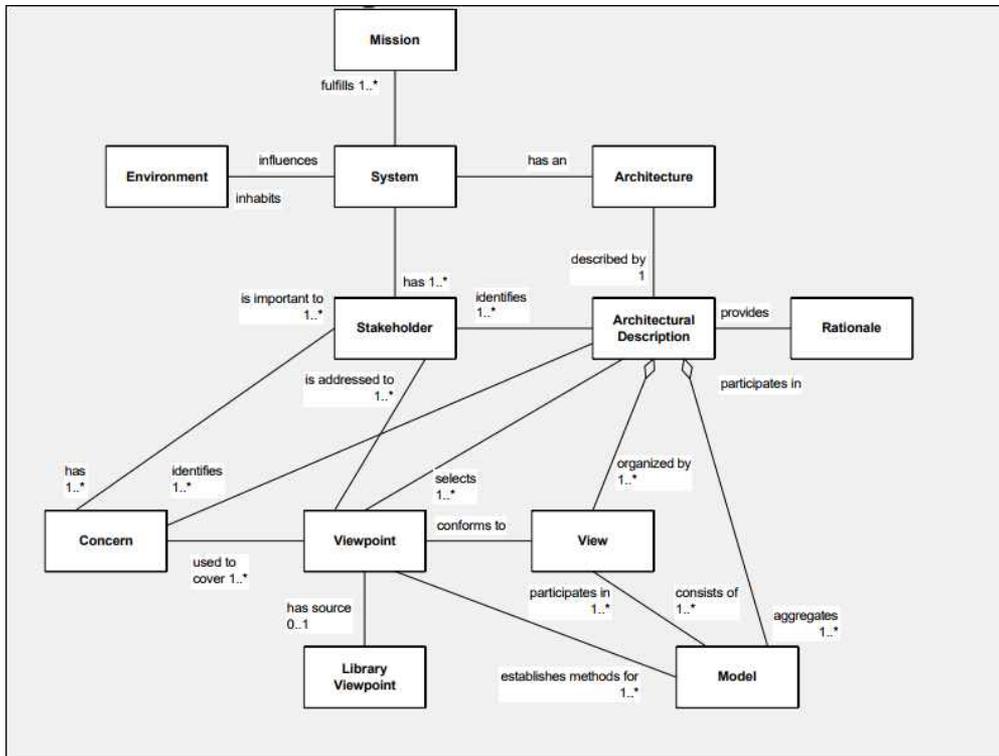
뷰 구분	Stakeholder/ Requirements	설명
Logical View	End-user / Functional Requirements	객체지향 디자인 방법을 사용한 디자인 객체모델이다
Process View	Integrator(s) / Non-Functional Requirements	디자인의 the concurrency and synchronization 관점을 취한 것이다.
Physical/ Deployment View	System Engineers/ Non-functional Requirements for hardware	하드웨어와 소프트웨어를 맵핑하고 배포 관점을 반영한 것이다
Development/ Implementation View	Programmers and Software Managers /Software module organization	개발환경에서 소프트웨어의 정적 환경을 묘사한 것이다.
Use-case View/ Scenarios	All users of other views and Evaluators / System consistency, validity	아키텍처는 4가지 관점을 중심으로 구성하고, 5번째 관점인 시나리오를 가지고 설명한다. 아키텍처는 시나리오에서 발전된 것이다.

출처: Kruchten. (1995)

2.5.2.4. 소프트웨어 아키텍처 설계 도면 작성 방법

시스템 설계관점(View)에 따라 건축물을 설계와 마찬가지로 소프트웨어 아키텍처의 설계에도 도면이 필요한데, UML(Unified Modeling Language)에는 많은 다이어그램을 활용하여 소프트웨어 아키텍처의 설계를 체계화하는 골조의 도면이 정해져 있다.

이해관계자(Stakeholder)의 시점을 고려해 아키텍처 서술을 정의하고 있는 것이 IEEE std1471-2000 표준 프랙티스이다(IEEE Standards Association, 2000). [그림 2-25]는 IEEE std1471-2000의 아키텍처 서술이다.



[그림 2-25] IEEE 1471 Conceptual Framework

출처: IEEE Standards Association, (2000)

2.5.3. 소프트웨어 아키텍처 디자인 방법

소프트웨어 아키텍처 설계 방법은 미국 Carnegie Mellon 대학의

SEI(Software Engineering Institute)에서 연구 개발한 아키텍처 기반 모델 디자인(ABD: Architecture Based Design)과 품질속성 기반 모델 디자인(ADD: Attribute Driven Design)을 대표적으로 볼 수 있다(고현희, 2005).

2.5.3.1. 아키텍처 기반 모델 디자인(ABD)

ABD(Architecture Based Design)는 상위 수준의 소프트웨어 아키텍처를 설계하기 위한 방법으로 특정한 제품을 만들 때 다양성에 대한 필요를 허용하는 추상적인 수준에서 기능적 요구사항, 품질요구사항, 그리고 비즈니스 요구사항을 만족하도록 한다(고현희, 2005). ABD 방법은 개념적 소프트웨어 아키텍처를 설계하는 일련의 단계를 제공하고, 개념적 소프트웨어 아키텍처는 기능의 구조, 스레드를 위한 동기화 시점 식별, 그리고 기능을 프로세스에 할당하는 것들을 제공한다(고현희, 2005). ABD 방법은 시스템의 아키텍처 동인(driver)을 결정하는 데 의존한다. 아키텍처 동인(driver)은 비즈니스, 품질, 기능 요구사항을 모두 조합한 것이다(Bachmann, 2000). ABD 방법론의 수행단계는 [표 2-26]과 같다.

[표 2-26] ABD 방법론의 수행단계

기능 분할 → 아키텍처 스타일 선택 → 기능에 아키텍처 스타일 할당 → 템플릿 정제 → 기능검증 → 동시성 뷰(Concurrency view) 생성 → 배치(Deployment view)뷰 생성 → 품질 시나리오 검증 → 제약사항 검증.
--

출처: 고현희. (2005) 수정

ABD는 전체 시스템의 분해 기법에 기반을 두고 있다. 분해 작업을 통해 디자인 요소를 만든 후 디자인 요소 내에서 논리적 뷰를 정의하고 동시성 뷰와 배치 뷰를 정의한 후 검증과정을 거쳐 다시 논리적 뷰로 피드백되는 프로세스로 구성되어 있다. 한계점은 다음과 같다, ABD 방법에서는 아키텍처 스타일의 선택 시 설계자의 경험과 주관에 의존하고 있고, 스타일의 대안에 대한 고려나 선택한 아키텍처 스타일의 적합성에 대한 평가방법이 제시되지

않고 있다(고현희, 2005).

2.5.3.2. 품질속성 기반 모델 디자인(ADD)

미국 SEI(Software Engineering Institute)에서 연구 개발한 소프트웨어 아키텍처 설계 방법인 품질 속성 기반의 설계 방법론(Attribute Driven Design) ADD는 기능요구사항과 품질 요구사항 둘 다에 그리고 다른 시스템에서 이러한 품질 목적 달성에 성공적이었고 증명된 아키텍처 접근법을 구별하는 것에 기반을 두고 있다(Bachmann, 2001). ADD 방법론은 아키텍처 패턴을 통해 어떻게 품질 목표를 달성할 것인가를 이해하는데 기반을 두고 있다. ADD 방법론의 수행 단계는 [표 2-27]과 같다

[표 2-27] ADD 방법론의 수행 단계

분해 대상 모듈 선택 → 모듈 분해 및 정제 → 아키텍처 동인 결정 → 아키텍처 스타일 선택 → 모듈 실체화 및 기능 할당 → 하위 모듈의 인터페이스 정의 → 유스케이스, 품질 요소 정제 및 검증 → 하위 모듈 제약사항 변경 → 모듈 분해 반복.

출처: 고현희. (2005) 수정

ADD 방법론은 우선 품질 속성 달성방안을 고려해서 아키텍처 스타일을 결정하고, 결정한 아키텍처 스타일에 따라 분할(decomposition)을 수행한다(고현희, 2005). 분할된 구성요소들의 관계가 결정되면, 구성요소들의 기능요구사항을 구체화한다. 분할은 구성요소를 더 이상 분해할 수 없을 때까지 반복한다(고현희, 2005). ADD는 초기 단계의 분할만 수행한다. ADD의 결과로 얻은 아키텍처는 세세한 부분까지 다루지 않고 시스템의 기능을 담아낼 수 있는 구성요소와 구성요소들 사이의 관계를 찾는 것을 목표로 한다(고현희, 2005). ADD에서도 ABD에서처럼 아키텍처 접근법 또는 스타일의 대안에 대한 고려나 선택한 아키텍처 스타일의 적합성에 대한 평가 방법이 제시되지 않고 있다(고현희,2005).

2.5.4. 정보시스템 아키텍처 모델 설계 방법

2.5.4.1. 정보시스템 아키텍처(EA)의 정의

EA라는 용어는 80년대 후반부터 사용되기 시작하여, 연구자나 도입 조직에 따라서 정보기술 아키텍처(Information Technology Architecture, ITA), 정보 아키텍처(Information Architecture, IA), 전사적 정보기술 아키텍처(Enterprise Wide Information Technology Architecture, EWITA), 정보시스템 아키텍처(Information System Architecture, ISA), 정보시스템 기술 아키텍처(Information Systems Technology Architecture, ISTA) 등의 여러 용어를 사용해 왔다(정승렬, 강재화, 이봉규, 2010). 초기에는 ITA가 단순히 IT 아키텍처에 대한 정의였고, EA는 좀 더 비즈니스적인 내용을 담고 있었으나, 현재는 EA를 공식적인 용어로 사용하고 있다(정승렬, 강재화, 이봉규, 2010). EA에 관한 정의는 [표 2-28]과 같다.

[표 2-28] 정보시스템 아키텍처의 정의

연구자	정의
한국정보화진흥원 (2003)	업무와 관리절차, 그리고 정보기술 간의 현재 상태와 미래의 요구되는 관계를 명시한 기술 또는 문헌
정보시스템의 효율적 도입 및 운영 등에 관한 법률 (2005)	일정한 기준과 절차에 따라 업무, 응용, 데이터, 기술, 보안등 조직 전체의 정보화 구성요소들을 통합적으로 분석한 뒤 이들 간의 관계를 구조적으로 정리한 체제 및 이를 바탕으로 정보시스템을 효율적으로 구성하기 위한 방법
Zachman (1987)	기업의 지식 기반 구조를 구성하는 기본적, 설명적인 산출물의 집합
OMB (1997)	조직의 전략적 목표와 정보자원 관리 목표를 달성하기 위해 새로운 정보기술을 획득하고 기존 정보기술을 유지, 진화하기 위한 통합된 프레임워크
Winter and Schelp (2008)	비즈니스의 효과적인 운영과 최대 성과를 거두기 위해 IT와 비즈니스를 최적화 연계시키기 위한 도구
Caetano et al., (2009)	조직을 관리하고 이해하는데 필요로 하는 요소들을 표현하고 통합하며 일관되게 정렬하기 위한 지속적 프로세스의 결과
김덕현 (2019)	EA 또는 ITA는 업무 프로세스, 정보, 애플리케이션, 기술 등을 정의한 모델들의 집적체로서 현재 상태(AS-IS)와 목표 상태(TO-BE)의 정의, AS-IS로부터 TO-BE로 전환해 가기 위한 계획 등을 포함한다

출처: 정승렬, 강재화, 이봉규. (2010) 수정

한국정보화진흥원은 "업무와 관리절차, 정보기술 간의 현재 상태와 미래의 요구되는 관계를 명시한 기술 또는 문헌"으로 정의하였으며, 정보시스템의 효율적 도입 및 운영 등에 관한 법률은 "일정한 기준과 절차에 따라 업무, 응용, 데이터, 기술, 보안 등 조직 전체의 정보화 구성요소들을 통합적으로 분석한 뒤 이들 간의 관계를 구조적으로 정리한 체계 및 이를 바탕으로 정보시스템을 효율적으로 구성하기 위한 방법"으로 정의하고 있다. 이와 같은 정의들을 종합해 보면 EA는 "조직의 현재부터 미래까지의 업무와 정보기술 간의 관계를 명확히 정의하고 관리하기 위한 청사진인 동시에 체계라고 할 수 있으며, 세부 영역으로 업무, 응용, 데이터, 기술 등의 네 가지 하위 아키텍처를 가지는 것"으로 정의된다(정승렬, 강재화, 이봉규, 2010).

2.5.4.2. 정보시스템 아키텍처 모델 기능요소

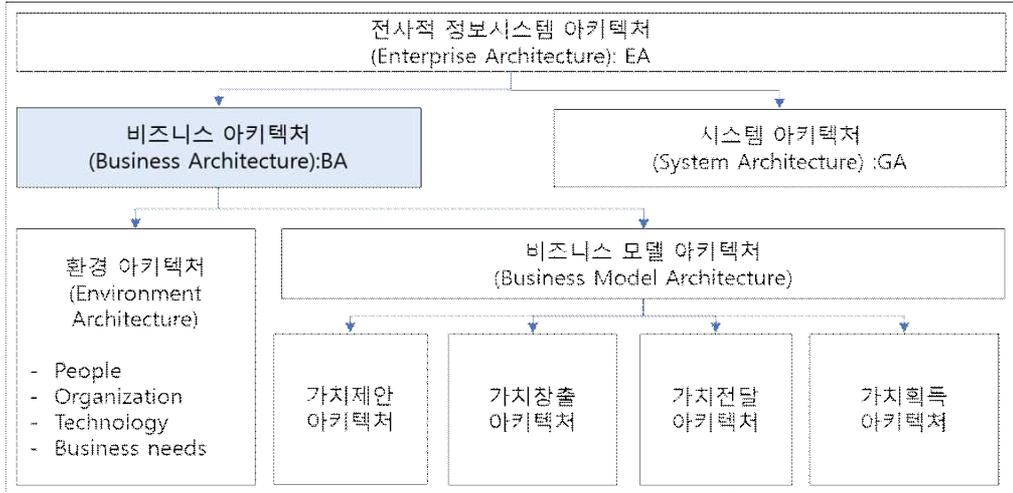
정보시스템 아키텍처의 기능은 세부 영역을 정확히 파악함으로써 개념적 정의와 조작적 정의가 용이하다(정승렬, 강재화, 이봉규, 2010). 정승렬, 강재화, 이봉규(2010)는 국내외 EA의 선진 사례 및 연구 등에서 나타난 24개의 기능을 분석하여 같은 특성을 가진 기능들을 그룹으로 분류하는 작업을 하였다. 그 결과, ①의사결정 향상, ②인프라 체계화, ③개발 및 운영 관리 고도화, ④효율적 투자관리 등의 4가지의 1차 기능(sub-construct) 요소를 제시하였다. 의사결정 향상의 2차 기능요소는 업무와 IT의 연계, 법과 제도 준수, 의사결정 지원, 의사소통 향상, 신속성(신기술 적용), IT 로드맵(전략계획) 기능 등 비즈니스와 IT간의 의사결정을 효과적으로 지원하는 기능들이다((정승렬, 강재화, 이봉규, 2010). 인프라 체계화 요소의 2차 기능요소는 일관성, 중복방지, 재사용, 유연성, 호환성, 안전성(신뢰성) 등 IT 인프라 고도화와 체계화에 영향을 주는 기능들이다(정승렬, 강재화, 이봉규, 2010). 개발 및 운영 관리 고도화 요소의 2차 기능요소는 통합체계 관리, 변화 관리, 복잡성 관리, 자원 공동 활용 지원, 개발 및 운영 지원, 상호운용성 지원, 개발기간(비용) 감소, 산출물 관리 등과 같이 개발자의 능력을 향상시키고 프로젝트를 성공에 도움이 되는 기능들이다(정승렬,

강재화, 이봉규, 2010). 효율적 투자관리의 2차 기능요소는 투자관리, 투자 효과성 증대, 품질 향상, 투자 효율성 향상 등과 같이 IT 자원에 대한 투자를 보다 투명하고 효율적으로 집행하도록 도와주는 기능들이 포함된다(정승렬, 강재화, 이봉규, 2010)

2.5.4.3. 정보시스템 아키텍처 모델 설계 프레임워크

정보시스템 아키텍처는 조직의 목표와 요구를 지원하기 위해 IT 인프라의 각 부분들이 어떻게 구성되고 작동되어야 하는가를 체계적으로 기술한 것이다(Ross, Weill, Peter, Robertson, David, 2006). 정보시스템 아키텍처 프레임워크(AF)에서 프레임워크(framework)란 특정 문제/시스템을 이해하고 표현하는 개념적 틀을 말한다. 아키텍처 프레임워크는 아키텍처를 만들 때 적용하는 원칙과 기준을 정의한 것이다. 정보시스템 아키텍처 프레임워크는, 1980년대 말, IBM 엔지니어였던 John Zachman이 만든 자크만 프레임워크 이후 국방시스템을 위한 C4ISR AF와 DoDAF, 미국 연방정부의 FEAF, 그리고 The Open Group의 TDGAF 등이 개발되었다(김덕현, 2019). 이들은 정보시스템의 기획/계획, 개발, 운영, 유지 단계별로 만들어지는 모델들에 대한 기준과 원칙을 제공한다(김덕현, 2019). 본 연구에서는 The Open Group의 TDGAF를 경량화하여 활용한다.

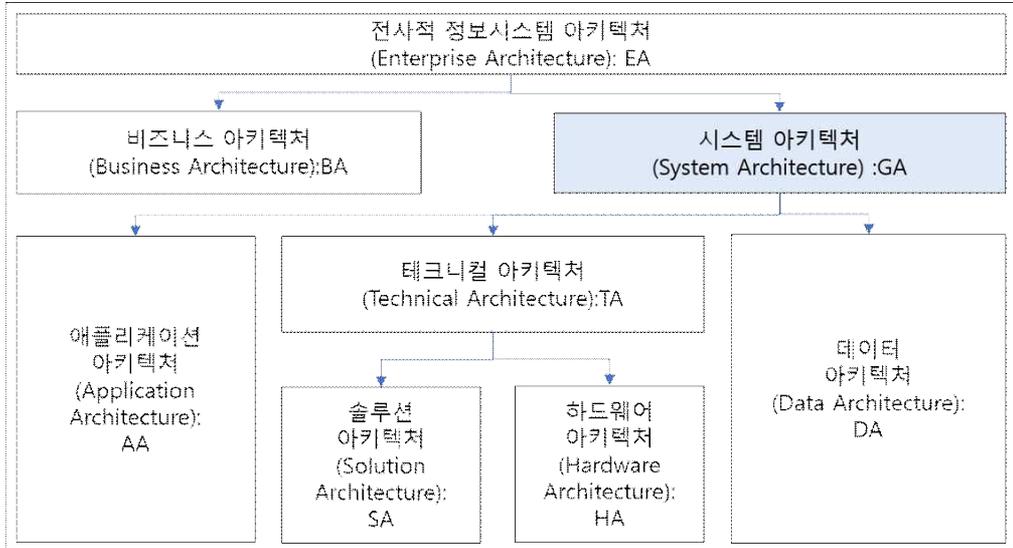
정보시스템 아키텍처는 비즈니스 아키텍처와 시스템 아키텍처로 구분하는데, 비즈니스 아키텍처의 구성요소는 [그림 2-26]과 같이 환경아키텍처와 비즈니스모델 아키텍처로 구성된다.



[그림 2-26] 비즈니스 아키텍처의 구성요소

출처: 저자 작성

시스템 아키텍처의 구성요소는 [그림 2-27]과 같다.

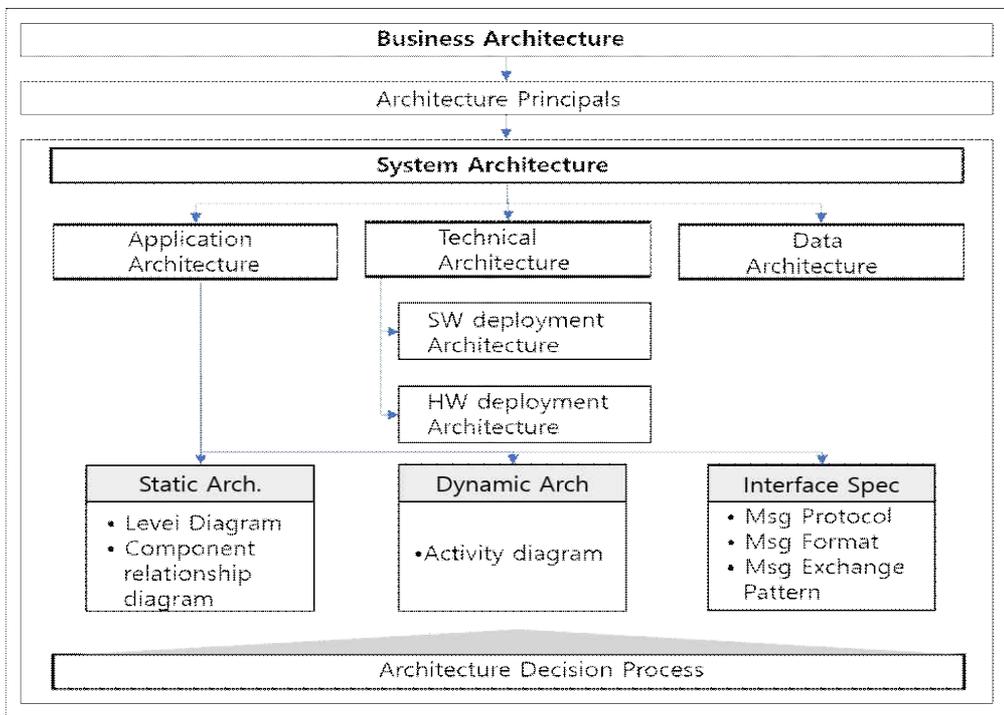


[그림 2-27] 시스템 아키텍처의 구성요소

출처: 조대협. (2015) 재구정

2.5.4.4. 정보시스템 아키텍처 모델 설계 프로세스

비즈니스 모델의 파악이 끝나고 아키텍처의 기본 설계 원칙이 정해졌으면 시스템 아키텍처 설계에 들어간다. 시스템 아키텍처는 비즈니스 아키텍처와 아키텍처 설계 원칙을 기본으로 해서 설계를 하고, 아키텍처 디자인 패턴이나 레퍼런스 아키텍처들을 참고해서 시스템 아키텍처를 설계한다. 시스템 아키텍처 설계는 [그림 2-28]과 같은 흐름을 따른다.



[그림 2-28] 정보시스템 아키텍처 설계 프레임워크

출처: 조대협. (2015)

아키텍처 설계 원칙이 정해지면 시스템 아키텍처는 애플리케이션, 테크니컬, 데이터 등 크게 3가지 관점에서 정의한다.

첫 번째는 애플리케이션 아키텍처이다, 이는 실제로 개발하고자 하는 애플리케이션의 구조를 정의하며, [표 2-29]와 같은 3가지 구성요소로

이루어져 있다.

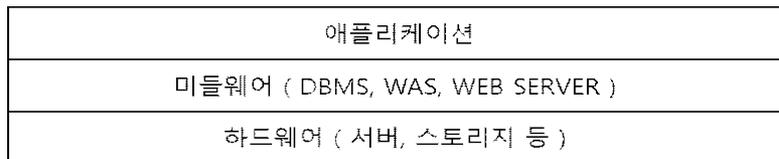
[표 2-29] 애플리케이션 아키텍처 구성요소

구성요소	내용
정적 아키텍처 (Static Architecture)	시스템을 구성하는 컴포넌트들을 정의. 컴포넌트들의 구성과 각 컴포넌트의 상호 연관 관계를 표현.
동적 아키텍처 (Dynamic Architecture)	컴포넌트들이 주요 시나리오에 대해서 연동하는 흐름을 정의. 특정 기능에 대해서 컴포넌트 간의 호출 흐름을 표현.
인터페이스 정의서 (Interface Definition)	컴포넌트 간의 통신 규격을 정의

출처: 조대협. (2015) 재구성

또한, 애플리케이션 아키텍처는 크게 4가지 요소로 표현할 수 있는데, 그 내용은 ①애플리케이션을 구성하는 컴포넌트, ②컴포넌트의 상호관계, ③특정 기능을 수행하기 위한 컴포넌트 간의 호출 순서, 그리고 ④각 컴포넌트 간의 호출을 위한 통신 방식 즉 인터페이스에 대한 패턴과 프로토콜이다(조대협, 2015).

두 번째는 **테크니컬 아키텍처**이다. 정보시스템은 애플리케이션 프로그램과 애플리케이션이 동작하기 위한 기본적인 미들웨어(RDBMS, WAS, 웹 서버 등)와 미들웨어와 애플리케이션을 호스팅할 하드웨어로 이루어진다. 테크니컬 아키텍처에는 [그림 2-29]와 같이 개발한 애플리케이션을 배포할 솔루션(RDBMS, WAS 등의 미들웨어)과 하드웨어에 대한 구조를 정의한다(조대협, 2015).



[그림 2-29] 테크니컬 아키텍처의 계층 구조

출처: 조대협. (2015)

테크니컬 아키텍처에서는 애플리케이션에서 하드웨어까지 연관 구조를 정의하는데 그 구성요소는 [표 2-30]과 같다.

[표 2-30] 테크니컬 아키텍처의 구성요소

구성요소	내 용
하드웨어 배포 아키텍처	하드웨어의 배포 구조와 하드웨어를 아키텍처를 구성하는 각각의 컴포넌트, 서버 랙, 서버, 네트워크 장비, 스토리지에 대한 디자인을 정의
서버 디자인 아키텍처	개별 하드웨어 서버의 디자인을 정의하며, CPU의 클럭 속도, 하이퍼스레딩 등의 CPU 관련 기술들을 선택
네트워크 디자인 아키텍처	서버 간의 네트워크 디자인을 정의하며, 외부 네트워크와 연결하기 위한 라우터 네트워크의 백본이 되는 L2 스위치 그리고 로드 밸런싱과 기타 애플리케이션의 특성에 따른 네트워크 서비스를 제공하는 L4, L7 스위치, 보안을 위한 침입 탐지 시스템 IPS와방화벽, 내부 IP를 사용하기 위한 NAT(Network Address Translation)장비 그리고 LAN(Local Area Network)에 대한 구성 등을 정의
스토리지 디자인 아키텍처	외부 스토리지(디스크)에 대한 아키텍처를 정의한다. NFS(Network File System)와 같은 공유 파일 시스템, SAN(Storage Area Network)과 같은 스토리지 타입을 정의하고 스토리지를 관리하는 컨트롤러(Controller), 어떤 물리적인 디스크를 사용할 것인지(SAS, SATA, 디스크 회전 속도)에 대한 디자인과 RAID구성 등을 정의
랙 디자인 아키텍처	시스템 규모를 고려하여 랙(서버를 집적해서 데이터 센터에 배치하는 일종의 서버용 케이스)에 서버를 배치하는 구성을 디자인
솔루션 배포 아키텍처	솔루션은 애플리케이션이 작동하기 위한 미들웨어를 지칭,

출처: 조대협. (2015) 재구성

세 번째는 데이터 아키텍처이다. 데이터 아키텍처는 시스템에서 저장하고 다루는 정보에 대한 정의와 관리 구조에 대한 아키텍처다. 데이터 아키텍처의 구성요소는 [표 2-31]과 같다.

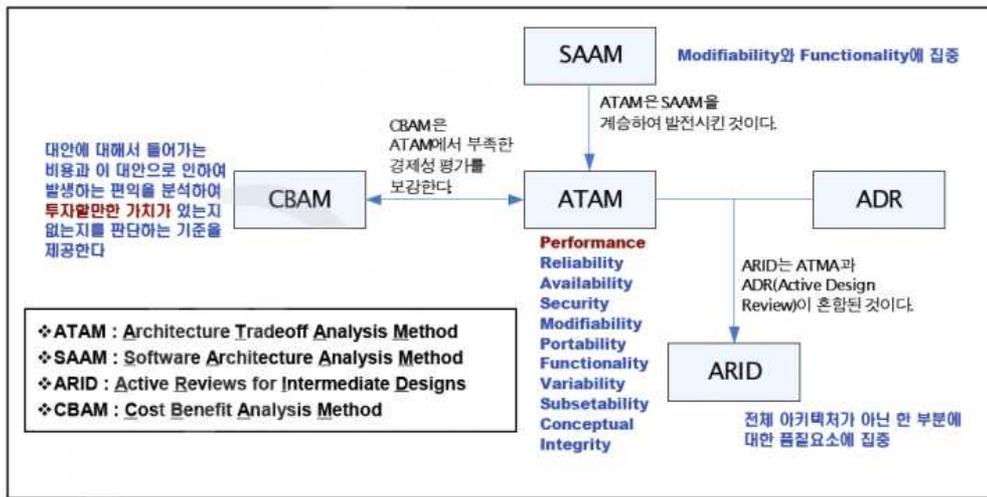
[표 2-31] 데이터 아키텍처 구성요소

구성요소	하위요소	내용
데이터 모델링	개념 모델링 (Conceptual Modeling)	시스템을 이루는 정보를 표현하는 개체와 개체 간의 관계와 멀티플리시티를 정의
	논리 모델링 (Logical Modeling)	개념모델링에서 추가하여 각 엔티티에 속성(Attribute)을 표현하고, 아울러 기본 키(Primary Key)와 외래 키(Foreign Key)를 정의
	상세 모델링 (Implementation Modeling)	논리 모델을 물리적인 테이블로 설계하는데, 각 속성에 대해서 테이블 칼럼으로 맵핑하고 인덱스 정의와 각 칼럼에 대한 데이터 타입을 정의. 데이터 아키텍처 설계에서는 상세 모델까지 설계하지 않음.
데이터 저장소	범위	RDBMS에 들어가는 데이터만 아니라 파일, 메타정보 등 모든 형태의 데이터 아키텍처를 정의.
	타입	LDAP, RDBMS, 파일 시스템, NoSQL, ISAM 등
	재배치	데이터 모델의 논리 모델에서 정의한 개체들을 각 저장소 타입에 맞게 재배치
	맵핑	데이터의 종류와 각 속성이 파악되고 저장소가 결정되었으면 각 데이터를 사용하는 애플리케이션 컴포넌트와의 관계를 정의
데이터 관리 프로세스	보안 (Security)	데이터에 대한 암호화, 데이터베이스 시스템으로의 접근 통제를 위한 인증과 인가에 대한 정책을 정의
	생명 주기 (Life Cycle)	데이터의 생성에서부터 폐기까지의 데이터 생명 주기, 백업 정책 등 대한 정의
	공유와 통합 (Sharing & Integration)	애플리케이션 시스템 간의 데이터를 공유하거나 서로 통합을 위해서 데이터를 전송하기 위한 아키텍처를 정의
	분석과 리포팅 (Analysis & Reporting)	시스템에 축적된 데이터를 기반으로 분석과 리포팅 서비스를 제공할 수 있는 아키텍처를 정의. (OLAP이나 BI 같은 데이터 분석 리포팅)

출처: 조대협. (2015) 재구성

2.5.5. 정보시스템 아키텍처 품질평가 방법

아키텍처는 소프트웨어 개발 프로젝트의 초기 단계의 산출물이다. 아키텍처를 설계방법에 따라 시스템과 프로젝트에 미치는 영향이 크다. 아키텍처 평가는 아키텍처 설계가 가져올 수 있는 프로젝트와 시스템의 결함을 피할 수 있는 가장 경제적인 방법이다(고현희, 2005). 아키텍처 평가는 아키텍처 설계 문서와 사람, 분석활동, 시간이 필요하다. 아키텍처 평가 결과는 품질 요구사항에 따라 아키텍처가 시스템에 적절하게 설계되었는지 여부와 시스템을 위해서 가장 적절한 아키텍처가 무엇인지 여부를 판단하는 것이다(Clements, 2002). 아키텍처 평가방법과 각 평가 방법들 간의 관계는 [그림 2-30]과 같다(고현희, 2005).



[그림 2-30] 아키텍처 평가 방법들의 관계

출처: <http://i-bada.blogspot.com/2012/05/sw-3.html>. (2012)

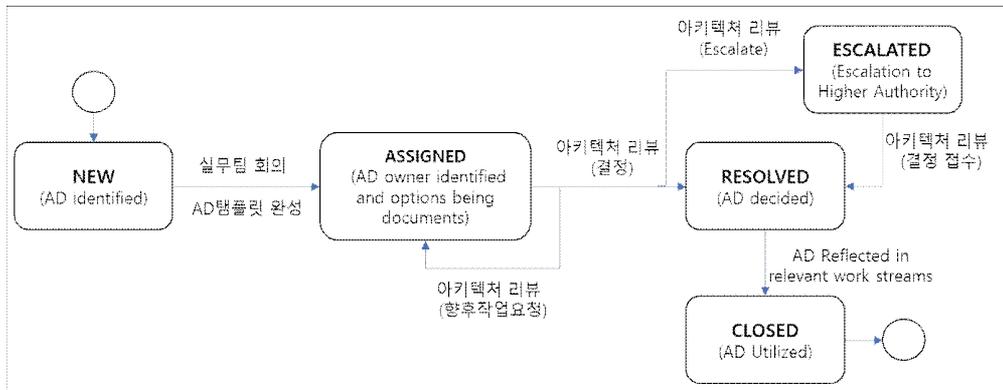
위에서 언급된 모든 아키텍처 평가방법을 실무에서 적용하기 위해서는 특정 이해관계를 가진 전문가들의 참여가 필요하다. 전문가들은 아키텍처가 요구된 품질목표를 충족하는지 평가하고 수용여부를 판단한다.

2.5.6. 정보시스템 아키텍처 의사결정 프로세스

아키텍처 설계 과정에서 문제를 해결하는 다양한 아키텍처 옵션이 있을 수 있다. 비즈니스에 영향을 주는 일정, 기간, 비용에 영향을 주거나 구현에서 기술적인 이유나 일정, 조직의 기술 보유 능력 또는 회사의 전략에 따라서 아키텍처의 선택이 필요하다. 아키텍처 옵션에 대한 의사결정 절차가 아키텍처 결정 프로세스(Architecture Decision Process, 이하 AD)이다.

아키텍처 결정은 해당 분야의 담당 아키텍트 또는 파급 효과가 클 때는 아키텍처 위원회(Architecture Committee)에서 의사결정을 한다. 위원회는 아키텍트, 기술자로만 이루어진 것이 아니라 필요에 따라 경영진, 프로젝트 관리자(PM)나 관리 조직(PMO), 실무 개발 PM들로 구성된다.

AD 프로세스는 일반적으로 [그림 2-31]과 같은 절차를 따른다.



[그림 2-31] 아키텍처 의사결정 프로세스

출처: 조대협. (2015)

[NEW](생성)단계에서는 실무팀(개발, 영업, QA, 운영)이 요건 만족을 위해서 다른 팀과 회의를 통해서 요건 변경의 필요성이 있음을 파악하고 변경 방법 옵션을 정의하고 각각의 장단점을 AD 템플릿 포맷에 맞게 작성한다(조대협, 2015). [ASSIGNED](할당)단계에서는 아키텍처 팀이 해당 AD를 검토, 판단하여 결정이 가능한 수준이면 결정하고 실무팀에 결정 사항을 통보한다. [ESCALATED](에스컬레이션)단계에서는 아키텍처 팀의

결정에 실무팀이 수락이 안 되거나 또는 해당 결정 사항이 시스템 개발이나 비즈니스에 지대한 영향이 있다고 판단되었을 때는 아키텍처 위원회로 해당 AD를 에스컬레이션 한다(조대협, 2015). [RESOLVED](해결)단계에서는 AD에 대해서 하나의 옵션으로 결정이 난 후에 아키텍처 관점에서 파급 효과 등을 파악하여 검토한 후 실무팀에 결정 사항을 통보한다(조대협, 2015).

2.5.7. 정보시스템 아키텍처 활용의 성공요인 선행연구

[표 2-32]와 같이 여러학자들에 의한 연구된 전사 아키텍처 활용에 필요한 성공 요인으로 볼 때 결국 시스템 아키텍처 활용 수준을 높이기 위해서는 사용자의 정보활용 능력, 구축된 아키텍처 정보의 완전성과 신뢰성(한동범, 정찬기, 2011), 아키텍처 정보의 질적인 측면(최진명, 2011), 사용자가 필요로 하는 정보의 유무(정승렬, 신동원, 2009)등의 정보의 다양성과 최신성이 주요 결정으로 분석된다(전웅찬, 2014).

[표 2-32] 시스템 아키텍처 성공요인 선행연구

구분	성공요인	출처
시스템 아키텍처 활용에 대한 연구	전사 아키텍처 활용을 통한 IT혁신과 IT의존성이 IT-비즈니스 연계에 미치는 영향을 연구	전웅찬(2014)
	(아키텍처 정보를 활용하기 위한)사용자의 상당한 수준의 아키텍처 정보활용 능력, 구축된 아키텍처 정보의 완전성과 신뢰성 보장 위한 자동화된 분석도구 제공, 정보의 공유된 개념과 정형화된 명세를 활용하는 온톨로지 제공	한동범, 정찬기(2011)
	기관별 EA담당자로 EA협의회 구성(전문 EA담당 조직 운영), EA성숙측정 및 성과반영, EA운영자 전문역량 제고 위한 교육확대	행정안전부 (2011)
	설계자 및 개발자 수준의 아키텍처 정보 제공	최진명(2010)
	필요 정보 확보, 데이터 정확성, 적절한 접근 도구 확보, EA 필요성 유무	정승렬, 신동원(2009)
	EA 운영계획 수립, 커뮤니케이션 활동, EA 교육 및 훈련	박일규 외 (2009)
	도입시 활용성 사전 정의	전성현(2008)
	EA의 소유의식, 특정계층에 국한시킨 정보제공	Winter(2008)

출처: 전웅찬. (2014) 수정

2.6. 스마트 시스템 아키텍처의 스마트 특성 모형

2.6.1. 스마트 시스템 기본개념과 기능

2000년대 이후 융합 논의에서, 최근 4차산업혁명 논의에서도 다양한 스마트 시스템들, 즉 스마트 TV, 스마트 자동차, 스마트 로봇, 스마트 시티 등이 거론되고 있다. 스마트(Smart)는 일반적으로 똑똑한, 멋진, 말쑥한 등의 뜻을 가진 형용사지만, 스마트 시스템에서 스마트란 외부 개입 없이 자율적으로 활동할 수 있는 역량을 가리킨다. 스마트 로봇처럼 인간처럼 5감을 통해 외부 환경을 인식하고 이를 분석하고 해석해서 적합한 행동을 결정하고 수행하는 시스템이다. 따라서 스마트 시스템은 사람이 오감과 신경계(센서)를 통해 외부 상황을 인지하고(센싱), 기억과 경험 또는 데이터에 입각해서 적절한 대응 방안을 탐색하고, 선택한 후(제어), 자신의 몸이나 외부장치(액추에이터)를 움직이도록(구동), 명령(제어)하는 것을 본뜬 인공(artificial)시스템을 가리킨다(김덕현, 2019).

스마트 시스템의 기능을 구체적으로 살펴보면, 센싱은 외부환경과 내부환경, 개체의 이동, 개체의 상태 등을 주기적으로 또는 실시간으로 감지하는 기능이다. 프로세싱은 센서가 수집한 데이터와 시스템이 생산한 데이터를 판단 알고리즘 등을 적용하여 새로운 데이터를 생산하거나 대안을 탐색하는 기능이다. 액추에이팅은 프로세서의 판단 결과를 받아서 필요한 장치를 가동하는 기능이다. 인터페이스는 시스템 외부 사용자와 시스템 내부 구성요소간에 필요한 정보를 송수신하는 기능이다. 커뮤니케이션은 인터페이스를 통해 필요한 정보를 송 수신하는 디지털 통신 기능을 말한다. 디지털 통신은 선로의 존재 여부에 따라 유선과 무선이 있고, 선로의 폭에 따라 협대역 광대역 초광대역이 있다. 송신자와 수신자의 거리에 따라 신체 영역(Body Area), 근거리(Local Area), 광역(Wide Area), 그리고 인터넷 같은 글로벌 통신 등으로 분류된다. 보호는 스마트 시스템 전체가 외부의 물리적/논리적 공격을 받더라도 안전하게 가동될 수 있게 해 주는 기능,

시스템 내부에서 데이터와 프로세스의 위/변조나 손상 등이 일어나지 않도록 해주는 기능 등을 가리킨다(김덕현, 2019).

2.6.2. OT 와 IT의 융합과 스마트 시스템

운영기술(OT, Operational Tech)은 제조, 화학 등 생산 현장에서 물리적 장치들을 아날로그나 디지털 방식으로 제어하기 위한 기술이며, 주로 경영관리 영역에서 논리적 계산과 연산을 수행하기 위해 사용되어 온 정보기술(IT)과 비교할 목적으로 만들어진 용어이다(김덕현, 2019). OT는 아날로그 생산 시대부터 IT와 독립적으로 발전되어 왔고, IT는 기계장치의 제어와 독립된 경영관리 프로세스의 효율을 제고하기 위한 수단으로 발전하였다. 생산 현장의 제반 장치들의 규모가 대형화되고 복잡해지면서 OT는 IT의 데이터 가공과 처리 기술을, IT는 OT의 시스템 제어 기술을 융합하여 활용하게 되었다. OT와 IT가 융합된 기술의 대표적인 기술의 사례는 PLC, SCADA, DCS, CNC 등이 있다. PLC(Programmable Logic Controller)란 프로그램 가능한 논리 제어 장치이고, 공장과 같은 산업현장에서 자동 제어 및 감시를 하기 위한 제어 장치로, 스위치 센서, 온도, 위치정보 등을 입력하면 프로그램이 순차적으로 논리를 처리하고, 출력데이터를 기반으로 외부장치를 제어하는 기기이다. SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)는 제조상황을 모니터링하고 감독하는 시스템이며, DCS(Distributed Control System)는 높은 신뢰도나 안정성이 필요한 상황에서 중앙집중식 제어기능을 여러 곳으로 분산시킨 것이고, CNC(Computerized Numerical Control)는 생산장비를 디지털 데이터로 제어하는 기술이다(김덕현, 2019).

2.6.3. 스마트 시스템 아키텍처와 참조모형

모델(Model)은 설계 목적인 스마트 시스템의 특성을 추상화(abstraction), 일반화(generalization), 단순화(simplification)한 것이다(김덕현, 2019).

추상화란 관심 대상이 가진 여러 특성 중에서 상대적으로 중요한 특성만 선별하는 작업이다. 모델링(Modeling)이란 관심 대상의 추상화를 통해 문제 해결에 필요한 형식적 구조를 만드는 작업이다. 모델은 형태에 따라 서술적 모델, 물리적 모델, 논리적 모델, 도해적 모델, 수리적 모델 등으로 구분할 수 있으며, 모델은 일단 만들어 놓으면 동일한 또는 유사한 특성을 가진 개체(instance)를 만드는 도구로 사용할 수 있다(김덕현, 2019). 모델은 크게 두 가지 범주로 분류된다. 첫 번째 범주는 개념적, 논리적, 물리적 모델(ITA)이다. 이들은 다양한 이해관계자의 관점(view)을 반영한 모델이며 목적과 표현방식은 서로 상이하다. 개념적 모델은 사용자에게 제공될 서비스를 충실하게 표현하는 것에, 논리적 모델은 사용자 요구사항을 정확한 설계 규격으로 정의해서 개발자에게 전달하는 것에, 물리적 모델은 효율이 높은 시스템이 구현되고 제작되는 것에 초점을 두고 있다(김덕현, 2019). 두 번째 범주는 참조모형, 참조구현이며, 기존시스템을 개선하거나 종전에 없던 완전히 새로운 시스템을 구축하고자 할 때 정의하는 개념적, 논리적 모델이다(김덕현, 2019). 미국과 EU에서는 새로운 시스템을 구축할 때 흔히 [표 2-33]과 같은 프로세스를 거친다.

[표 2-33] 신규시스템 구축 프로세스

순서	프로세스	내용
1	운영개념(COP: Concept of Operation) 정의	COP는 아키텍처 설계 관점으로 새로운 시스템의 사용 설명서 또는 UML(Unified Modeling Language)의 유스케이스 (Use Case) 형태로 표현
2	참조모형(Reference Model) 정의	개념적(conceptual) 모델 내지 논리적(logical) 모델
3	참조 구현(Reference Implementation) 개발	COP와 참조모형에서 정의된 논리적 모델을 물리적 형태로 구현한 프로토타입 (시제품, prototype)을 작성.

출처: 김덕현. (2019)

독일은 2015년에 스마트 팩토리에 대한 참조모형인 RAMI 4.0(Reference Architecture Model for Industrie 4.0)을 개발하였다. 제조혁신 관련

이해관계자들이 스마트 팩토리 개념을 공유하고 구성요소와 구성요소 간의 관계를 명확히 규정함으로써 중복과 비효율을 방지할 목적으로 개발되었다. RAMI 4.0은 스마트 팩토리 구성요소를 아래 X, Y, Z 세 축(dimension)에 따라 정의하고 있는데, X축은 기존 IEC 62890(제조 프로세스 측정, 제어, 자동화) 표준의 영역이며, Y축은 기존 IEC 62264(전사 차원의 제어시스템 통합)와 IEC 61512(배치 방식 제어)의 영역이다(Adolphs, 2015). 현실 세계와 가상세계를 연결하고 통합하기 위한 Z축에 대한 표준화에 따라 기존 표준들의 개정, 보완이 진행될 것으로 예상된다(Adolphs, 2015).

미국 산업 인터넷 컨소시엄(IIC)도 2015년에 산업용 사물인터넷(IIoT)의 산업인터넷 참조모형인 IIRA(Industrial Internet Reference Architecture)를 제정하였다(김덕현, 2019). IIRA는 산업 인터넷 시스템을 업무(business), 사용(usage), 기능(function), 구현(implementation) 등 4개 관점에 따라 모델링하는 기준을 제시한 것이다. 업무관점은 산업 인터넷 사용자와 개발자, 관리자 등이 가진 비전, 가치, 목표, 요구기능 등을 포함하고 있으며, 사용관점은 구현될 시스템과 이를 사용하는 사용자들이 수행하는 작업, 활동, 역할 등을 포함하고 있고, 기능관점은 산업 인터넷에 연결된 사물과 사물들과 상호작용하는 프로세스인 제어(control), 운영(operation), 정보(information), 애플리케이션, 업무(business) 등 5개 영역(domain)으로 구성되어 있으며, 구현관점은 사물에 부착된 센서로부터 데이터를 수집하고, 이를 서버나 클라우드에서 받아서 분석하며, 그 결과를 타 애플리케이션에 전달하는 3개의 영역으로 구성된다(IIC, 2015).

2.6.4. 스마트 시스템의 스마트 속성 아키텍처 모형

2.6.4.1. 스마트 속성 아키텍처 모형 개요

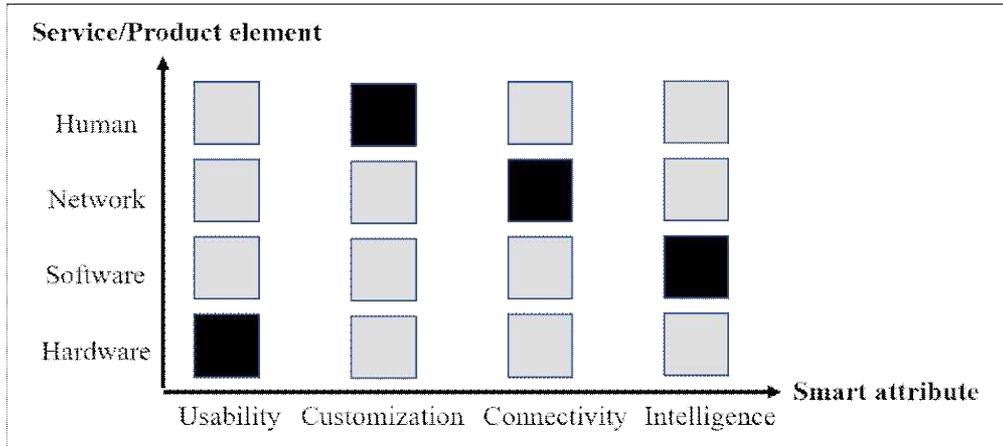
많은 사람들이 향후 기술과 제품의 발전방향을 지배할 패러다임으로 스마트화(smartzization)를 꼽는다. 스마트폰의 폭발적 인기와 함께 대두된 스마트화 열풍은 이제 다양한 제품과 서비스로 확대되고 있다(최수민, 2013).

다양한 콘텐츠와 응용프로그램(application)을 이용할 수 있는 스마트 TV 및 스마트 자동차 기술은 이미 3세대까지 진화하여 각종 스마트 기기와의 호환을 지원할 수 있는 수준으로 발전하였다(이은복, 2013). 스마트란 용어는 외부 개입 없이 자율적으로 활동할 수 있는 역량이지만, 제품과 기술의 스마트화는 사용하는 사람에게 더 가까워지려는 시도이다. 무어의 법칙으로 대변되는 기존 정보화 시대의 기술이 더 좋은 성능과 가격을 향해 끊임없이 발전하였다면, 스마트화 시대의 제품과 기술의 개발과정은 사용 주체인 인간의 마음을 어떻게 사로잡을 것인지에 대하여 끊임없이 고민하는 과정이라고 할 것이다(Pine & Gilmore, 2011).

사람들은 과연 제품의 어떠한 특성에서 스마트함을 느끼는 것일까? 이런 질문에 답하여 홍유석(2017)은 스마트 서비스/제품 아키텍처(Smart Service/Product Architecture, SSPA 또는 Smart Attributes Architecture Model: SAAM, 이하 SAAM)의 분석체계를 제안하여, 다양한 제품의 스마트화 양상을 체계적으로 분석할 수 있는 틀을 마련하였다. SAAM은 스마트 특성을 강조한다. 스마트의 특성은 어떤 기능을 추구하며 어떤 실제적 특징으로 구현되는지 살펴보고, 이들이 어떻게 연관되는지 분석해 보는 것이다. 다양한 아키텍처 분석으로 스마트 제품만의 차별화된 특징을 정의하는 체계를 추출할 수 있다면, 이를 바탕으로 스마트 제품의 진화과정을 더 체계적으로 설명할 수 있을 것이다. 스마트화는 제품이나 서비스의 기능을 제공하는 방식과 추구하는 가치에서 기존 제품과 근본적으로 다르기 때문에, 이의 본질을 규명하기 위해서는 기술-문화-인간을 아우르는 다각도의 접근이 필요하다(홍유석, 2017).

2.6.4.2. SAAM의 구성 요소

SAAM은 아키텍처의 관점을 받아들여, [그림 2-32]와 같이 스마트 서비스/제품을 두 개의 차원으로 나누어 설명한다.



[그림 2-32] SAAM 구성

출처: 홍유석. (2017); Kwon, B.T., You, Y.Y., & Lee, S.K. (2020)

SAAM의 첫번째 차원은 스마트 특성이다. 스마트 특성은 아키텍처의 기능에 해당한다. 스마트 특성은 고객의 요구사항을 만족시키기 위해 스마트 시스템이 제공해야 하는 공통된 기능의 모음이라고 볼 수 있다. 스마트 특성은 사용성, 연결성, 맞춤형, 지능성 등 4가지로 구성된다. SAAM의 두 번째 차원은 서비스/제품요소이다. 제품을 바라보는 다양한 관점을 제공함으로써 스마트 특성이 실제 제품에서 어떻게 반영되는지를 보여준다. 서비스/제품요소는 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크, 인간으로 구성된다. 하드웨어는 제품을 구성하는 부품과 이들 간의 인터페이스, 그리고 이들이 수행하는 기능 등 제품의 물리적 특성을 나타낸다. 소프트웨어는 하드웨어 구동을 위한 임베디드 소프트웨어, OS, 스마트 기능과 서비스 제공을 위한 응용 소프트웨어 등이 있다. 스마트 제품은 단독으로 존재하기보다는, 주변의 다른 기기와 함께 연결된 에코시스템을 결성함으로써 새로운 가치를 창출하게 된다. 네트워크 관점은 이처럼 스마트 제품이 인터넷을 포함하여 하드웨어와 소프트웨어를 포함한 모든 사물과 어떠한 방식으로 연결되어 있는지에 초점을 맞춘다. 두 축은 서로 그물처럼 얽히면서 외연으로써 나타나는 다양한 제품의 스마트화 현상을 일관되고 체계적으로 설명할 수 있게 해준다. SAAM은 다양한 서비스/제품에서 광범위하게 일어나는

스마트화의 본질적 특성에 대한 아키텍처이다(홍유석, 2017).

2.6.4.3. 사용성(Usability)과 특성

국제표준화기구(ISO)의 정의에 따르면, 사용성은 그 제품을 사용함에 ① 사용자의 목적을 효과적으로 달성했는지, ② 효율적으로 달성했는지, ③ 사용과정에서 만족스러웠는지 여부로 결정된다(ISO9241-11, 2018). 사용성은 제품이 얼마나 다양한 기능을 갖추었는지 여부가 아닌, 제품이 갖춘 기능을 얼마나 사용자에게 잘 전달하고 만족시켰는가에 관한 개념이다. 사용성을 갖추기 위해서는 세 가지 특성이 있어야 한다(홍유석, 2017). 세 가지 특성은 [표 2-34]와 같다.

[표 2-34] 사용성의 세 가지 특성

성질	설명	예시
직관성 (intuitive)	직관적이고 배우기 쉬운 입출력 인터페이스 모드	스마트폰의 멀티터치 인터페이스, MS키넥트
맥락성 (situated)	사용 맥락 또는 나의 상태에 따른 맞춤 인터페이스 제공	아이폰 전화 수신 중 얼굴이 가까워지면 터치 비활성화, 스마트폰의 자동 밝기 설정
연속성 (seamless)	다른 기기와의 연결 시 매끄러운 (seamless) 사용자경험 제공	자동차 오디오 시스템과 스마트폰 블루투스 오디오 연결

출처: 홍유석. (2017)

사용성의 첫번째 특성은 직관적인(intuitive) 인터페이스를 갖추고 있어야 한다. 아이폰의 멀티터치 인터페이스가 기존의 방식에 비해 혁신적으로 받아들여졌던 이유는 화면에 손가락으로 직접 조작하는 것이 직관적이고 배우기가 쉬웠기 때문이다. 이렇게 키보드나 마우스와 같은 부가 장비 없이 사람의 신체 기관을 이용하여 자연스러운 행동양식을 반영하는 인터페이스 방식을 자연적 사용자 환경(natural user interface: NUI) 이라고 하는데 최근 행동인식, 음성 인식, 시선추적, 뇌 과학 등의 기술이 발전하면서 NUI를

다양한 스마트 제품에 적용하기 위한 여러 가지 시도와 연구가 계속되고 있다. 사용성을 갖추기 위한 두 번째 특성은 사용 맥락에 맞는(situated) 인터페이스를 제공해야 한다는 점이다. 사용 맥락에 맞는 인터페이스를 제공하는 것은 제품의 특성과 사용 상황을 잘 이해하는 것에서 시작한다. 스마트TV가 시장에 선보인 지 수년이 지났음에도 시장의 변화를 이끌지 못하는 중요한 이유 중 하나는 스마트폰처럼 제품의 사용 맥락에 잘 맞는 인터페이스를 지원하지 못했기 때문이다. 사용성의 세번째 특성은 다른 기기와의 끊김 없는(seamless) 사용자 경험을 제공할 수 있어야 한다. 디자인 컨설팅 업체 프레시어스(Precious)는 연결된 제품 간의 디자인 패턴을 일관성, 데이터 동기화, 화면 공유, 기기 전환, 상호 보완, 실시간 동기성으로 정리하였다(Stoll, 2011). 이처럼 다양한 스마트 제품 간에 연결 패턴이 늘어나면서 끊김 없는 사용자 경험을 제공하기 위한 노력이 갈수록 더욱 중요해질 것으로 보인다(홍유석, 2017).

2.6.4.4. 고객지향성(Customization)과 특징

개인 맞춤성은 사용자의 요구사항에 따라 다양한 기능을 제공하여 고객지향성(customization)를 가능하게 하는 능력이다. 스마트 서비스/제품은 서비스/제품을 사용하면서 사용자의 요구와 취향에 맞추어 기능과 특성을 바꿀 수 있는 성질을 가지고 있다. 우선, 사용자가 입맛에 맞추어 제품의 특성과 기능을 바꿀 수 있도록 하는 설정가능한(configurable) 성질이다. 이를 통해 하나의 제품에서 다양한 사용자 요구가 만족될 수 있다. 두 번째는 확장가능한(extendible) 성질이다. 설정가능성이 제품 내부의 유연성에 관한 속성이라면 확장가능성은 하드웨어나 소프트웨어의 추가와 상호 연동을 통해 제품기능을 확장할 수 있는 성질이다. 세 번째는 제품의 설정 변경 및 기능 확장 과정에서 사용자 및 제3자가 참여 가능한(DIY-enabled) 성질을 갖추어야 한다.

[표 2-35]는 스마트 제품의 맞춤성을 규정하는 세 가지 특성을 설명하고 있다.

[표 2-35] 고객지향성의 세가지 특성

성질	설명	예시
설정가능성 (configurable)	기능을 제공하여 사용자의 요구사항에 맞게 선택하여 사용할 수 있는가	스마트폰의 OS와 런칭 애플리케이션
확장가능성 (extendible)	다양한 모듈 또는 제품의 호환을 통하여 제품 기능의 확장이 가능한가	소니의 아이폰 호환 무선 카메라 렌즈 DSC-QX100, 폰블록(Phonebloks) 콘셉트 디자인
참여가능성 (DIY-enabled)	사용자 및 제3자의 참여를 통해 제품 기능의 다양성 확보가 가능한가	소프트웨어 개발 도구(SDK), 개방형 액세서리 개발 도구(ADK)

출처: 홍유석. (2017)

고객지향성에 대한 요구는 갈수록 높아지고 있다. 3D 프린터가 대중화되면 개인이 제작한 인공물까지도 이용하는 고객지향성의 시대가 열릴 것으로 기대된다. 여기에 사용자의 참여가 더해지면서 참여와 소통의 장, 생태계가 형성된다. 이러한 생태계는 참여자 간의 느슨한 협력과 공생으로 네트워크 효과를 일으키며 제품 진화를 촉진하는 역할을 한다(최병삼, 2010). 스마트 제품의 플랫폼은 재사용으로 인해 가치가 올라가며 참여자 간의 네트워크 효과를 만드는 유무형의 요소라는 의미로 확장할 수 있다(황병선, 2012). 지금까지 많은 스마트 제품들이 사용자의 요구와 기술의 진보가 스마트 특성의 혁신을 일으키면서 다양한 용도(제품, 애플리케이션, 서비스)로 재사용할 수 있는 플랫폼이 만들어지고, 여기에 네트워크 효과와 지속 가능한 수익을 창출하는 비즈니스 모델이 더해져 시장의 주류로 살아남는 패턴을 보여 왔다(홍유석, 2017).

2.6.4.5. 연결성(connectivity)과 특징

연결성(connectivity)은 사람과 사람, 제품과 제품, 나아가 나를 둘러싼 모든 것을 실시간으로 연결함으로써 새로운 가치를 창출하는 스마트 제품의

성질이다. 연결성을 규정하는 스마트 특성은 [표 2-36]과 같이 세 가지로 나누어 볼 수 있다.

[표 2-36] 연결성의 세 가지 특성

성질	설명	예시
사회적 소통 (socialnetworkable)	사회적 관계, 공통 관심사, 효율성의 향상 등 같은 목적을 공유하는 개인이나 단체 사이의 소통 또는 정보 공유를 지원하는가	나이키플러스
기기 간 소통 (device-networkable)	다른 스마트 제품과의 통신 및 결합을 통해 확장된 서비스를 제공하는가	스마트 위치와 스마트폰의 연동
유비쿼터스 (Ubiquitous)	언제 어디서나 같은 정보에 연결/접근/수정이 가능한가	아이클라우드

출처: 홍유석. (2017)

첫 번째로, 스마트 서비스/제품은 사용자들을 연결하여 소셜 네트워킹을 가능하게(socialnetworkable)한다. SNS는 사회적 관계만 아니라 공통 관심사, 효율성의 향상 등 다양한 목적을 공유하는 사용자들 간의 소통을 적극적으로 지원하고 있다. 앞으로 SNS는 사람 간의 관계만 아니라, 내 주변의 사물과 행동까지 연결하면서 더욱 다양한 서비스를 제공할 것으로 예상된다. 두 번째로 스마트 서비스/제품은 서로 다른 기기를 연결할 수 있는(device-networkable) 능력을 가지고 있다. 세상 모든 것들이 인터넷으로 연결되는 만물인터넷(IoE) 시대가 도래했다. 점차 많은 사물이 인터넷에 연결되고 기기 간의 연결을 통해 새로운 서비스를 만들어 낼 것으로 예상해 볼 수 있다. 세 번째 특성은 유비쿼터스(Ubiquitous)이다. 스마트 제품을 통해 언제 어디서나 같은 정보에 접근할 수 있는 능력을 의미한다. 이러한 능력은 서로 다른 기기 간의 연결이 확장되면 더욱 주목받는다(홍유석, 2017).

2.6.4.6. 지능성(intelligence)과 특징

스마트라는 단어를 이야기할 때 사람들이 가장 많이 떠올리는 것이

지능성(intelligence)이다. 지능성은 축적된 데이터를 활용하여 능동적으로 사용자의 소비패턴을 정확하게 예측하는 능력이다(Kwon, B.T., You, Y.Y., & Lee, S.K., 2020). 지능성을 규정하는 스마트 특성은 [표 2-37]과 같이 세 가지로 나누어 볼 수 있다.

[표 2-37] 지능성의 세 가지 특성

성질	설명	예시
상황(맥락) 인지성 (context-aware)	사용자와 제품과 주변 환경의 맥락을 파악할 수 있는가.	갤럭시 노트의 페이지 버디, 애플 에어플레이 (Air Play)
지식 축적성 (knowledge-cumulative)	시간에 따라 축적된 데이터를 통한 패턴 분석이 가능한가	아마존과 넷플릭스의 콘텐츠 추천
능동성 (proactive)	사용자의 의도나 행위를 미리 파악하여 대응할 수 있는가	구글 나우

출처: 홍유석. (2017)

첫 번째로 스마트 서비스/제품은 상황을 인지하는(context-aware) 능력을 갖추고 있다. 스마트 제품은 제품 자체의 상태는 물론이고 사용자의 패턴, 시간, 날씨, 장소, 이벤트 등의 다양한 환경요소를 종합적으로 고려하는 수준으로 발전하였다. 두 번째로, 스마트 서비스/제품은 시간이 지나면서 더욱 스마트하게 된다. 축적된 데이터를 통해 패턴을 분석하여 의미 있는 정보를 생산하는(knowledge-cumulative) 능력을 갖추게 되는 것이다. 세 번째로, 스마트 서비스/제품은 사용자의 의도나 행위를 미리 파악하여 대응(proactive)능력을 보유하고 있어야 여러 가지 위험 요소를 해결할 수 있을 것이다(홍유석, 2017).

2.6.4.7. 스마트 속성 아키텍처 모형 선행연구

스마트 속성 아키텍처 모형 선행연구는 [표 2-38]과 같다.

[표 2-38] 스마트 속성 아키텍처 모형 선행연구

연구자	내 용	영향변수	결과변수	대상시스템
Kwon, B.T., You, Y.Y., & Lee, S.K. (2020)	스마트 제품/서비스 아키텍처의 스마트 특성이 블록체인 시스템에 미치는 영향 연구	사용성, 고객지향성, 연결성, 지능성	사용의도	블록체인 증권 대차거래시 스템
홍유석, (2017)	스마트 제품/서비스 아키텍처의 스마트 특성을 연구	사용성, 고객지향성, 연결성, 지능성	개념적 연구	스마트 폰 설계 시스템

출처: 저자 작성

2.7. 기술수용모형(TAM)

2.7.1. 기술수용모델의 개요

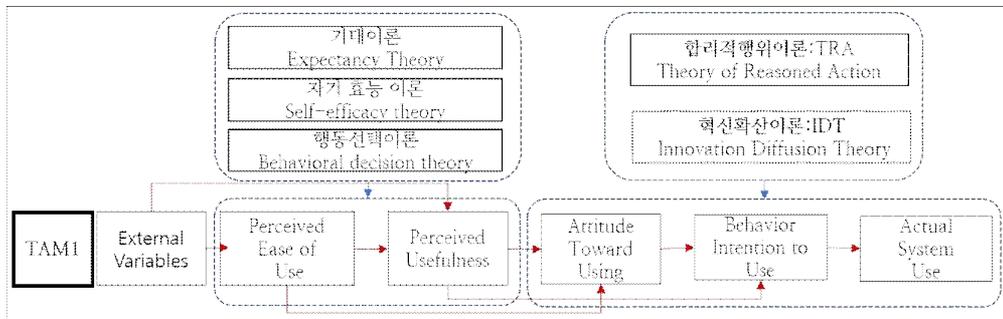
기술수용모델(TAM: Technology Acceptance Model)은 '조직의 업무 성과를 개선'하기 위해 도입되는 정보기술에 대한 조직 구성원들의 수용에 영향을 미치는 요인들이 무엇인지 밝히기 위한 이론적 틀로서 개발되었다(Davis, 1989). Davis의 기술수용모델(TAM)은 사회심리학 분야의 합리적 행동이론, 기대이론, 혁신확산이론, 자기효능이론, 행동선택이론 등을 근거로 하여 신념-태도-행위 간의 인과관계를 정보기술 수용과정을 적용한 수용모델이다(유재현, 박철, 2010). TAM은 약 30년 동안 몇 단계의 진화과정을 겪어 왔다. Lee, Kozar, & Larsen(2003)은 기술수용모델(TAM)의 연대별 진화과정을 1986~2003년까지 모델 도입, 모델확인, 모델확장, 모델정교화 등의 4단계로 분류하여 설명하였다(Lee et al., 2003). 국내에서는 유재현, 박철, (2010)이 Lee, Kozar, & Larsen(2003)의 연구를 확장하여 기술수용모델(TAM)의 연대별 진화과정을 모델도입, 모델확인, 모델확장, 모델 정교화, 모델 통합 등의 5단계로 수정 보완하였다(유재현, 박철, 2010). 본 연구에서는 유재현, 박철(2010)의 견해에 따라 기술한다.

2.7.2. 기술수용모델의 도입 배경

하이테크 제품이나 첨단기술을 수용하는 데 있어 영향을 미치는 요인들에 대해서는 그동안 많은 연구가 이루어져 왔다(김기웅, 2017). 새로운 정보기술을 수용자가 어떤 요인에 의해 수용하는가에 대한 연구들은 신념, 태도, 행동 의도, 행동 등을 다루는 사회심리학적 이론을 모태로 하고 있으며, 사회심리학적 측면에서 개인의 행동을 유발시키는 요인에 관한 연구가 확대되어 정보기술 수용 과정에 관한 연구로 적용 및 응용되기 시작하였다(임창석, 김영대, 2014). 이 분야의 대표적인 이론들을 살펴보면, Fishbein and Ajzen(1975)의 합리적 행동이론(TRA: Theory of Reasoned Action), Ajzen(1985)의 계획된 행동이론(TPB: Theory of Planned Behavior), Davis(1989)의 기술수용이론(TAM: Technology Acceptance Model) 등이 있으며, 이러한 연구들은 수용자의 정보기술수용과 사용행동을 설명하는데 간단하면서도 설명력이 매우 높은 모형으로 인정받고 있으며, 확장연구의 이론적 근거를 제공하고 있다(임창석, 김영대, 2014). 특히, 기술수용모델(TAM)은 수용자의 첨단기술수용에 있어 설명력이 매우 높은 모형으로 많은 실증연구를 통해서 그 우수성을 인정받고 있다(유재현, 박철, 2010). 기술수용모델(TAM)은 Davis(1989)가 처음 소개하여 국내외적으로 많은 후속 연구가 진행되고 있다. 그 이유는 모델이 간명하고 이론적 기반이 확고할 뿐 아니라 모델의 변형과 확장이 수월하여 정보기술 수용 현상의 다양성을 다루는 데 적합하기 때문이다(김기웅, 2017). TAM을 쉽게 변형 및 확장할 수 있는 것은 모델 구조의 복잡성과 모듈성에서 비롯되며, 복잡성은 TAM이 단일 이론이 아니라 합리적 행동이론, 기대이론(Expectancy Theory), 자기효능감 이론 (Self-efficacy theory) 등 복수 이론에 기반을 두고 있다는 것을 의미한다(김기웅, 2017).

합리적 행동이론은 ‘신념-태도-의도-행동’이라는 모형의 골격을 제공하고, 기대이론과 자기효능감 이론은 독립변수인 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성에 대한 이론 근거를 각각 제시한다. 모듈성은 삭제 혹은 교체가 가능할 정도로 근거 이론의 역할이 독립성을 갖는다는 것을 의미한다(백상용,

2009). 도입 단계의 TAM1은 [그림 2-33]과 같다.



[그림 2-33] 기술수용모형1(TAM1)

출처: Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989) 재구성

기술수용모델은 합리적 행동이론의 행위에 대한 태도와 행위의도간 관계를 정보기술 수용 연구로 확장한 모델이다(Davis, 1989). TAM 1 은 특정 정보기술(시스템)이 수용 혹은 채택되지 않는 이유를 확인하여 적절한 조치를 취할 수 있도록 모형을 구축하는데 목적이 있다. TAM 1은 특정 정보시스템에 대해 갖는 개인의 내적 신념(Internal Belief)이 태도 및 의도에 어떠한 영향을 미치는가를 규명하고 있다(Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989). 합리적 행동이론이 기술수용모델의 기반이 되는 이유는 새로운 기술을 수용하는 행동에 대한 결정을 합리적인 기대가치(expectancy value) 체계에 의존한다는 점 때문이다(김정선, 2015). 전자메일 시스템 수용과 관련한 연구에서 Davis(1989)는 자기효능감 이론(Self-efficacy theory)과 혁신확산(Diffusion of innovation) 이론을 바탕으로 하여 도출된 인지된 사용용이성(perceived ease of use)과 인지된 유용성(perceived usefulness)이 정보기술 수용에 영향을 미친다고 주장하였다(Davis, 1989). 신념 변수로 인지된 사용용이성(perceived ease of use)과 인지된 유용성(perceived usefulness)을 활용하였다. [표 2-39]와 같이 인지된 사용용이성은 정보기술을 사용하는데 있어서 어려움이나 노력에서 자유로울 것이라고 인식하는 정도로 정의하였으며, 인지된 유용성은 사용자가 전자메일 시스템과 같은 정보기술을 사용하면 업무수행에 도움이 될 것이라고 믿는 정도로

정의하였다(Davis, Fred D,1989)

[표 2-39] 인지된 유용성과 인지된 사용용이성

신념 변수	인지된 유용성 (Perceived Usefulness)	인지된 사용 용이성 (Perceived Ease of Use)
의미	정보기술시스템을 사용함으로써 자신의 업무 성과가 개선될 것이라고 믿는 정도	정보기술시스템을 사용하는 것이 많은 노력을 필요로 하지 않는다고 믿는 정도
속성	업무처리의 신속성 향상 (work more quickly) 직무성과(job performance) 개선 생산성(productivity) 향상 업무의 질(quality) 향상 업무처리 속도가 빨라짐 (make job easier) 직무에 유용함(useful)	배우기 쉬움(easy to learn) 이해하기 쉬움(understandable) 다루기(become skillful) 쉬움 쉽게 사용 가능(easy to use) 통제하기 편리(controllable) 다른 업무와 연계(flexible) 기능 제공

출처: Davis, Fred D, (1989) 재구성

인지된 사용용이성은 인지된 유용성과 함께 기술의 이용의도에 영향을 미치는 것은 하지만 인지된 유용성에 더 강한 영향을 미치는 것으로 나타났고, 인지된 유용성은 인지된 사용용이성에 비해 기술의 이용의도에 더 강한 영향을 미치는 것으로 나타났다(Davis, 1989). 이러한 인지된 유용성과 인지된 사용용이성 변수에 의해 형성된 태도가 사용의도를 매개로 실제 이용에 인과적인 관련성이 있는 것으로 설명하였다(Davis, 1989). 즉, 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성은 외부변수에 의해 영향을 받으며, 기술이 이용하기 쉬울수록, 유용하다고 생각할수록 이용에 대한 태도가 높아진다고 하였고, 결국 기술을 이용하려는 의도가 높아져 새로운 기술을 수용한다고 하였다(Davis, 1989).

2.7.3. 기술수용모델의 유용성 확인

1990년대 초기에는 기술수용모델(TAM)을 단순히 검정하거나 타당성을 확인하는 연구들이 많이 진행되었다. Adams et al(1992)은 Davis(1989)의 연구를 그대로 반복하여 인지된 유용성과 인지된 사용용이성이 타당한

척도임을 반복 검증하였다. Segars and Grover(1993)는 Adams et al.(1992)의 1차 자료조사를 가지고 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성과 더불어 효과성을 추가로 제시하였다. Hendrickson et al(1993)은 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성에 대해 재검사(Test-retest) 신뢰성을 분석을 통해 측정 척도로서의 타당성을 증명하였다. Szajna(1996)는 소프트웨어를 선택하는 수용과정에 대해서 실증분석을 하였다. 분석결과, TAM의 신념에 해당하는 변수인 인지된 유용성과 인지된 사용용이성 측정척도에 대한 타당성이 검증되었다(유재현, 박철, 2010). Davis, Bagozzi & Warshaw (1989)는 기술수용모델에서 태도 변수의 매개적 역할이 미약하다는 사실을 발견하였으며, 인지된 사용용이성과 인지된 유용성이 사용의도에 직접적인 영향력이 있음을 발견하여 [그림 2-34]와 같이 태도 변수를 생략한 기술수용모델을 제안하였다(Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989).

2.7.4. 기술수용모델의 확장

1990년대 중반 이후에는 TAM의 한계점을 지적하면서 이를 보완하거나 확장하는 연구들이 많이 나오게 되었다. TAM 측정도구의 타당성이 확인된 이후에 많은 연구자들에 의해 수용자의 기술 수용에 관한 다양한 연구에서 광범위하게 적용되었고, 모델을 상황에 맞도록 확장하여 적용하려는 시도가 있어 왔다(임창석, 김영대, 2014). 확장된 기술수용모형은 크게 3가지로 구분할 수 있다. 첫째, 인지된 유용성과 인지된 사용용이성에 영향을 주는 외부 변수를 추가한 모형(외부변수를 추가한 확장모형), 둘째, 인지된 유용성과 인지된 사용용이성에 새로운 신념을 추가한 모형(신념을 추가한 확장모형) 그리고 셋째, 기존의 검증된 다른 모형과 기술수용모형을 통합하여 확장한 모형(통합된 확장모형)이다(유연재, 김정식, 2012).

2.7.4.1. 신념변수에 외부변수를 추가한 모형

외부변수(External Variables)를 추가한 확장모형의 대표적인 연구는

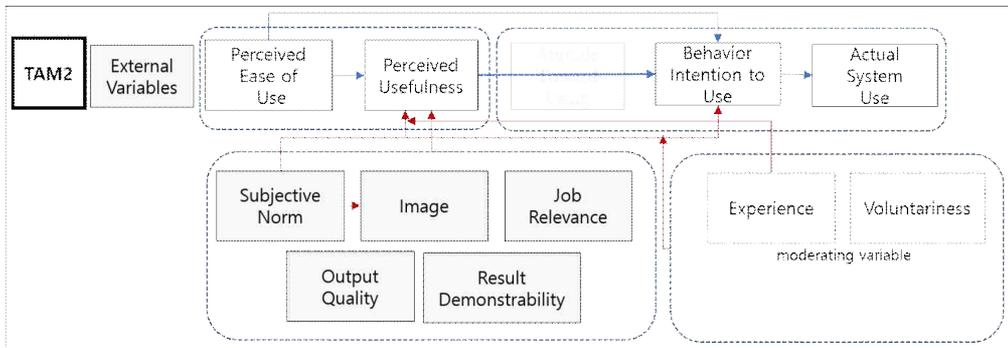
Venkatesh & Davis(2000)의 기술수용모형2(TAM2)이다. TAM 1은 단순하다는 장점이 있으나 기술수용 과정에 영향을 줄 수 있는 외적 요인을 명확하게 설명하지 못한다는 단점을 가지고 있었다(이승민, 2020). TAM2는 인지적 도구(cognitive instrument)와 사회적 영향(social influence)과 관련된 변수들을 지각된 유용성의 외부변수로 도입하여 기술수용모형을 확장하였다(유연재, 김정식, 2012). 사회적 영향과정은 주관적 규범(subjective norm), 자발성(voluntariness), 이미지(image), 경험(Experience)으로 구성되며, 인지적 도구과정은 업무 관련성(job relevance), 결과품질(output quality), 결과 입증 가능성(result demonstrability)으로 구성되어 있다(Venkatesh, Davis, 2000). TAM2에서 주목한 사회적 영향변수(Social Influence Processes) 와 인지도구 (Cognitive Instrumental Processes) 관련 변수를 정리하면 [표 2-40]과 같다.

[표 2-40] TAM2에서 추가한 외부변수

범주	외부변수	의미	주요 연구자
Social Influence Processes	주관적 규범 (Subjective Norm)	자신에게 중요한 대부분의 사람들이 자신이 특정 행위를 하는 것에 대해 어떻게 생각할 것인지에 대한 인식	Fishbein & Ajzen, 1975
	자발성 (Voluntariness)	특정 시스템의 사용자가 그 시스템의 사용 의사결정에 강제가 없다고 믿는 정도	Moore & Benbasat, 1991
	경험 (Experience)	특정시스템에 대한 사용자의 지식이나 경험	Hartwick & Barki 1994
	사회적 이미지 (Image)	혁신을 채택하는 것이 조직이나 사회관계에서 자신의 이미지나 가치를 높일 것으로 믿는 정도	Moore & Benbasat, 1991
Cognitive Instrumental Processes	업무 관련성 (Job Relevance)	특정 시스템을 자신의 업무에 활용할 수 있다고 믿는 정도	Venkatesh & Davis, 2000
	결과 품질 (Output Quality)	특정 시스템이 자신의 업무수행 성과를 향상시켜 준다고 믿는 정도	Venkatesh & Davis, 2000
	결과 입증가능성 (Result Demonstrability)	특정 시스템을 이용한 결과가 명확하고 측정 가능하며 그 성과를 전달할 수 있다고 믿는 정도	Moore & Benbast, 1991

출처: Venkatesh & Davis, (2000)

기술수용모델에 근거했던 실증 연구들을 분석한 결과 조직 구성원의 이용 의사에 대한 태도의 예측력, 그리고 정보기술 시스템에 대한 인식(인지된 유용성, 인지된 사용 용이성)과 이용 의사를 매개하는 태도의 역할이 일관되게 검증되지 않은 것으로 나타났다(Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003). TAM2는 이러한 결과를 근거로 모델의 간명성을 유지함과 동시에 이용 의사에 대한 설명력을 높이기 위해 태도를 모델에서 제외했다(권오준, 2010). 왜냐하면, 태도는 정서적(affective) 차원, 인지적(cognitive) 차원, 행동적(behavioral) 차원 등 다 차원으로 구성되지만, 조작화 단계에서 태도의 다 차원적인 구조를 고려하지 않고 단일 차원에서 태도를 측정함으로써 행위 의사를 일관성 있게 예측하지 못하였기 때문이다(나은영, 1994). 기술수용모형2의 내용을 도식화하면 [그림 2-34]와 같다.



[그림 2-34] 기술수용모형2 (TAM2)

출처: Venkatesh & Davis. (2000) 재구성

TAM2에서는 주관적 규범이 인지된 유용성과 행위 의도에 영향을 주는 과정에서 매개 변수로 경험과 자발성을 제시하고 있다. 정보기술(혁신)을 반드시 이용해야 하는 상황에서는 주관적 규범이 정보기술을 채택하는 행위 의도에 강한 영향을 미치지만, 지속적으로 정보기술을 이용해야 하는 상황에서는 주관적 규범보다는 정보기술에 대한 직접적인 경험(조절 변수)이 행위 의도에 영향력이 있음을 확인하였다(Venkatesh & Davis, 2000).

기술수용모형2는 폭넓은 상황에 기술수용을 적용시키는 점이 있었지만 새롭게 공개되는 기술들의 연구에서는 외생변수와 인지된 사용 용이성 변수 간의 관계를 설명하지 못한다는 한계가 존재하기도 한다(권오준, 2010).

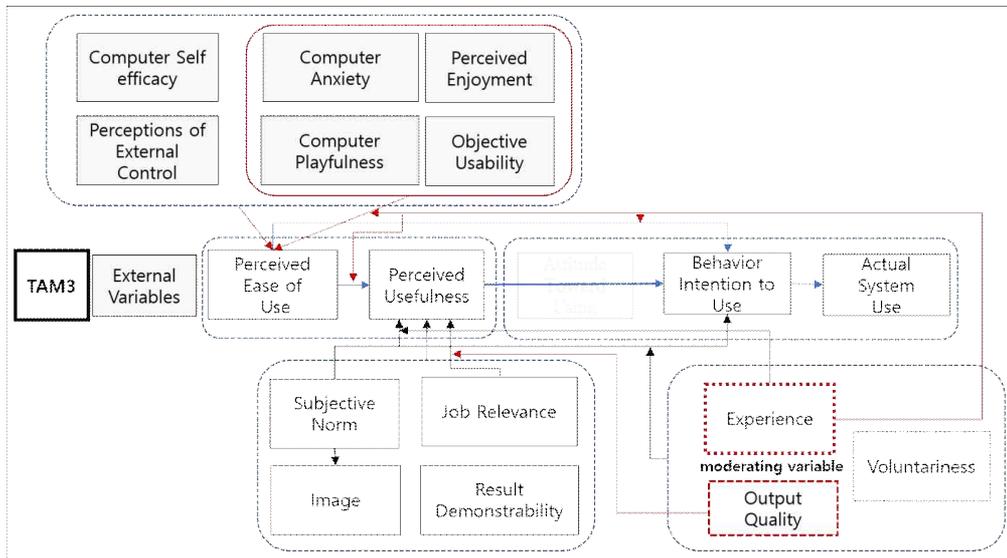
Venkatesh & Bala(2008)는 TAM1, TAM2를 바탕으로 인지된 사용 용이성의 외부변수를 6개 추가로 확대하여 TAM3를 제안하였다. TAM1, TAM2가 다양한 기술시스템이 적용될 수 있도록 범용성을 염두에 두었다면 TAM3는 컴퓨터에 특화된 모델이다(김기웅, 2017). 기술수용모형3은 인지된 사용 용이성의 외부변수(External Variables)로 컴퓨터 자기 효능감(Computer Self efficacy), 외부자원 인식(Perceptions of External Control), 컴퓨터 불안(Computer Anxiety), 컴퓨터 유희성(Computer Playfulness), 지각된 즐거움(Perceived Enjoyment), 객관적 이용편의성(Objective Usability)을 기술수용모형2에 추가한 모형이다(Venkatesh & Bala, 2008). TAM3에서 주목한 변수를 정리하면 [표 2-41]과 같다.

[표 2-41] TAM3에서 추가한 외부변수

범주	외부변수	의미	주요 연구자
Determinants of perceived ease of us	컴퓨터 자기효능감 (Computer Self Efficacy)	컴퓨터를 이용해서 특정 업무나 작업을 수행할 수 있는 능력을 지녔다고 믿는 정도	Compeau & Higgins, 1995
	외부 자원 인식 (Perception of External Control)	특정 정보기술 이용을 지원해주는 조직 차원의 자원이 존재한다고 믿는 정도	Venkatesh et al. 2003
	컴퓨터 불안 (Computer Anxiety)	컴퓨터를 활용해야 하는 상황에서 개인이 느끼는 걱정이나 두려움의 정도	Venkatesh, 2000,
	컴퓨터 유희성 (Computer Playfulness)	컴퓨터를 이용한 상호작용에 대한 인지적인 자발성 정도	Webster & Martocchio, 1992,
	인지된 즐거움 (Perceived Enjoyment)	특정 정보기술을 이용하는 행위 자체가 즐겁다고 인식하는 정도	Venkatesh, 2000,
	객관적 이용 용이성 (Objective Usability)	특정 업무를 수행하는데 실제로 요구되는 정보기술의 수준	Venkatesh, 2000,

출처: Venkatesh & Bala. (2008); 이승민. (2020) 재구성

기술수용모형이 TAM2, TAM3로 확장되는 과정에서도 변화하지 않은 것은 인지된 유용성과 인지된 사용용이성 간의 관계이다. 기술수용모형을 기반으로 정보기술에 대한 수용과정을 살펴본 실증연구들은 예외 없이 인지된 사용용이성이 인지된 유용성에 정적인 영향을 미친다는 가설을 설정하고 있으며 이를 실증적으로 입증해오고 있다(Venkatesh & Bala, 2008). 기술수용모형3의 내용을 도식화하면 [그림 2-35]와 같다.



[그림 2-35] 기술수용모형3(TAM3)

출처: Venkatesh & Bala. (2008) 재구성

TAM3의 특별한 점은 경험의 조절효과에 많은 비중을 두었다. 무려 8개의 가설이 경험의 조절효과에 할애되었다. 복잡하고 난해하다. 이러한 단점은 기술수용모델의 변형과 확장이 지나치게 이루어지고 있다는 비판과 맥을 같이 한다. 다양한 대상과 상황에 기술수용모델을 적용할 수는 있지만, 이론적 발견이나 실무에 유용한 지식이 체계적으로 제시되지 못하고 있으며 방법론이 획일화되고 있다는 것이다(백상용, 2009). 또한, 기술수용모델에 관한 대부분의 기존 연구들은 정보시스템 및 하이테크 시스템의 수용에 높은 설명력을 보임에 따라 무비판적으로 적용되고 있으며, 수용 제품이나

서비스의 특성을 고려하지 못하여 차별성이 부족하다는 문제점이 지적되고 있다(유재현, 박철, 2010).

[표 2-42] TAM에 추가한 외부변수

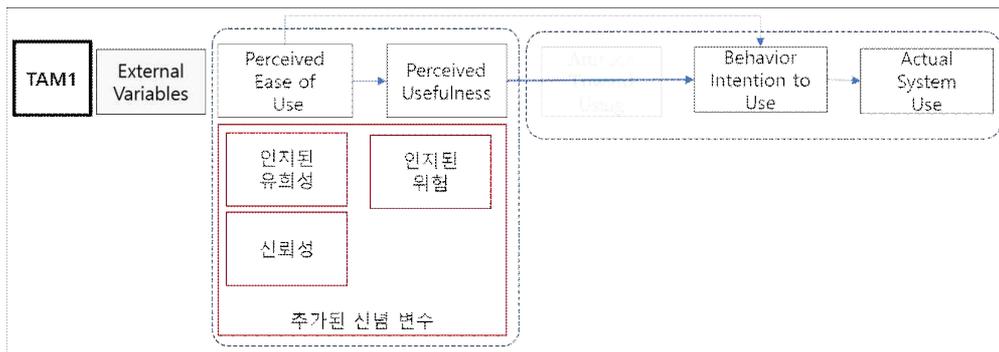
범주	외부변수	연구자
개인적 특성 변수	개인 혁신성	김광재, 2009; Agarwal & Prasad, 1999; Agarwal & Karahanna, 2000
	이용경험	Venkatesh & Davis, 1996; Jackson et al., 1997; Anandarajan et al., 2000; McFarland & Hamilton, 2006
	자기 효능감	구자철, 이상철, 김남희, 서영호, 2006; Agarwal & Karahanna, 2000; Igbaria & Iivary, 1995; Venkatesh, 2000), Venkatesh & Davis, 1996
	지식	신종철, 송창석, 2000; Agarwal & Karahanna, 2000; Darsono, 2005
	교육훈련	Igbaria et al., 1995; Agarwal & Prasad, 1999; Al-Gahtani and King, 1999;
	감정	Anandarajan et al., 2000; Venkatesh, 2000; Moon & Kim, 2001; 장정무외, 2004
사회적 특성 변수	사회적 영향	구자철 등, 2006; 김광재, 2009; Zhang, 2009), 주관적 규범(강재원, 김은지, 2009; 양병화, 김영찬, 2008
	사회적 압력	Chauand Hu, 2002; Karahanna & Straub, 1999; Venkatesh & Davis, 2000;
	타인 이용도	Anandarajan et al., 2002; McFarland & Hamilton, 2006;
기술적 특성 변수	불편성	유상진, 김효정, 2006
	신뢰성	유상진, 김효정, 2006
	기술적 장애요인	Verkasalo, 2009
	지각된 복잡성	Igbaria, Parasuraman & Baroudi, 1996
시스템 적 특성 변수	시스템품질	Igbaria et al., 1995; 오상현, 이원석, 2003; Shih, 2004; 정남호, 이건창, 2005; McFarland & Hamilton, 2006; 구자철 외, 2006; Lederer et al., 2000;
	적합성	Moore and Benbasat, 1991; Chau andHu, 2002; Venkatesh and Davis, 2000;
	상대적 이점	Moore and Benbasat, 1991; Sultan & Chan, 2000; Venkatesh et al., 2003; Hong et al., 2002;
	결과 설명력	Yi et al., 2006; Venkatesh & Davis, 2000; 이정섭, 2003; Venkatesh et al. 2003;
	접근성	이정섭, 2003; Lin & Lu, 2000; Moore & Benbasat, 1991; Lederer et al., 2000

출처: 유재현, 박철. (2010); 유연재, 김정식. (2012).

외부변수를 추가한 확장모형에서 외부변수로 다루고 있는 변수들은 첫째, 개인적 특성 변수, 둘째, 사회적 영향 변수, 셋째, 기술적 특성 변수, 넷째, 시스템적 특성변수로 구분할 수 있다. 구체적인 내용은 [표 2-42]와 같다.

2.7.4.2. 신념 변수에 새로운 신념을 추가한 모형

신념을 추가한 확장모형은 지각된 유용성과 지각된 사용용이성에 [그림 2-36]과 같이 신념 변수를 추가한 모형이다. 신념을 추가한 확장모형에서 주로 다루고 있는 변수들은 인지된 유희성(Agarwal & Karahanna, 2000; Anandarajan, Igbaria, & Anakwe, 2000; Childers, Carr, Peck, & Carson, 2002; Liu & Arnett, 2000; Moon & Kim, 2001; Venkatesh, 2000; Van der Heijden, 2004; Wu & Chang, 2006; Yu, Ha, Choi, Rho, 2005), 인지된 위험(김태구, 이재형, 이해숙, 2005; Featherman & Pavlou, 2003; Im, Kim & Han, 2008), 신뢰성(구자철 외, 2006; 나문규, 홍병숙; 강성민, 2008; 서건수, 2008; 정남호, 이견창, 2005; Koufaris, 2002; Wu & Chang, 2006) 등이다(유연재, 김정식, 2012).

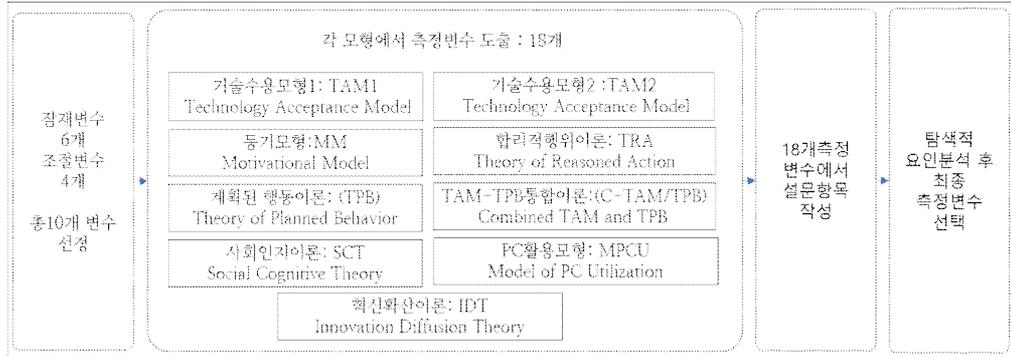


[그림 2-36] TAM1에 신념변수 추가

2.7.4.3. 기존의 다른 모형과 기술수용모형을 통합하여 확장한 모형

통합된 확장모형은 기술수용모형과 기존의 다른 모형들을 통합한

모형이다. Venkatesh, Morris, Davis & Davis(2003)는 기존의 8개의 수용이론을 기반으로 성과기대, 노력기대, 촉진조건, 사회적 요인 등을 추가한 통합수용모형(UTAUT)을 제안하였다(유연재, 김정식, 2012). 그 외에도 Lin, shih & sher(2007)가 기술준비도와 기술수용모형을 통합하여 소비자들의 온라인 서비스 시스템을 수용을 설명하고자 한 TRAM (Technology Readiness and Acceptance Model)과 Nasco, Kulviwat, Kumar & Brruner(2008)가 기술수용모형과 다른 수용이론들의 변인들을 통합한 소비자 기술수용모형(CAT: Consumer Acceptance of Technology)이 있다(유연재, 김정식, 2012). 통합모형의 대표적인 것이 Venkatesh, Morris, Davis & Davis(2003)의 통합수용모형 (UTAUT: Unified Theory of Acceptance and Use of Technology)이다. 통합기술수용모형은 혁신기술 수용 및 사용 의도와 관련된 8가지 모형, 즉, 합리적 행위 이론(Theory of Reasoned Action), 기술수용 모형(Technology Acceptance Model), 계획된 행동 이론(Theory of Planned Behavior), 동기이론(Motivational Model), TAM과 TPB의 혼합 모형 (Combined TAM and TPB), PC 활용모형(Model of PC Utilization), 혁신 확산 이론(Innovation Diffusion Theory), 사회 인지 이론(Social Cognitive Theory)등 정보기술수용과 관련된 대표적인 모형들을 통합한 모형으로 볼 수 있다(정보통신정책연구원, 2018). 이 모형은 성과기대(performance expectancy), 노력기대(effort expectancy), 사회적 영향(social influence), 촉진조건이라는 4개의 잠재 변수를 제시했고, 성별(gender), 나이(age), 경험(experience), 자발성 (voluntariness of use) 등이 기술 수용에서 조절역할을 한다고 주장하였다(정보통신정책연구원, 2018). 여기서 성과기대, 노력기대, 사회적 영향은 행동의도에 영향을 주는 변수이며, 촉진조건은 사용행동에 직접적으로 영향을 주는 변인으로 해석된다(정보통신정책연구원, 2018). UTAUT는 6개의 잠재변수와 4개의 조절 변수를 사용하고 있다. 잠재변수를 측정할 측정변수는 TAM1, TAM2 및 기존의 7개 관련이론에서 변수를 추출하였다. UTAUT의 변수선택 프로세스는 [그림 2-37]과 같다.



[그림 2-37] UTAUT의 변수 선택 프로세스

출처: Venkatesh, Morris, Davis & Davis. (2003) 재구성

UTAUT에서 사용한 변수들과 변수 선택을 위한 참조모형은 [표 2-43]과 같다.

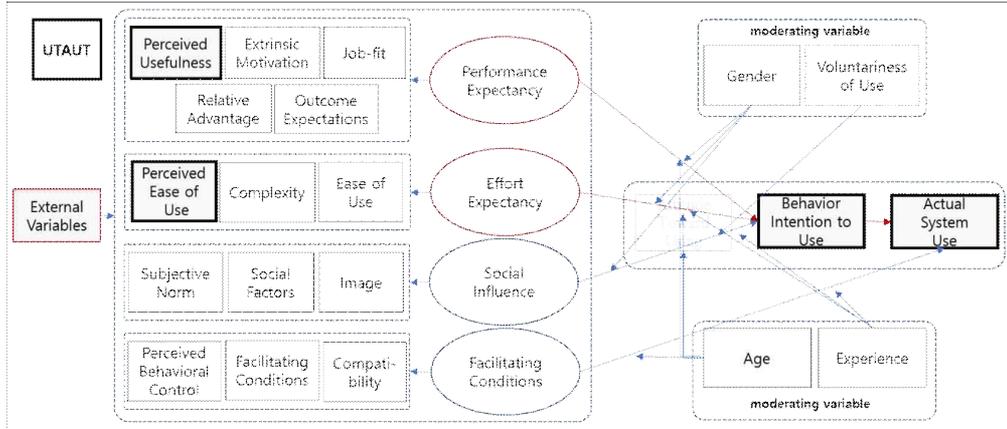
[표 2-43] UTAUT에서 사용한 변수들과 모형

잠재 변수	잠재변수 정의	측정 변수	참조 모형	측정변수 정의	설문 항목
성과 기대	특정 시스템을 사용하는 것이 업무 성과를 향상시킬 것이라고 믿는 정도	인지된 유용성	TAM1	정보기술을 사용하여 업무의 성과를 높일 수 있다고 믿는 정도(Davis 1989)	6
		외재적 동기	MM	개인의 작업능률을 높이거나 임금인상, 승진 등 가치 있는 결과에 도움이 되기 때문에 특정 행동을 하고자 하는 인식(Davis et al. 1992)	
		직무 적합성	MPCU	개인이 정보기술을 사용하여 작업의 실적을 높일 수 있다고 믿는 정도 (Thompson et al. 1991)	
		상대적 이점	IDT	새로운 기술이 이전의 기술에 비해 더 낫다고 인식하는 정도(Moore & Benbasat 1991)	
		결과 기대	SCT	행동 및 직무와 관련된 성과가 높아질 것이라는 기대 (Compeau & Higgins 1995)	
노력	시스템을 사용	인지된	TAM1	개인이 정보기술을 쉽게 사용	6

기대	하는 것과 관련된 용이성의 정도	사용 용이성	TRA	할 수 있을 거라고 생각하는 정도(Davis 1989)	4
		복잡성	MPCU	새로운 기술이 이해하고 사용하기 어렵다고 인식하는 정도 (Thompson et al. 1991)	
		사용 용이성	IDT	새로운 기술을 활용하기 어렵다고 인식하는 정도 (Moore & Benbasat 1991)	
사회적 영향	자신 주변의 중요한 사람들이 새로운 시스템을 사용해야 한다고 믿는 것을 인식하는 정도.	주관적 규범	TRA, TAM2	자신에게 중요한 대부분의 사람들이 생각하는 행위에 대한 인식 (Fishbein & Ajzen 1975)	2
		사회적 요인	MPCU	참조그룹의 주관적 문화에 대한 개인의 내면화, 특정 사회적 상황에서 개인이 타인과 맺은 구체적인 대인 관계 합의 (Thompson et al. 1991)	4
		이미지	IDT TAM2	새로운 기술을 사용하는 것이 자신이 속한 사회적 시스템 내에서 자신의 지위를 향상시킨다고 인식하는 정도 (Moore & Benbasat 1991)	3
촉진 조건	시스템 활용시 조직적, 기술적 환경이 조성되어 있다고 믿는정도	인지된 행동 특성	TPB/DT PB, C-TAM /TPB	행동에 대한 내재적, 외제적 규제에 대한 인식 (Taylor & Todd 1955)	5
		촉진 조건	MPCU	컴퓨터 기술 지원 제공과 같이 행동을 달성하기 쉽게 하기위해 환경 내 객관적 요소들 (Thompson et al. 1991)	3
		호환성	IDT	혁신이 기존의 가치, 요구, 이전 적용자의 경험과 적합하다고 여기는 정도 (Moore & Benbasat 1991)	3

출처: Venkatesh, Morris, Davis & Davis. (2003); 이승준. (2020) 재구성

Venkatesh, Morris, Davis & Davis(2003)가 제시한 UTAUT를 도식화 하면 [그림 2-38]와 같다.



[그림 2-38] UTAUT 모형

출처: Venkatesh, Morris, Davis & Davis. (2003) 재구성

UTAUT모형을 살펴보면 TAM1을 확대 변형한 모형이다. TAM1의 주요 프레임을 그대로 사용하였다. 신념변수인 인지된 유용성과 인지된 사용용이성을 성과기대와 노력기대란 명칭으로 변경한 것이다. 인지된 유용성과 인지된 사용용이성을 측정변수로 돌려서 감추었지만 설문항목의 구성을 보면 유사하다. 결국 UTAUT모형도 TAM1에서 신뢰변수를 변형하거나 사회적 영향과 촉진조건이라는 신념변수를 추가한 것이라 하겠다. 지금까지 TAM1의 태동에서 변형까지 살펴본 결과 조직구성원의 정보시스템 수용에 영향을 미치는 요인의 발견이라는 TAM의 본래 목적을 충족시키기 위한 모형은 TAM1의 구성요소만으로도 충분한 것으로 사료된다. 본 연구에서도 태도 변수를 제외한 TAM1을 블록체인 대차거래 스마트시스템 수용요인 연구에 활용한다.

2.7.5. 블록체인 시스템과 기술수용모델 적용 선행연구

최근 다양한 영역에서 기술을 적용하고자 검토 중인 블록체인 기술에 대해 본 연구에서는 실증적인 연구를 하고자 한다. 이를 위해 블록체인 기술의 수용의도에 관한 선행 연구들을 조사하였다. 김정석(2016)은 통합기술 수용이론(UTAUT)을 기반으로 하고, 성과기대와 노력기대의 선행요인에

블록체인 기술의 5가지 특성인 보안성, 가용성, 신뢰성, 다양성, 경제성을 외부변수로 추가하여 연구모형을 설계하였다. 기술수용모델(TAM)의 인지된 유용성과 용이성을 통합기술수용모델(UTAUT)의 성과기대와 노력기대 및 사회적 영향과 촉진조건이 수용의도에 영향을 미치는 것으로 연구모형을 구성하였으며, 블록체인이 아직 확산된 기술이 아니므로 종속변수를 수용행동이 아닌 수용의도로 제시하고, 조절변수로 조직의 혁신성과 업무 역할을 추가하였다(김정석, 2016).

기술수용모형을 이용한 선행연구를 요약하면 [표 2-44]와 같다.

[표 2-44] 기술수용모형을 이용한 선행연구

구분	적용분야	연구자	외부변수 (TAM2&3변수 제외)	매개 변수	종속 변수
블록 체인 시스템	증권거래	권병태, 유연우, 이석기(2020)	사용성, 고객지향성, 연결성, 지능성	인지된 유용성, 인지된 사용 용이성	사용자 수용 의도
	미디어 플랫폼	한영주 (2020)	개인혁신성 위험특성		
	회계정보	이다정, 권광현 (2020)	보안성, 가용성 신뢰성, 다양성, 경제성 상대적이점, 관찰가능성, 시험가능성 복잡성, 적합성		
제품	뉴미디어	김일동 (2018)	지각된 가치, 사회적 영향, 조직의 혁신성, 지각된 위험		
	물류	김성영, 안승범 (2018)	블록체인 기술의 특성, 물류내부환경, 물류외부환경		
	블록체인 특성	박정홍 (2018)	보안성, 가용성 신뢰성, 다양성, 경제성		
	블록체인 특성	김정석 (2016)	보안성, 가용성 신뢰성, 다양성, 경제성		
제품	디지털 카메라	안지준 (2010)	자기효능감, 혁신성		
	스마트폰	김지훈 (2010)	이동성, 다양성, 보안성, 수용자혁신성, 자기효능감, 인지된 비용		
	스마트 위치	이상규 (2014)	개인의 혁신성, 인지된 비용		
서비스	U주거환경	진선진(2010)	혁신성		
	IPTV	김미선(2010)	자기효능감, 혁신성		
		안지현(2010)	자기효능감		
	클라우드 컴퓨팅	박철우(2012)	자기효능감, 인지된 비용, 보안성, 혁신성		
		SNS	박정숙(2013)	상호작용성, 사회적 실재감	
	과학수사	유제설(2015)	몰입, 자기효능감, 혁신성		
	빅데이터	김정선(2015)	조직의 혁신성		
	항공사 e서비스	문용주(2015)	자기효능감		
소셜커머스	송주형(2016)	자기효능감, 혁신성			

출처: 김기웅, (2017) 수정

박정홍(2018)은 기술수용모델(TAM)을 기본 모형으로 하고, 외부변수는 김정석(2016)과 마찬가지로 블록체인 기술의 5가지 특성으로 정의하고, 3가지 매개변수로 구성하여 변수 간의 영향 관계를 살펴보고, 수용의도를 종속변수로 채택하였다(박정홍, 2018). 김성영, 안승범(2018)은 기술수용모델(TAM)을 기본 모형으로 하고, 외부변수로 블록체인 기술의 특성, 물류내부환경, 물류외부환경 등을 추가하여 연구하였다. 김일동(2018)은 연구모델로 혁신확산이론(Innovation Diffusion Theory)과 기술수용모델(TAM)의 주요 구성개념을 기반으로 하여 박종구(2011)가 제안한 뉴미디어 채택에 관한 통합모델(IAM-NM: Integrative Adoption Model of New Media)을 선택하고, 외부변수로 지각된 가치, 사회적 영향, 조직의 혁신성, 지각된 위험을 채택하여 연구하였다. 지금까지 블록체인 기술의 수용의도에 관한 선행연구를 살펴보았으며, 그결과 다양한 분야에서 기술수용모델(TAM)과 통합기술수용모델(UTAUT)이 블록체인 기술의 수용의도에 관한 연구에 사용되고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 기술수용 모델의 기본 모형에 다양한 외부 요인들과 신념변수들이 각각 독립변수와 매개변수로 연구되고 있음을 확인하였다. 또한 2가지 이상의 기본이론을 결합하여 연구하는 것을 확인할 수 있었다.

2.8. 정보시스템성공 모델(ISSM)

2.8.1. 정보시스템 성공모형 개요

조직 및 기업 그리고 정부기관 등 사용 중인 정보시스템은 업무의 효율성 증대를 위한 도구로 사용되고 있다. 정보시스템의 개선 및 발전은 현재 기업과 정부가 가져야 할 핵심역량으로 자리 잡고 있다. 이에 따라 연구자들은 정보시스템의 사용이 업무 성과에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 관심이 증대되었다. 연구의 흐름은 역시 정보시스템을 성공적으로 관리하고, 운영하기 위한 연구 결과를 제안하는 방향으로 계속 발전하게

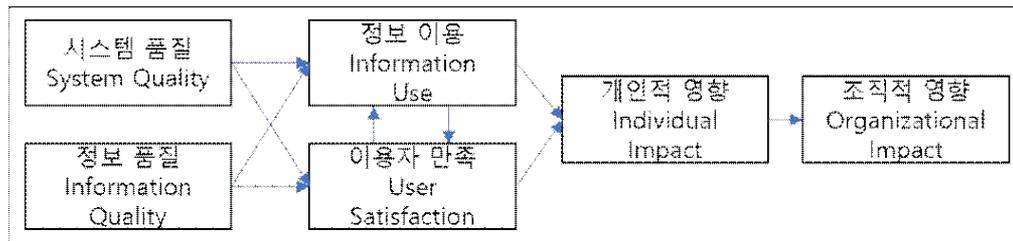
되었다(한병성, 2018). 정보시스템 성공 모형의 초기 연구에서는 측정 지표를 주요 요인에 대한 범주를 나누었으며 그 범주는 정보 효과 수준, 의미 수준, 기술 수준 등의 각각 다른 수준에서 다양한 측정 지표를 세웠다(권태현, 2020). DeLone and McLean(1992)이 선행연구를 통해 정보시스템의 성공 모형에 관한 측정 지표들을 정리하여 정보시스템 성공모형(Information Systems Success Model: ISSM)을 정립했다(권태현, 2020).

ISSM은 DeLone & McLean(1992)이 정보시스템 및 커뮤니케이션 연구를 바탕으로 시스템 품질, 정보 품질, 사용수준, 사용자만족도, 개인성과, 조직성과의 여섯 개 요인 간 영향 관계를 나타낸 모형이다(이미숙, 최재훈, & 석재환, 2018). 이후 Seddon(1997), Jiang, Choi, Lim & Leem(2002)은 DeLone & McLean(1992)의 정보시스템성공모형에 서비스품질을 추가할 필요가 있다고 주장하였고, Myers, Kappelman, & Prybutok(1997)은 정보시스템이 직장, 산업, 사회 전반에 영향을 미침을 고려하여, 분리되어 있던 개인성과와 조직성과를 성과로 통합하고, 사용수준은 사용수준과 사용의도로 구분하였다. DeLone & McLean(2003)은 기존의 연구를 종합하여 정보시스템의 변화된 환경을 고려하여 시스템 품질, 정보 품질에 서비스 품질을 추가하였다. 정보시스템 품질의 핵심 속성으로 정보시스템 직관성, 유연성, 응답시간, 이용용이성, 시스템 신뢰성 및 습득용이성 등으로 구성되고, 시스템 산출물인 정보 품질의 특성은 간결성, 유용성, 학습내용 관련성, 이해성, 정확성, 완성도, 적시성 등으로 구성되며, 서비스 품질은 응답성, 정확도, 기능적 유능성 및 신뢰성으로 구성된 시스템 사용자에게 정보시스템 공급자가 제공하는 시스템과 관련 전사적 지원 수준으로 핵심 속성 간 상호작용의 효율성 정도를 의미한다(주영주, 임규연, 박수영, 2014).

2.8.2. DeLone & McLean(1992)의 정보시스템 성공 모형

정보시스템 성공에 대한 연구는 DeLone & McLean(1992)논문이 시발점이다. 이들은 1981년부터 1987년까지 수행한 MIS분야의 7개의 저널에서 180여개의 논문을 정리하여 1992년 정보시스템 성공모형(ISSM1)을

발표하였다. 정보시스템 성공과 관련한 변수를 6가지로 정리하고, 각 변수 간의 의존관계와 새로운 모형을 제시하면서 이후 연구의 기반이 되었다(이광수, 2012). 이 모형은 시스템품질(System Quality), 정보품질(Information Quality), 사용도(Use), 사용자만족도(User Satisfaction), 개인적 영향(Individual Impact), 조직적 영향(Organizational Impact)을 정보시스템 성공변수로 제시하였다(DeLone & McLean, 1992). 시스템품질과 정보품질 모두가 사용도와 사용자 만족에 영향을 미치며 사용도와 사용자 만족은 직접적으로 개인적 영향을 미치는 것으로 나타났고, 개인적 영향은 조직적 영향의 영향변수로 작용한다는 결론을 내렸다. [그림 2-39]는 DeLone & McLean(1992)의 연구 모형이다(양동현, 안준모, 민형진, 이석준, 2014).



[그림 2-39] DeLone & McLean(1992)의 ISSM1

출처: DeLone & McLean. (1992); 양동현, 안준모, 민형진, 이석준. (2014)

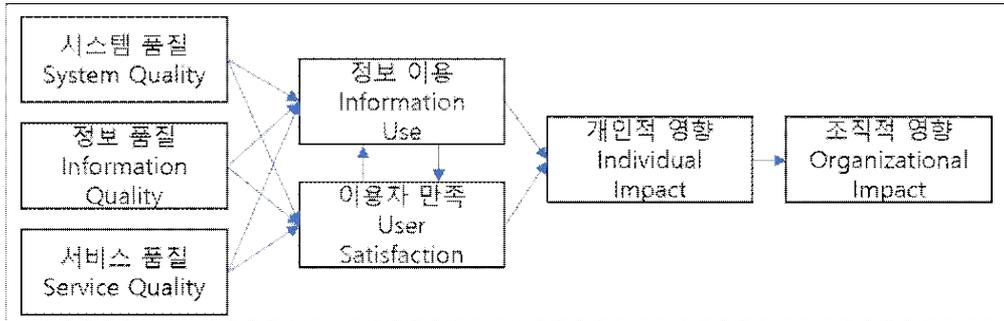
시스템 품질은 정보를 처리하는 시스템측면의 측정을 의미하며, 정보 품질은 정보시스템 산출물의 측정을 의미한다. 사용은 사용자 입장의 정보시스템 산출물의 소비를 의미하며, 사용자 만족은 사용자 입장의 정보시스템 산출물에 대한 만족을 의미한다. 개인적 영향은 사용자 행위에 대한 정보의 효과를 의미하며, 조직적 영향은 조직성과에 대한 정보의 효과를 의미한다(이광수, 2012). DeLone & McLean(1992)의 연구에 대해 정보시스템 성공이라는 개념에 관한 기존의 연구들을 취합하여 정리했고, 정보시스템 성공을 측정하는 항목들을 적합한 그룹으로 나누었으며 그 과정에서 다른 참여자들을 구분했다. 실증적, 이론적 연구의 기초를 마련했다는 점에서 그 의의가 있다고 하였다(DeLone & McLean, 1992).

Seddon(1997)은 DeLone & McLean(1992)의 연구는 정보시스템 성공에 대한 측정 지표의 선택에 있어서 우선순위를 부여한 최초의 연구로서 중요한 공헌을 하였다고 하였다(Seddon, 1997). 그러나 이 모형에서 개인적 영향과 조직적 영향을 구분하고 있지만, 조직 내의 다른 이해관계자가 동일한 정보시스템의 성공에 대해 각각 다른 입장을 취하는 것에 대한 언급이 부족하다고 하였다(이광수, 안성진, 2014).

2.8.3. Pitt, Watson, & Kavan의 정보시스템 성공 모형

Pitt, Watson, & Kavan(1995)은 DeLone & McLean(1992)의 정보시스템 성공모형이 시스템 품질과 정보 품질에 초점이 맞추어 있다고 보고 있으며, 이는 연구 배경이 1980년대 초반의 메인 프레임 시대의 데이터를 토대로 연구되었기 때문에 정보시스템의 서비스적인 측면을 간과하고 있기 때문이라고 생각하여 DeLone & McLean(1992) 성공변수에 서비스 품질을 추가하여 제시하였다(이광수, 안성진, 2014). 마케팅 분야의 서비스 측정요인인 SERVQUAL를 제시하였고 정보시스템에서의 적합성을 주장하며 보다 효과적인 평가모형 수립하였다(양동현, 안준모, 민형진, 이석준, 2014). 이는 정보시스템의 서비스 측면에서 품질에 대한 성과를 측정하는 것이 필요하며, 서비스 측면이 배제된다면 전반적인 정보시스템의 효과성을 정확하게 측정할 수 없다고 하였으며, 정보시스템 성공변수로 시스템 품질, 정보 품질, 서비스 품질, 사용, 사용자 만족, 개인적 영향, 조직적 영향을 제시하였다(이광수, 안성진, 2014). 서비스 품질은 정보 시스템이 사용자의 요구에 신속하게 응답하고, 지속적으로 사용자를 지원함으로써 사용자로 하여금 서비스를 지속적으로 사용하게 하는 성질을 의미한다(박인근, 2016). 김현명(2007)은 정보시스템의 서비스 품질을 5가지(신뢰성, 응답성, 반응, 확신성, 공감)로 정의하고 측정하였다(김현명, 2007). Parasuraman(1991)은 서비스품질을 사용자가 정보 시스템을 사용할 때 느끼는 서비스에 대한 확신성, 사용하고자 하는 열정, 응답성으로 정의하였다(박인근, 2016). 손병모(2005)는 정보시스템의 서비스 품질을 사용자 요구사항을 얼마나

신속하게 반응하여 결과를 제공하는가에 대한 정도로 정의하였다(박인근, 2016). Pitt, Watson, & Kavan(1995)의 정보시스템 성공모형(ISSM2)은 [그림 2-66]과 같다.



[그림 2-40] Pitt, Watson, & Kavan(1995)의 ISSM2

출처: Pitt, Watson, & Kavan. (1995) 수정

2.8.4. Seddon의 정보시스템 성공 모형

Pitt, Watson, & Kavan(1995)이후에도 Seddon & Kiew(1994)는 초기 IS 성공모형에 이용자 참여 관점이 포함되어야 한다고 주장하였고, Melone(1990)은 정보시스템이 자발적으로 이용되는 것이 아니므로 실제 이용과 인지된 것은 다를 수 있음을 지적하였다. Szajna(1993)은 이용과 정보시스템의 성과를 정확히 반영할 수 없음을 주장하기도 하였다(이장석, 2020). 이와 같은 주장들에 근거하여 Seddon(1997)은 DeLone & McLean(1992)의 성공모형에서 사용이 가지는 모호성을 지적하고, 사용 대신 인지된 유용성이 보다 적합한 변수라 주장하였다(Seddon, 1997). 성과 변수에 사회를 추가하여 DeLone & McLean(1992)의 성공모형을 확장하였으며, 정보시스템 성공변수로 시스템 품질, 정보 품질, 인지된 유용성, 사용자 만족, 개인, 조직, 사회에 대한 순 효익(Net benefits)을 제시하였다(이광수, 안성진, 2014). 순 효익은 정보기술 응용프로그램의 사용으로 인한 모든 과거 및 예상 미래 비용을 제외한 모든 과거 및 예상 미래 이익의 합계에 대한 포괄적 측정치이다(Seddon,1997). 사용의 의미를

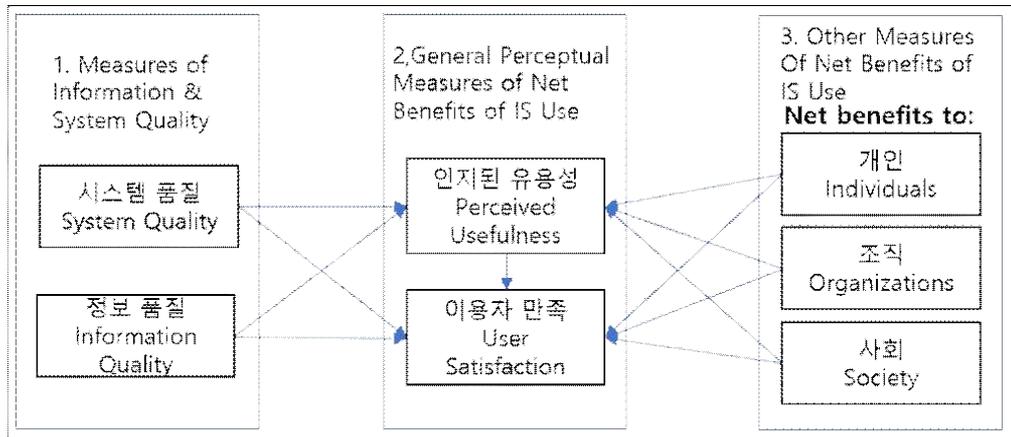
지각된 유용성으로 대치시켰으며, 사용과 사용자 만족과의 양방향 인과관계에서 지각된 유용성에서 사용자 만족으로 가는 단일 방향의 인과관계로 모형을 수정하여 지각된 유용성이 사용자 만족에 영향을 미치는지 검증하였다(이광수, 안성진, 2014). Seddon(1997)의 정보시스템 성공 모형(ISSM3)을 구성하고 있는 변수들의 정의는 [표 2-45]와 같다.

[표 2-45] ISSM3 구성 요소와 변수들의 정의

구성요소/변수	정의
Information System (정보시스템)	The information system of interest is either some aspect of an application of information technology (IT), one individual application, a group of applications (including those of an entire organization), or an application of one type of IT(Seddon, 1997).
Net Benefits (순효익)	Net Benefits is an idealized comprehensive measure of the sum of all past and expected future benefits, less all past and expected future costs, attributed to the use of an information technology application(Seddon, 1997).
IS Success (정보시스템 성공)	IS Success is a measure of the degree to which the person evaluating the system believes that the stakeholder is better off. Logically, if Net Benefits could be measured with precision, IS Success would be equivalent to Net Benefits(Seddon, 1997).
System Quality (시스템 품질)	System Quality is concerned with whether or not there are "bugs" in the system, the consistency of the user interface, ease of use, quality of documentation, and sometimes, quality and maintainability of the program code(Seddon, 1997).
Information Quality (정보 품질)	Information Quality is concerned with such issues as the relevance, timeliness, and accuracy of information generated by an information system.(Seddon, 1997)
Perceived Usefulness (인지된 유용성)	Perceived Usefulness is a perceptual indicator of the degree to which the stakeholder believes that using a particular system has enhanced his or her job performance, or his or her group's or organization's performance(Seddon, 1997).
User Satisfaction (이용자 만족)	User Satisfaction is a subjective evaluation of the various Consequences evaluated on a pleasant-unpleasant continuum.(Seddon, 1997)
Net Benefits to Individuals(개인), Organizations(조직), and/or Society(사회). (에 대한 편익)	Net Benefits as perceived by these different types of stakeholder. Organizations includes both groups and management. Thus the four principal types of stakeholder are individuals, groups of individuals, management of organizations, and society(Seddon, 1997).

출처: Seddon. (1997)

[그림 2-41]은 Seddon(1997)의 정보시스템 성공 모형(ISSM3)을 나타낸 것이다.



[그림 2-41] Seddon(1997)의 ISSM3

출처: Seddon. (1997)

2.8.5. DeLone & McLean(2003)의 정보시스템 성공 모형

정보시스템 관련 연구 성과가 축적되면서 딜린과 맥린(DeLone & McLean, 2003)은 IS 성공모형을 근간으로 10년 동안 발표된 다수의 연구를 검토하였고, 이를 통해 정보시스템의 성공모형을 수정하여 '수정된 IS 성공모형'을 발표하였다(이장석, 2020). 기존 정보시스템 모형과 차이점으로는 Pitt, Watson, & Kavan(1995)모형에서 도입한 서비스 품질을 수용하고, 개인적 영향과 조직적 영향을 순 편익이라는 단일 변수로 통합하였고, 정보시스템 성공변수로는 시스템 품질, 정보 품질, 서비스 품질, 이용자 의도/이용, 이용자 만족, 순 편익을 제시하였다(이광수, 안성진, 2014). 순 편익이란 정보시스템 이용자들의 목적에 의해서 평가되는 것이며, 이용자들의 목적에 대한 영향이나 효익을 측정하는 것이다. IS 성공모형이 제시된 초기(DeLone & McLean, 1992)에는 개인적 영향과 조직적 영향에 대한 영역을 언급하였으나, 수정된 IS 성공모형에서는 영향을 받는 대상이 개인과 조직에 한정하지 않고 정보시스템을 이용하는 소비자나 사회, 국가 등 모든

개체를 지칭하고 있으며, 이들이 정보시스템을 이용했을 때의 효과 또는 효익을 측정하는 것을 순 효익으로 보고 있다. ISSM4에서 활용한 성공변수와 측정변수 및 측정항목을 정리하면 [표 2-46]과 같다.

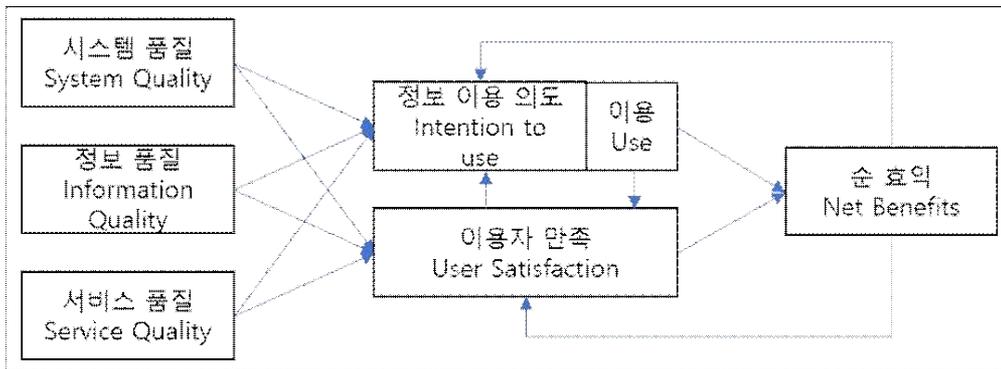
[표 2-46] ISSM4에서 활용한 변수

성공변수	측정변수	측정 문항	선행연구
시스템 품질	사용 용이성	사용방법 습득 용이	Bailey& Pearson (1983) DeLone& McLean (2003) Li(1997)
	접근 편의성	접근이 용이	
	기능성	기능이 다양.	
	유연성	업무에 적용 용이	
	통합성	업무의 통합 용이	
	응답시간	응답시간 단축.	
정보 품질	완전성	정보가 완전한 형태.	Bailey& Pearson (1983) DeLone& McLean (2003) Li(1997)
	신뢰성	정보는 신뢰가능.	
	적시성	정보는 적시 제공.	
	간결성	정보가 간결하고 명확.	
	유용성	정보가 유용.	
서비스 품질	신속성	신속 대응.	Bailey& Pearson (1983) DeLone& McLean (2003) Li(1997) Pittetal.(1995)
	원활한 관계	사용자와 지원 부서 간 관계 원활	
	태도	문제해결을 위한 최선의 노력.	
	전문성	충분한 전문지식 보유.	
	교육훈련	충분한 교육훈련을 실시	
사용	사용량	측정기간내 사용량이 증가.	Bailey& Pearson (1983) DeLone& McLean (2003) . Li(1997)
	사용 빈도	일정기간내 사용 빈도 증가.	
	사용 범위	업무 적용 범위 증가.	
	사용 목적	업무 목적 명확.	
사용자 만족	업무의 효율성	업무 효율성 증대.	Bailey& Pearson (1983) DeLone& McLean (2003) Li(1997)
	업무의 효과성	업무 처리시간 단축.	
	기능의 다양성	여러 가지 기능 제공.	
	시스템 만족도	시스템 만족.	
순 효익	의사결정능력	의사결정 능력 향상.	DeLone& McLean (2003)
	생산력	생산력이 향상.	
	업무프로세스	업무처리 프로세스 향상.	
	조직 유연성	조직 유연성 향상.	
	혁신능력	혁신능력 향상.	

출처: 이광수. (2012)

DeLone & McLean(2003)은 정보시스템 성공 변수로 시스템 품질, 정보 품질, 서비스 품질, 사용, 사용자 만족, 순 효익을 제시하였으며, 정보시스템

성공 변수의 의미를 다음과 같이 설명하고 있다(이광수, 2012). 시스템 품질은 정보시스템의 바람직한 특성을 나타낸 것으로 직관성, 정교화, 유연성, 응답 시간, 사용의 용이함, 시스템 융통성, 시스템 신뢰성, 습득의 용이함을 포함하고 있고, 정보 품질은 시스템 산출물의 바람직한 특성을 나타낸 것으로 관련성, 정확성, 간결성, 완성도, 사용성을 포함하고 있으며, 서비스 품질은 시스템 사용자가 정보시스템 부서와 IT인력 지원으로부터 제공받는 품질을 나타낸 것으로 응답성, 정확성, 신뢰성, 공감성, 기술적 능숙도를 포함하고 있다(김미숙, 2013). [그림 2-42]는 수정된 DeLone & McLean(2003)의 정보시스템 성공 모형(ISSM4)을 나타낸 것이다.



[그림 2-42] 수정된 DeLone & McLean(2003)의 ISSM4

출처: DeLone & McLean. (2003) 수정

사용은 고객과 직원이 정보시스템을 사용하는 방법 및 범위를 나타낸 것으로 사용량, 사용빈도, 사용의 적합성, 사용 범위, 사용의 목적을 포함하고 있고, 사용자 만족은 보고서, 웹사이트, 지원서비스를 포함한 사용자 단계의 만족도를 나타낸 것이라고 하였으며, 순 효익은 정보시스템이 개인, 그룹, 기관, 회사, 국가에 기여하는 범위를 나타낸 것으로 의사결정 향상, 생산력 향상, 판매증가, 비용감소, 이익증가, 소비자 행복, 일의 증가, 경제발달을 포함하고 있다(김미숙, 2013). 순 효익에 관련된 측정은 시스템 측면에서 상황이나 측정하는 목적에 따라 활용되도록 하였다(권태현, 2020). ISSM4에서 정보시스템 성공 변수들은 서로 영향을 주는 관계에 있다.

재정립한 연구모델에서 정보시스템 사용도 및 사용자만족 등이 순 효익에 긍정적 영향 또는 부정적 영향을 주게 되고, 순 효익은 정보시스템 사용도와 사용자 만족에 모두 영향을 주는 상호관계를 제시했으며, 시스템 품질, 정보 품질, 서비스 품질은 사용과 사용자 만족에 영향을 주고 사용과 사용자 만족은 서로 영향을 미친다(이광수, 2012). 사용과 사용자 만족은 순 편익에 영향을 주고 순 효익은 사용과 사용자 만족에 영향을 주게 된다(이광수, 2012).

2.8.6. 블록체인 기술과 정보시스템 성공모형의 선행연구

오늘날에도 정보시스템의 성과를 평가하기 위해 딜런과 맥린(DeLone & McLean, 1992, 2003)의 ISSM이 많이 활용되고 있다. e-비즈니스, 지식영역, e-러닝, 웹사이트, 소셜커머스 분야에서 성공의 측정도구로 이용되고 있다(이장석, 2020). 이러한 연구들은 주로 시스템품질과 정보품질, 서비스품질이 성과요인인 이용자 만족이나 이용에 어떠한 영향을 미치는지 여러 연구를 통해 검증되어왔다. Pitt(1995)는 클라이언트/서버 시스템의 성공요인을 파악하기 위하여 IS 성공모형을 이용하여 정보품질, 시스템품질, 서비스품질이 이용자 만족, 개인적 경향, 조직적 경향, 이용의도 및 실제 이용행위에 미치는 영향에 대해 검증하였다. Li(1997)는 정보시스템의 성공요인을 파악하기 위하여 IS 성공모형을 이용하여 정보품질, 시스템품질, 서비스품질, 갈등해결이 이용자 만족, 개인 효과, 조직 효과, 이용의도에 미치는 영향에 대해 검증하였다. 국내에서는 장명복(2000)의 연구에서는 경영정보시스템의 성공요인을 분석했는데, 경영정보시스템의 사용자가 인지한 정보시스템 환경과 갈등해결, 시스템품질, 지원부서 서비스품질은 이용자 만족과 기업성과에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 주기중(2004) 역시 수정된 IS 성공모형을 이용하여 회계정보시스템의 관여도 자발성, 정보시스템환경, 시스템품질, 정보품질이 지각된 유용성, 이용자 만족, 내부업무 효율성, 고객만족, 경제적 성과간의 영향 관계를 분석한 결과, 정보품질과 서비스품질이 회계시스템 이용 만족을 높였으며, 이용 만족은

경제적 성과에 정적인 영향을 미치는 요인임을 밝혔다.

[표 2-47] ISSM에 대한 선행연구의 요약

연구자	주요특성	영향변수	결과변수	대상시스템
Delone & Mclean (1992)	정보시스템 성공요인 기준 종합	정보품질 시스템품질	이용자 만족 개인적 영향 조직적 영향	메일 프레임 시스템
Pitt, et al. (1995)	Delone & Mclean 성공모형 (1992) Delone & Mclean (2003), Seddon 성공모형 (1997)	정보품질 시스템품질 서비스품질	이용자 만족 개인적 영향 조직적 영향	클라이언트/서버 시스템
Li(1997)		정보품질 시스템품질 서비스품질 갈등해결	이용자 만족 개인효과 조직효과	정보시스템
장명복 (2000)		정보시스템환경 시스템품질 정보품질 지원부서 서비스품질	이용자 만족 기업성과	경영정보시스템
주기중 (2004)		정보시스템환경 시스템품질 정보품질 관여도 자발성	지각된 유용성 이용자 만족 내부업무효율성 고객만족 경제적 성과	회계정보시스템
전현재 (2014)		정보시스템환경 시스템품질 정보품질 자기효능감	지각된 유용성 이용자 만족 지속이용가능성	모바일 학사정보 시스템
한병성 (2018)	Delone & Mclean (2003), 기대일치 이론결합	시스템품질 서비스품질	지속이용의도 이용자 만족 기대일치	POS시스템
권태현 (2020)	Delone & Mclean 성공모형 (2003) UTAUT 결합	보안성, 기술적합성, 확장성, 가용성, 상대적 이점, 유지비용절감	성과기대 노력기대 도입의도	하이브리드 클라우드
이장석 (2020)	Delone & Mclean (2003), 확장된 기대일치 이론결합	기대일치 품질요인	인지된 유용성 이용만족 습관적 이용 지속사용의도	OTT 서비스

출처: 저자 작성

전현재(2014) 및 한병성(2018)도 각각 모바일 학사 정보 시스템과 POS

시스템에 정보시스템의 성공모델을 적용하여 분석하였다. 전현재는 기본요소에 자기효능감을 추가하여 분석하였고, 한병성은 기대일치를 종속변수에 추가하여 분석하였다. 권태현(2020)은 정보시스템 성공모델과 UTAUT를 결합하였고, 이장석(2020)은 정보시스템과 확장된 기대일치이론을 결합하여 각각 하이브리드 클라우드 시스템과 OTT시스템의 수용의도를 분석하였다. 아쉽게도 블록체인기반 기술에 정보시스템 성공모델을 적용한 연구는 찾을 수 없었다. 지금까지의 논의를 종합해보면, 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 서비스 이용환경에서도 정보시스템 성공모델의 품질요인의 영향력이 크게 나타날 수 있을 것이다. [표 2-47]은 ISSM에 대한 선행연구의 요약이다.

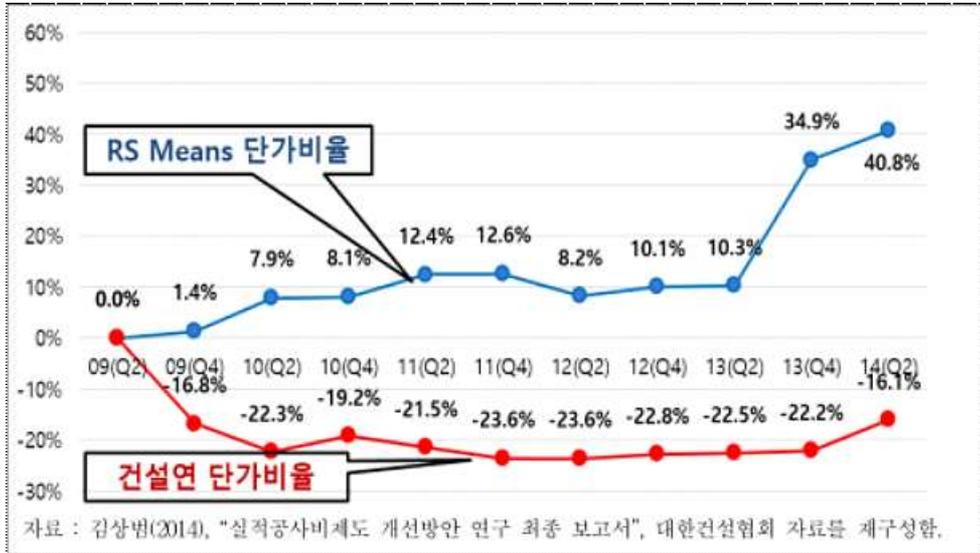
Ⅲ. 제안시스템 아키텍처 디자인

3.1. 건설업 공공공사비 산정의 문제점과 출자증권 유통화의 필요성

3.1.1. 건설업의 공공공사비 산정의 문제점

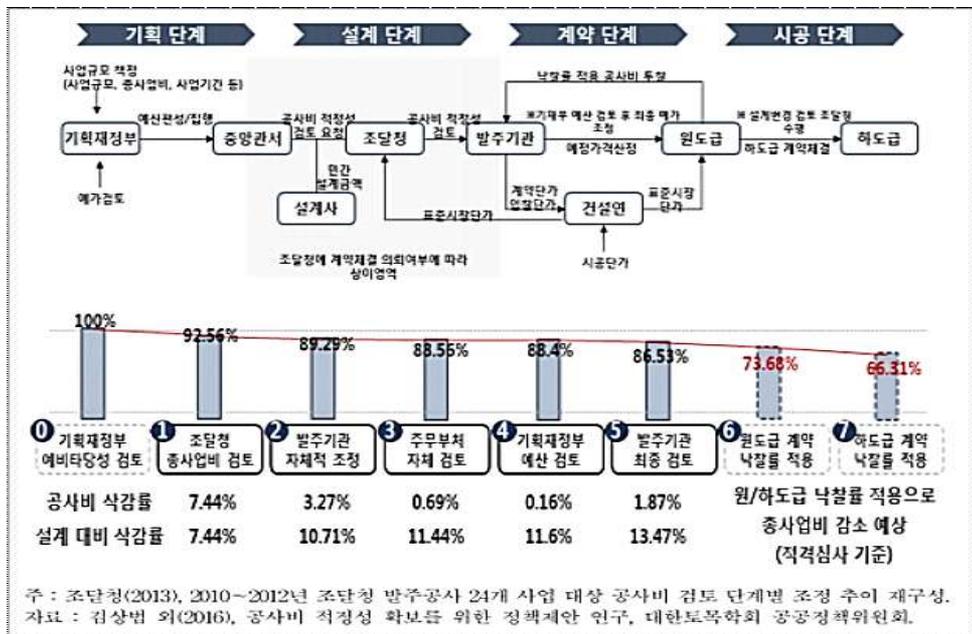
건설업은 수주산업이다. 수주목적물을 낙찰받은 공사비로 완성하여 납품하는 산업이다. 따라서 건설업체의 현금유동성은 공사비 산정에 의존한다. 2020년 현재 공공공사의 발주방식은 명목상 종합심사낙찰제이나 현실은 그저 최저가 낙찰제이다. 특히 중소기업이나 하도급업체인 전문건설업체는 최저가 낙찰제가 거의 대부분이다(Kwon,B.T., You,Y.Y., 2019). 한국건설산업연구원(2018)이 조사한 바에 따르면, [그림 3-43]과 같이 우리나라 공공공사의 단가와 미국 공공공사 단가를 비교해보면 국내 건설업체의 현금 유동성이 얼마나 열악한지 알 수 있다. 건설공사의 단가는 [그림 3-44]와 같은 프로세스로 산정되는데 기획단계 → 설계단계 → 계약단계 → 시공단계로 갈수록 공사비 단가가 대폭 삭감되는 것을 볼수

있다.



[그림 3-43] 한국과 미국의 건설공사 단가 비교

출처: 한국건설산업연구원. (2018)



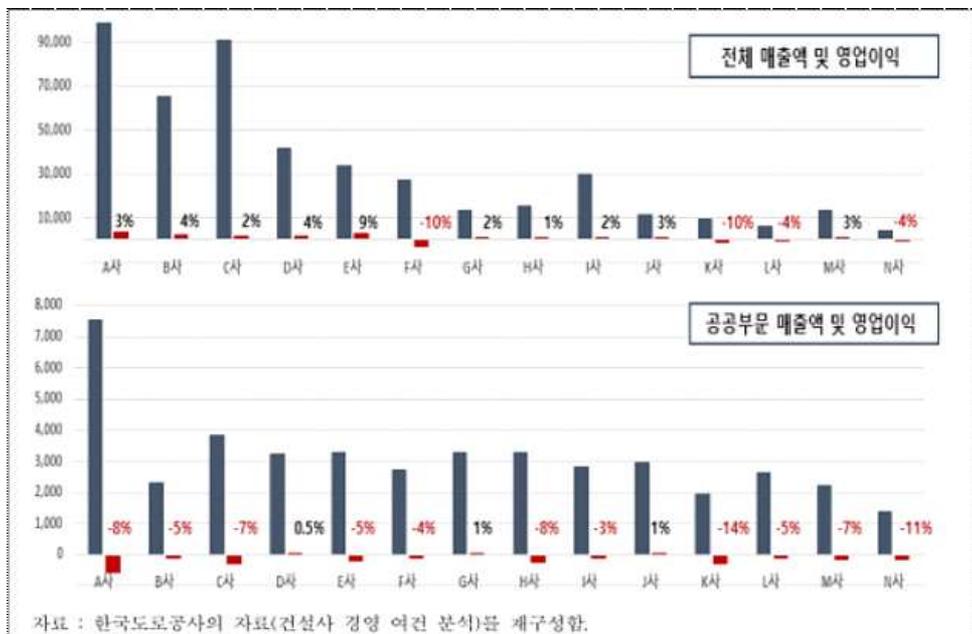
[그림 3-44] 건설공사 총공사비 산정 프로세스

출처: 한국건설산업연구원. (2018)

이와 같이 사업 추진 단계별 사업비 감액 현상은 결국 공사비의 절대적 부족을 야기하고(한국건설산업연구원, 2018), 시공회사는 공사비를 절감하기 위하여 노무비가 상대적으로 저렴한 비숙련공을 채용하게 되고, 과도한 노무비 절감은 매년 건설 현장에서 근로자 사망사고가 500명가량 발생하는 원인이 된다(Kwon,B.T., You,Y.Y., 2019).

3.1.2. 출자증권 유통화의 필요성

[그림 3-47]에서 보듯이 전문건설업체의 공사비 기준이 되는 금액은 ⑦하도급 계약 낙찰을 결정 단계에서 적용되는 낙찰율이며, 이는 건설공사의 기획단계에서 기획재정부가 예비 타당성 검토시 사업규모를 고려하여 결정한 총공사비의 66.51%가 된다. 100원으로 예정된 공사비가 66원이 되는 것이다. 이러한 결과로 건설업의 경영수지를 확인해 보면 [그림3-45]와 같다. 이는 2015년 기준으로 매출액 대비 영업이익을 분석한 결과이다.



[그림 3-45] 건설업체의 경영수지 분석

출처: 한국건설산업연구원. (2018)

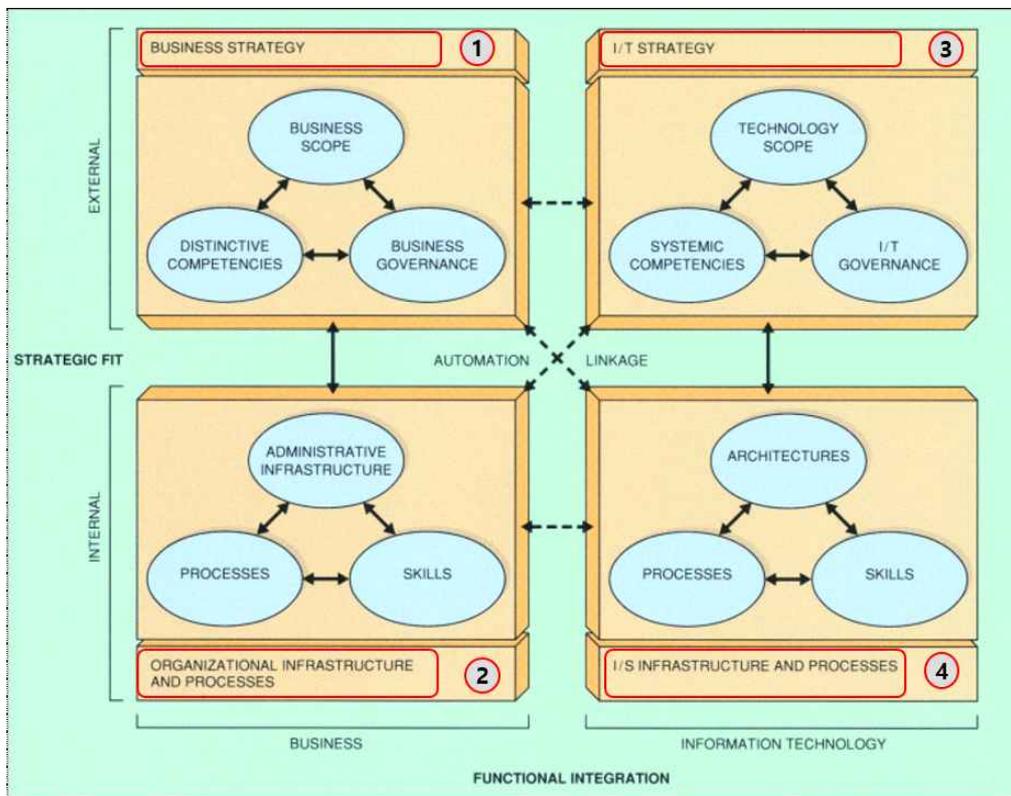
분석대상 건설업체의 약 28.6%가 영업이익이 적자를 나타내고 있으며, 공공공사에서는 무려 약 78.6%에 달하는 기업이 적자를 나타내고 있고 흑자를 보는 업체의 수익 또한 약 0~1%로 매우 낮은 수준이다(한국건설산업연구원, 2018). 이러한 적자 영업으로 인해 초기 현금이 많이 소요되는 건설업 특성상 케인즈의 현금보유 동기중의 하나인 예비적 동기의 현금보유 수준이 매우 부족하게 되며, 이는 기업실패로 이어지는 원인이 되는 악순환이 야기된다(Kwon,B.T., You,Y.Y., 2019). 악화되고 있는 건설업체의 현금 보유수준을 해소하려는 시도로서 공제조합에 예치되어 출자증권으로 고정되어있는 현금을 유동화하는 것이 본 연구의 근본 목적이다. 건설관련 보증공제조합이 보유하고 있는 총 출자증권 금액은 12조에 육박하고, 이들 중 법정 의무출자좌수를 제외한 초과 출자증권은 약 30%에 해당하는 3조6천억에 달한다. 내부자료로 계산된 추정치이다. 이들을 유동화하여 유통시킨다면 현금 승수효과로 인해 그 효과는 매우 클 것으로 예상된다. 그러나 출자증권의 유동화에 대한 선행연구 찾을 수 없었다.

3.2. 정보시스템 디자인 모형 및 프레임 워크

3.2.1. Henderson과 Venkatraman의 전략정렬 모형

정보시스템 디자인은 조직이 지향하는 목적에 부합하고 조직이 지향하는 경영전략을 따라야 한다는 전제와 함께, 인간과 조직구조, 기반 정보기술, 기존 실무시스템과 연계되는 매우 복잡하고, 인위적이며, 목적지향적인 과업이다. 바람직한 정보시스템은 비즈니스 전략과 정보기술 전략, 조직 인프라 구축 목표(organizational infrastructures) 및 정보시스템 인프라 구축 목표(information systems infrastructures)들이 매우 긴밀하게 정렬(essential alignments)되어야 한다(Henderson, Venkatraman, 1999). 정보시스템 설계를 위해서는 첫째, 조직의 내부 이해관계자(internal domain)와 외부 이해관계자(external domain)들의 이해관계를 전략적으로 정렬(strategic alignment)할

필요성이 있다. 전략적 정렬(strategic alignment)이란 전략적 적합성(strategic fit)과 기능 통합(functional integration)을 구성요소로 하는데, 이중 전략적 적합성은 외부 이해관계자와 내부 이해관계자의 요구사항을 해결하기 위한 전략의 필요성이다. 둘째, 기능 통합이다. 비즈니스 목표와 정보시스템의 목표를 통합하여야 한다. 이러한 필요성을 충족시키기 위해 만들어진 정보시스템 디자인 모델이 [그림 3-46]과 같은 Henderson과 Venkatraman (1999)의 전략정렬모형(Strategic Alignment Model)이다.



[그림 3-46] 정보시스템 디자인: 전략정렬모형

출처: Henderson, Venkatraman. (1999)

전략 정렬 모형의 구성요소를 정의하면 [표 3-48]과 같다.

[표 3-48] 전략 정렬모형의 구성요소

구분	구성요소	정의
비즈니스 외부요소	비즈니스 범위	기존 비즈니스 모델 수정 또는 신규 비즈니스 모델
	핵심역량	조직이 가지고 있는 핵심역량
	비즈니스 거버넌스	비즈니스와 관련된 법률, 정관, 규정, 지침 등의 집합 문서
비즈니스 내부요소	경영인프라	조직의 기능부분, 사업부분, 경영구조, 직제 등
	프로세스	직능별 업무처리 프로세스
	업무능력(스킬)	직능이 요구하는 업무처리 수준
정보시스템 외부요소	정보기술범위	비즈니스 전략을 지원할 수 있는 특정 정보처리기술
	시스템 역량	비즈니스 전략 이행을 지원할 정보시스템의 속성 비용대비 효율성, 상호연결성, 유연성 등
	정보시스템 거버넌스	하드웨어의 선택과 사용 규정, 정보시스템을 개발하고 운영하기 위한 기업내부 규정
정보시스템 내부요소	정보시스템 아키텍처	애플리케이션, 하드웨어, 소프트웨어, 통신, 데이터 처리 아키텍처등 정보시스템 인프라의 기능을 종합적으로 정의한 문서
	처리프로세스	정보시스템 개발과 유지, 운영, 재개발등에 대한 절차를 규정한 문서
	처리능력	정보시스템을 구성하고 있는 하위 구성요소의 성능

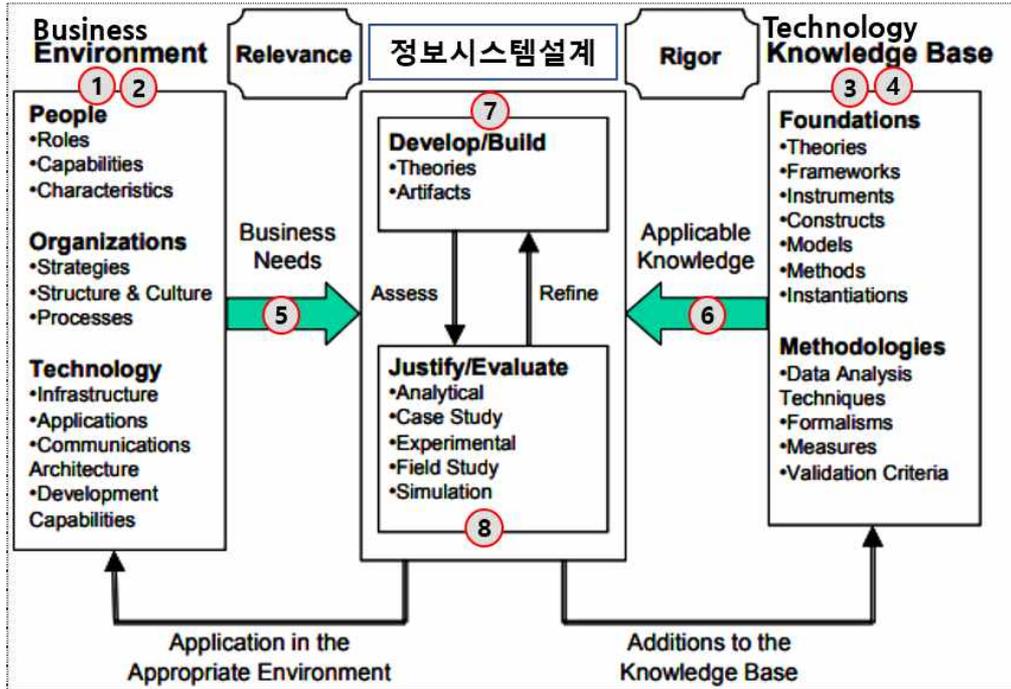
출처: Henderson, Venkatraman(1999)

전략정렬모형은 4가지 하위 관점을 가진다. 첫번째 관점은 전략 실행 (Strategy execution alignment perspective)이다. ①→②→③로 연결되는 전략정렬관점이다. 두번째 관점은 기술 전환(Technology transformation alignment perspective)이다. ①→③→④로 연결되는 관점이다. 세번째 관점은 경쟁잠재력(Competitive potential alignment perspective)이다. ③→①→②로 이어지는 관점이다. 네번째 관점은 서비스 수준(Service level alignment perspective)이다. ③→④→②로 연결되는 관점이다.

3.2.2. Hevner의 정보시스템 디자인 프레임워크

Hevner, March, Park, & Ram(2004)은 Henderson과 Venkatraman의 전략정렬모형의 구성요소와 4가지 관점을 활용하여 [그림 3-47]과 같이 정보시스템 설계 프레임 워크를 개발하였다(Hevner, March, Park, & Ram, 2004). 먼저 비즈니스 환경은 전략 정렬모형의 ①②구성요소를 차용하여

사람, 조직, 기술요소를 세분하였다. 기반기술 지식은 전략정렬모형의 ③④구성요소를 차용하여 이론과 방법론으로 세분하였다. 이해관계자의 중요 요구사항(ASR)은 ⑤로 독립시켰고, 정보시스템 개발은 ⑥으로, 기반기술의 선택과 적용은 ⑦로 독립하였으며, 정보시스템의 평가와 선택 프로세스는 ⑧로 독립시켰다.



[그림 3-47] 정보시스템 디자인 프레임워크

출처: Hevner, March, Park, & Ram. (2004) 수정

또한 Hevner, March, Park, & Ram(2004)는 정보시스템 디자인을 위한 7가지 가이드라인을 [표 3-49]와 같이 제시하였다

[표 3-49] 정보시스템 디자인을 위한 가이드 라인

가이드라인	설명
가이드라인 1: 가상실재로 디자인	가상실재(Artifact)란 실험적 접근이나 평가를 가상하여 분석함으로써 얻어내는 결과물을 의미하며,

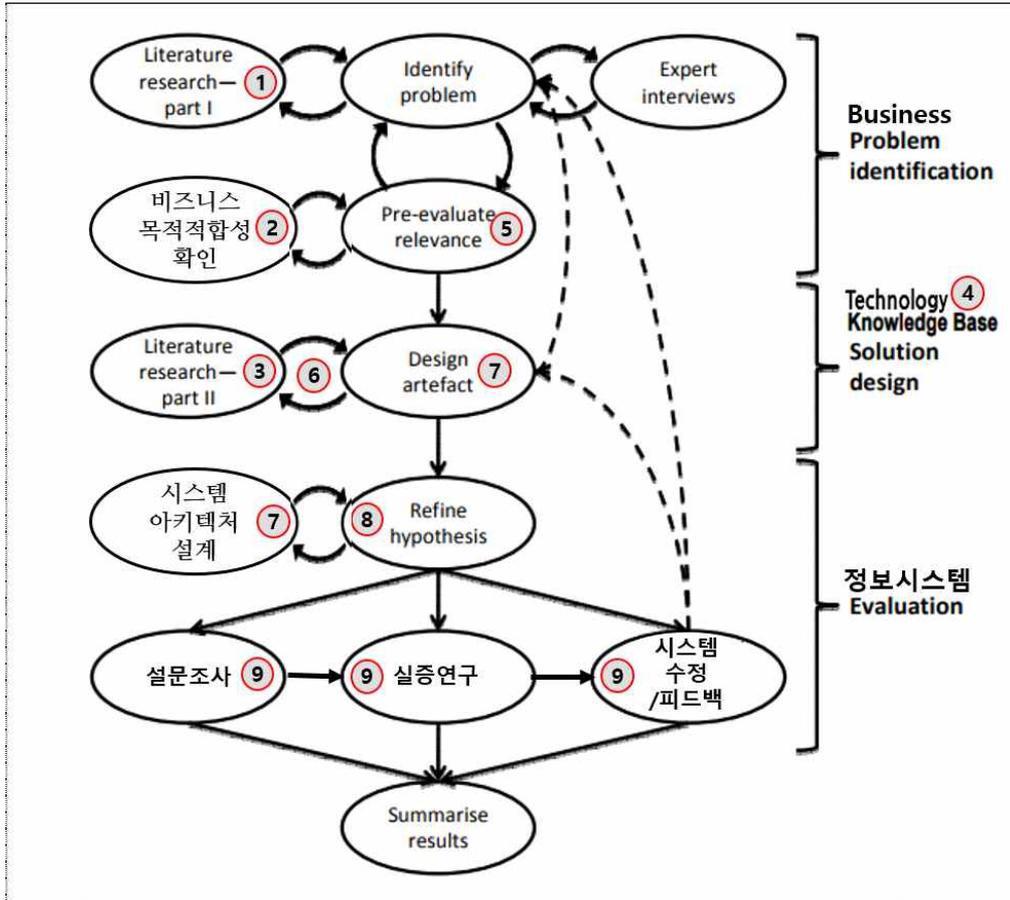
(Design as an Artifact)	정보시스템 디자인은 구조, 모델, 방법론, 인스턴스화 형태로 실행가능한 가상실재를 만들어야 한다.
가이드라인 2: 문제해결 적합성 (Problem Relevance)	정보시스템의 디자인은 중요하고 목적 적합한 비즈니스 문제를 해결할 기술기반 솔루션을 제공해야 한다.
가이드라인 3: 엄격한 디자인 평가 (Design Evaluation)	정보시스템의 디자인은 유용성, 효율성, 품질 유지 측면에서 엄격한 평가를 통해서 선택되어야 한다.
가이드라인 4: 후속 연구에 기여 (Research Contributions)	효과적인 정보시스템의 디자인은 design artifact, design foundations, design methodologies 분야에서 명확하고 검증가능한 기여를 해야한다.
가이드라인 5: 디자인방법론의 엄격성 (Research Rigor)	정보시스템의 디자인은 가상실재(Artifact)의 구축과 평가에 엄격한 방법론은 적용해야 한다.
가이드라인 6: 규정된 프로세스에 따른 디자인(Design as a Search Process)	효과적인 가상실재(Artifact)를 만들기 위해서는 문제가 발생한 환경을 이루는 제반 법규의 영역내에서 사용자가 원하는 목적에 도달하도록 사용 가능한 수단을 활용한다.
가이드라인 6: 다양한 이해관계자의 의견수렴 (Communication of Research)	효과적인 정보시스템의 디자인을 위해서는 기술자와 경영관리자 모두를 만족시키야 한다

출처: Hevner, March, Park, & Ram. (2004) 수정

3.2.3. 정보시스템 디자인 연구 프로세스

Offermann, Levina, Schönherr, Bub(2009)는 Hevner, March, Park, & Ram(2004)의 정보시스템 연구 디자인 프레임워크를 토대로 [그림 3-48]과 같이 정보시스템 디자인 연구 프로세스를 제안하였다. Hevner, March, Park, & Ram(2004)의 정보시스템 연구 디자인 프레임워크를 정보시스템 연구방법론으로 재구성한 연구이다. 비즈니스 환경의 필요성과 문제점 분석은 ① 전문가 인터뷰와 문헌연구를 활용하고, 정보시스템이 비즈니스 목적에 적합한지를 검토하는 것은 ②경영자와 실무자의 예비 타당성 분석을 통하여 확인(⑤)한다. 정보시스템 기반기술에 대한 검토와 적용방안은 ③④⑥의 과정을 문헌연구를 통해서 확인한다. 정보시스템의 가상실재(Artifact) 디자인은 ⑦의 프로세스를 거쳐 확인하고 수정하는 절차(⑧)는 연구가설을 세우고, ⑨전문가 설

문조사, 실증연구, 사례분석 연구 등을 통해 검증한다. 모든 프로세스가 종료되면 결과를 요약하고 프로세스를 종료한다. 실무적으로는 결과를 피드백하고 정보시스템 디자인을 수정한다. 품질테스트를 통해 검증되면 프로젝트팀을 구성하여 최종 의사결정을 실시한다. 본 연구도 Offermann, Levina, Schönherr, Bub(2009)의 프로세스를 따라 진행한다.



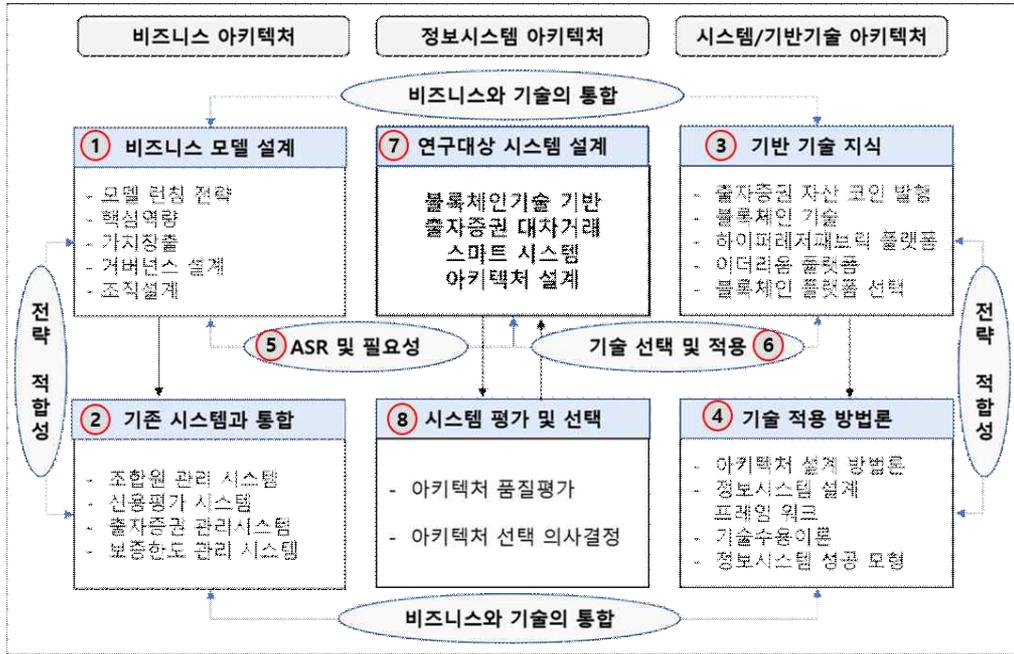
[그림 3-48] 정보시스템 디자인 연구 프로세스

출처: Offermann, Levina, Schönherr, & Bub. (2009) 수정

3.2.4. 제안시스템의 아키텍처 디자인 프레임워크

Henderson과 Venkatraman(1999)의 전략정렬모형과 Hevner, March,

Park, & Ram(2004) 정보시스템 디자인 프레임워크를 이용하여 본 연구의 목적인 블록체인 기술기반 출자증권 대차거래 스마트 시스템 아키텍처의 디자인 프레임워크는 [그림 3-49]와 같다.



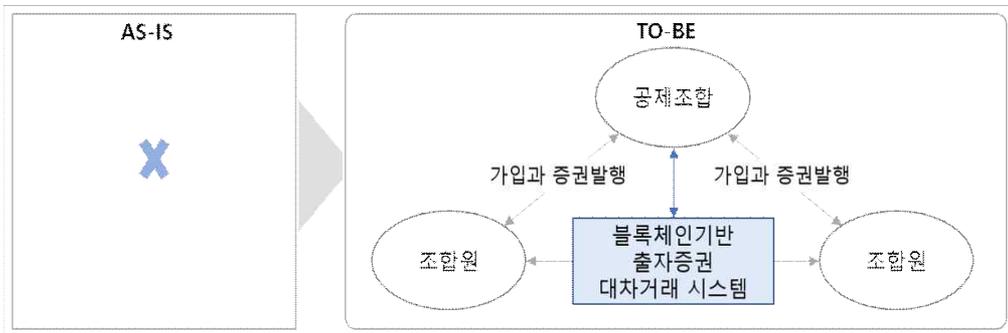
[그림 3-49] 제안 모델의 아키텍처 디자인 프레임워크

후술하는 아키텍처 디자인 프로세스는 먼저 비즈니스 아키텍처를 설계한다. 기존에는 존재하지 않았던 제도를 비즈니스 모델로 디자인하고, 공제조합의 기존시스템과 통합하는 형태로 디자인할 것이다. 다음으로, 출자증권 대차거래시스템의 기반기술인 블록체인에 대한 기술과 기술선택 이유 및 적용방법에 대해 기술하고, 마지막으로 비즈니스와 기반 기술을 통합하여 연구 대상 시스템인 블록체인 기술기반 출자증권 대차거래 스마트시스템 아키텍처를 설계한다.

3.3. 비즈니스 아키텍처 디자인

3.3.1. 출자증권 거래 시스템의 유용성

기왕의 공제조합에는 출자증권의 일부를 임대차하는 제도인 출자증권 대차거래에 대한 제도는 없다. 현재는 공제조합 가입 예정자의 출자증권 청약에 의해 공제조합이 출자증권을 발행하는 발행시장과 건설업 면허와 함께 전부 양도 양수하는 제도인 거래 시장만 있다. [그림 3-50]과 같이 조합원들 상호 간에 대차거래를 허용하는 제도가 도입되면 공제조합과 조합원들 양자가 효과를 누릴 수 있다.



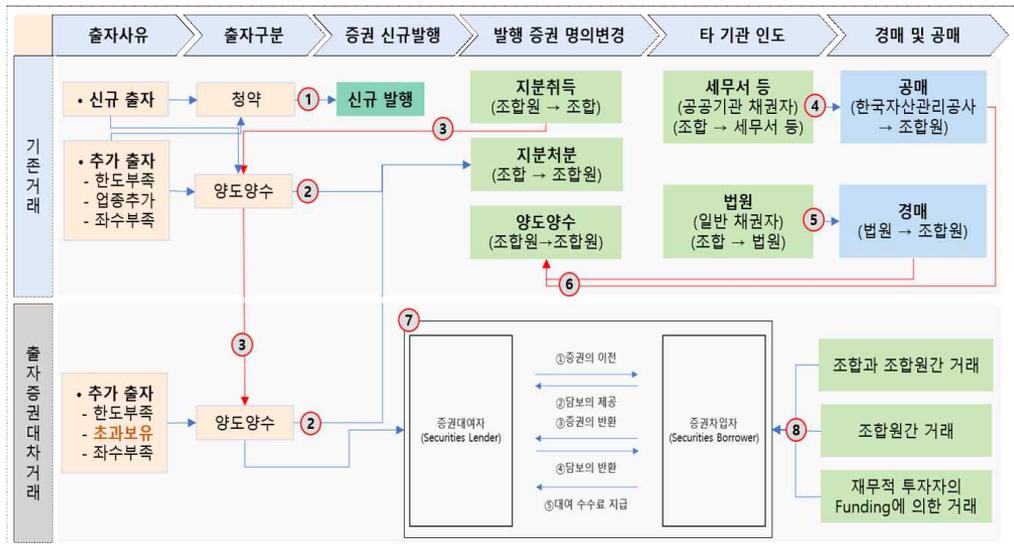
[그림 3-50] 출자증권 대차거래 시스템 기본 아이디어

먼저 공제조합의 이점은 첫째, 대차거래 목적으로 출자가 증가할 것이다. 자본금이 증가하고 여유자금이 증가하여 자금운용수익이 증대하여, 배당이 증가한다. 둘째, 조합원들 간 신뢰를 바탕으로 하는 대차거래 시스템은 조합원들을 거물망처럼 연결시켜 조합과 조합원 및 조합원간의 관계를 매우 긴밀하게 유지시키는 토대가 된다. 다음으로 조합원의 이점은 첫째, 최저가 낙찰제도의 폐해인 초기 공사자금의 만성부족 현상을 완화할 수 있다. 초기 공사 대금이 부족할때 공제조합의 담보와 보증잔액도 함께 부족하면 공제조합에 출자증권을 증좌하여야 한다. 이러한 상황에서 한도가 여유있는 타 조합원의 출자증권을 일정기간 임차할 수 있다면 공사 초기 자금부족 현상을 해소할 수 있다. 둘째, 케인즈의 예비적 동기 현금 보유 목적인 보유 현금(cash holdings)를 출자증권 명목으로 공제조합에 예치할 필요가 없으므로 가용현금의 확보가 용이하다.

3.3.2. 출자증권 거래 시스템의 개선 방향

3.3.2.1. 기존 출자증권 거래제도 개선방안

건설관련 보증공제조합의 조합원이 출자증권에 출자하는 사유는 첫째, 건설업 면허신청시 필요 서류에 공제조합 출자증명이 필요하기 때문이다. 둘째, 공제조합과 보증거래시 보증한도 부족을 해소하기 위해서다. 셋째, 건설업종 추가이다. 건설업 면허를 신청하기 위해서는 건설관련 공제조합 보증가능금액 확인서가 필요하며, 이를 위해서 공제조합 출자증명이 필요하다. 넷째, 기타사유로 필요한 공제조합 출자 좌수가 필요한 경우이다.



[그림 3-51] 기존 출자증권 거래제도 개선방안

출자하는 방법은 청약과 양수 양도가 있는데 청약은 신규 출자증권을 발행할 때 필요하고, 양수 양도는 기존 출자증권의 명의를 변경하는 방법이다. 기존 출자증권의 명의를 변경하는 방법은 세 가지가 있다. 먼저, 부도 등 회사 부실 요인 발생에 의해 규정에 따라 조합원 명의의 출자증권을 조합 명의로 변경하는 지분취득이 있다. 다음, 신규출자와 추가출자 사유의 발생에 따라

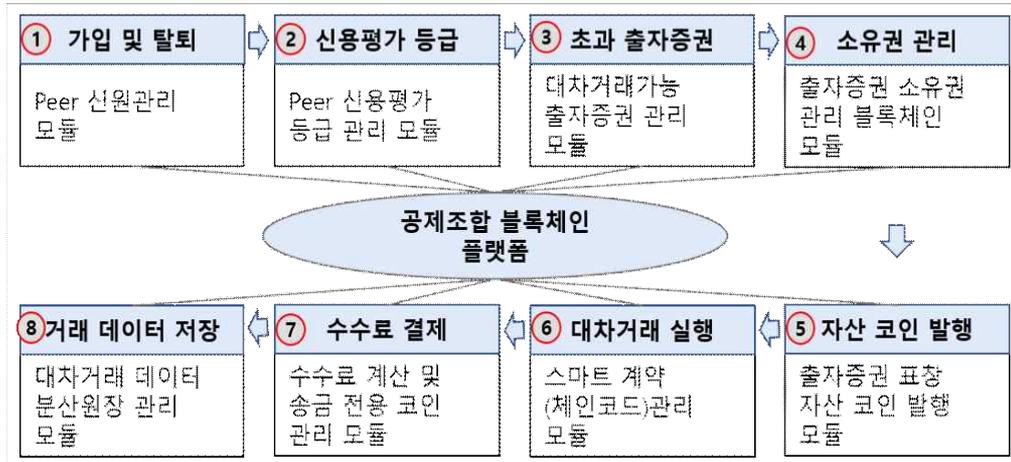
조합명의로 출자증권을 조합원 명의로 변경하는 지분처분이 있다. 마지막으로 공매 및 경매에서 낙찰되어 조합원 명에서 타조합원 명의로 변경하는 양수양도가 있다.

[그림 3-50]과 같은 기본 아이디어를 바탕으로 기존 출자증권 거래제도를 개선하면 [그림 3-51]과 같다. 먼저 공제조합에 출자 사유를 보면 기존 거래와 대부분 유사하지만, 초과 보유 유인이 생기므로 출자 유인이 더 커질 것이다. 공제조합의 이점이다. 신규출자는 출자증권은 건설업 면허 유지를 위한 법정 보유 좌수가 필요하다. 총 보유 좌수에서 법정보유 좌수를 차감한 초과 보유 좌수가 대차거래의 대상이다. 출자증권의 신규발행은 통상 면허 기준좌수만 청약하는 것이 일반적이다. 출자증권 초과보유시 유리한 점은 보증한도 증가, 배당수입, 증권 대차거래시 임대 수수료 수입 등이다. 대차거래 대상의 출자 구분은 양도양수가 된다. 양도양수의 자원은 여러 사유에 의해 발행증권이 공제조합에 명의 변경된 출자증권이다. 여기까지는 기존절차와 동일하다. 신규로 신설될 절차는 증권의 이전, 증권의 담보, 증권의 반환, 담보의 반환, 대여 수수료 납입 등이다. 이러한 절차는 출자증권 대차거래의 근간을 이루는 것이다. 이러한 절차는 [그림 3-51]에서 ①~⑧의 거래로 나타낼 수 있다.

대차거래의 거래 유형을 분류하면 3가지로 나누어지는데, 첫째, 조합과 조합원간 거래이다. 조합이 지분 취득한 자기출자증권을 대상으로 임대차 거래를 하는 방법이다. 이는 출자증권을 토큰화하여 스마트 컨트랙트를 하는 것이다. 둘째, 조합원 간 거래이다. 조합은 개입하지 않고 플랫폼만 만들어 주는 방법이다. 규정이나 법규의 개정을 가장 소규모로 할 수 있다. 셋째, 재무적 투자자의 펀딩에 의한 거래이다. 본 연구에서는 조합원 간의 거래에 초점을 맞춘다. 블록체인 플랫폼으로는 비트코인 코어보다는 이더리움이나 하이퍼레저 패브릭 블록체인 플랫폼이 적절하다. 특히 출자증권 대차거래는 공제조합에 가입한 조합원을 대상으로 하므로 프라이빗 블록체인 플랫폼인 하이퍼레저 패브릭이 목적에 가장 부합한다.

3.3.2.2. 제안 시스템의 거래 단계별 프로세스

[그림 3-51]의 개선방안을 토대로 제안 거래 시스템의 거래 단계별 프로세스를 제시하면 [그림 3-52]가 된다.



[그림 3-52] 제안시스템의 거래 단계별 프로세스

먼저 출자증권 대차거래를 위한 공제조합 플랫폼에 가입(①)하여야 한다. 기존시스템을 활용하여 신용평가등급을 결정한다(②). 신용등급으로 대차거래 대상이 결정된다. 신용이 낮은 조합원은 대차거래 대상에서 제외된다. ③의 초과 출자증권 계산은 기존 보증 한도 시스템과 연계하여 자동으로 산출된다. 블록체인의 블록헤드를 구성할 소유권 관리정보는 ④에서 결정한다. 출자증권을 거래하기 위해 디지털 자산화한 자산코인을 발행하고 관리(⑤)한다. 체인코드를 활용하여 자동으로 스마트 계약을 체결하고 관리(⑥)하며, 계약체결과 동시에 수수료가 발생하는데, 이는 수수료 결제전용 코인을 발행하여 송금한다(⑦). 마지막으로 거래가 종료되면 일정 시간까지 디지털 원장에 기록되며, 트랜잭션이 기록된 블록은 체인으로 연결하여 저장한다(⑧).

3.3.2.3. 제안 시스템 개발 범위

[그림 3-52]의 거래 단계 프로세스에 따라 제안 시스템을 설계하면 8개의

모듈로 구성된 모듈형 아키텍처가 된다. 개발이 필요한 출자증권 대차거래 시스템을 구성하는 하위 8개 시스템 모듈은 [표 3-50]과 같다.

[표 3-50] 제안 시스템의 개발 모듈

모듈	내용
모듈 1: Peer 신원 관리시스템	CA-MSP, 인증서 발급 Dapp-네트워크 접속 허가 등
모듈 2: 신용평가 시스템(기존)	현행 공제조합에서 사용하고 있는 신용평가 시스템 체계를 수용, AAA~C등급으로 관리하는 9등급 체계
모듈 3 거래 가능 초과 출자증권 관리시스템	기존 보증 한도시스템과 연동. 법정 출자증권과 보증사용 출자증권 제외한 거래 가능 출자증권 계산 및 관리.
모듈 4: 출자증권 소유권 관리 블록체인 시스템	블록체인의 블록헤드를 구성하는 자산 소유권 관련 데이터 관리 시스템
모듈 5: 출자증권 자산코인 발행 및 관리시스템	출자증권을 표창하는 자산 코인 발행과 관리 시스템
모듈 6: 출자증권 대차거래 스마트계약시스템	하이퍼레저 패브릭의 체인코드에 기록될 내용 체인코드의 자동화로 스마트계약의 신뢰성 제고
모듈 7: 대차거래 데이터 분산원장 관리시스템	스마트계약으로 발생하는 트랜잭션의 내용을 저장하는 시스템. 월드 스테이트와 couchDB 설계
모듈 8: 수수료 토큰 결제시스템	스마트계약에 따른 수수료 발생시 지불 토큰으로 결제하는 시스템. 토큰 발행, 청산, 결제 관리

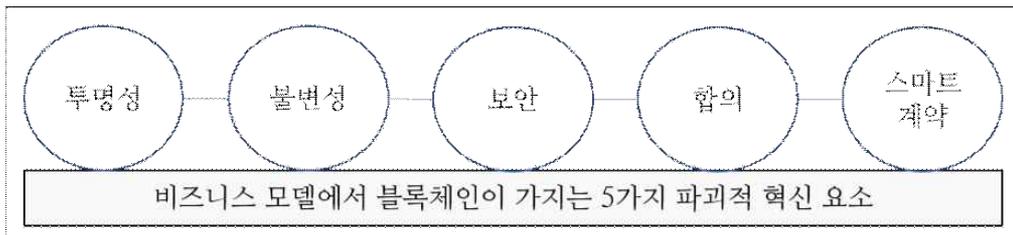
이러한 모듈은 제안시스템의 기반기술인 블록체인 기술과 결합하여 최종 제안 시스템이 구성될 것이다.

3.4. 블록체인 기술과 비즈니스 아키텍처 모델 혁신

3.4.1. 블록체인 기술의 비즈니스 모델 혁신 요소

비즈니스 측면에서 볼 때, 20세기 말에 등장했던 인터넷을 제외하면, 블록체인은 21세기에 출현한 가장 파괴적인 기술이다. 블록체인은 비즈니스에서 신뢰와 투명성, 책임성을 둘러싼 문제에 근본적인 해결책을

제시하고 업계 전반에 걸쳐 무한한 혁신의 기회를 열어 준다(Arun, Cuomo, Gaur,2020). 블록체인 기술은 현재의 비트코인을 포함한 가상화폐의 운영을 위한 핵심기술로 활용되고 있으며, 블록체인 기술이 본격적으로 일반인들에게 알려진 시점은 2016년 말로, 가상화폐의 시세가 급등하자 일반인들의 주목을 받기 시작했다(박종태, 2019). 블록체인이 비즈니스에서 파괴적 속성을 갖는 이유는 무엇일까? 블록체인은 본질적으로 참여자 간에 사본을 공유하는 절차를 개발해 비즈니스 네트워크와 우리 사회에서 결여된 신뢰를 채워 준다. [그림 3-53]과 같이 블록체인 기술의 다섯 가지 핵심 요소(투명성과 불변성, 보안, 합의, 스마트계약)가 파괴적인 혁신을 일으키는 주역이다(Arun, Cuomo, Gaur,2020).



[그림 3-53] 블록체인이 가지는 5가지 파괴적 혁신 요소

출처: Arun, Cuomo, Gaur. (2020) 재구성

3.4.1.1. 투명성

블록체인은 네트워크에 속해 있는 Peer상호간(end-to-end) 서비스로 비즈니스 트랜잭션들의 모든 거래 과정을 한눈에 볼 수 있다. 비즈니스 네트워크에서 트랜잭션들은 단일 소스 저장소(SSOT, Single Source of Truth)에 '상태(state)블록'의 형태로 변환되어 분산 원장 전체에 공유하게 된다. 프라이빗 네트워크나 퍼블릭 기반의 비즈니스 네트워크에 허용된 접속 권한을 통해 블록체인에서 일어나는 모든 트랜잭션의 경로와 이력을 확인할 수 있다. 과거에 여러 참여자가 참여하는 비즈니스 네트워크에서는 이러한 투명성이 존재하지 않았다. 블록체인이 제공하는 투명성 덕분에 P2P

네트워크에 직접 접속해 상품이나 서비스를 교환할 수 있고, 비즈니스 네트워크에서 제삼자의 중재자 역할이 줄어들 것이다. 비즈니스 네트워크는 다양한 참여자로 이루어져 복잡하며, 참여자는 자신에게 해당하는 트랜잭션 기록만을 보유하고 이러한 기록들은 전체적으로 동기화할 수 없는 구조이기 때문이다. 블록체인 기반의 공급망 관리 네트워크는 뛰어난 가시성과 투명성을 제공해 비용 절감과 시간 단축 등 효율성과 가치를 높여준다(Arun, Cuomo, Gaur,2020).

3.4.1.2. 불변성

블록체인 원장에 트랜잭션이 일단 기록되고 나면 누구도 삭제할 수 없다. 데이터베이스에 추가기능만 있고 삭제나 변경기능은 없으며, 트랜잭션을 변경하려고 하면 블록체인은 트랜잭션을 변경하려는 시도가 있었다는 사실을 기존의 트랜잭션에 덧붙이므로 네트워크에 있는 참여자 누구나 알게 된다. 블록체인의 모든 트랜잭션 내역은 암호화된 데이터로 블록 내에 담기며 노드 간 합의 서명을 거쳐 타임 스탬프(블록 생성 시간)가 찍힌다. 새로 만든 블록에는 앞서 만든 블록의 모든 트랜잭션 기록이 담겨 있기 때문에 사실상 블록이 앞뒤로 연결되어 있다. 그래서 블록의 내용은 삭제나 변경이 불가능하고 비가역성을 가진다. 트랜잭션 이력의 불변성 때문에 비즈니스 트랜잭션에서 혼란 위 변조와 사기가 일어날 우려가 사라진다(Arun, Cuomo, Gaur,2020).

3.4.1.3. 보안

블록체인은 해킹이 거의 불가능해서 대단히 안전한 트랜잭션 시스템을 제공한다. 블록체인의 모든 트랜잭션 기록은 업데이트 내용과 함께 디지털 서명으로 암호화되어 안전하게 보호된다. 네트워크의 참여자는 새로운 트랜잭션을 일으키거나 기존의 트랜잭션을 업데이트할 때면 자체적인 개인 키(Private key)가 할당된다. 블록체인은 참여자에게 모두 한 쌍의 개인 키와

공개 키를 지급한다. 개인 키는 디지털 서명 생성에, 공개 키(public key)는 디지털 서명 검증에 쓴다. A가 자신의 개인 키를 가지고 원본 데이터를 암호화하여 디지털 서명을 생성해 B에게 보내면 B는 A의 공개 키를 가지고 디지털 서명을 복호화 하면 암호화된 A의 데이터가 원본 데이터로 바뀐다. 모든 트랜잭션 내역은 분산 저장된 원장 전체에 복제되거나 공유된다. 블록체인은 분산 원장, 트랜잭션의 무결성, 높은 가용성, 감사 가능성 때문에 보안, 데이터 프라이버시, 컴플라이언스가 강화된다. 비즈니스에서 핵심 데이터와 트랜잭션에 대한 보안은 어떤 조직과 산업 영역에 있어서건 주요 고민 사항이다. 가트너(Gartner)에 따르면 2018년 글로벌 차원의 사이버 보안 관련 지출은 1,140억 달러를 초과했으며, 보안 관련 지출이 2022년까지 2,340억 달러를 넘어설 것으로 예측한다(Gartner,2018). 대부분 조직은 비즈니스와 고객 정보를 중앙 시스템에 보관한다. 하지만 불행히도 중앙 시스템은 외부의 공격에 취약하다. 블록체인은 탈중앙화된 접근 방식을 도입해 트랜잭션 데이터를 한곳에 보관하지 않고 분산 원장에 복제해 둔다. 원장 중에서 하나가 작동하지 않더라도 다른 원장에도 동일한 트랜잭션 내역이 보관되어 있기 때문에 가용성이 보장된다. 모든 트랜잭션은 네트워크 참여자가 내역을 검증하고 동의한 후 원장에 기록된다. 블록체인에서 회원들을 식별할 수는 있지만, 익명성과 프라이버시는 유지되는데, 이것은 조직이 신뢰를 보장하는 데 있어 중요하다(Arun, Cuomo, Gaur,2020).

3.4.1.4. 합의

블록체인 네트워크 참여자는 합의 메커니즘을 사용하기 때문에 비즈니스 트랜잭션의 유효성을 검증하기 위해 중앙기관 및 제삼자에게 의존할 필요가 없다. 퍼블릭 블록체인은 채굴자들에게 트랜잭션의 유효성을 검증해 달라고 요청하는 방식으로 작동한다. 유효성 검증 과정을 작업 증명 또는 채굴 작업이라고 부르는데 엄청난 컴퓨팅 성능과 막대한 에너지가 필요하다. 작업 증명이란 목표 값 이하의 해시(hash)를 찾는 과정을 무수히 반복함으로써 해당 작업에 참여했음을 증명하는 방식이다. 채굴을 통해서 가장 먼저 목표

값 이하의 해시를 찾은 사용자는 해당 블록을 완성하고 체인에 연결하며 그 대가로 코인을 지급받는다. 반면에 허가형 블록체인은 네트워크에 신뢰할 수 있는 참여자만 들어오고 별도의 채굴 작업 없이 익명으로 트랜잭션을 검증하는 합의 알고리즘을 사용한다. 따라서 퍼블릭 블록체인에서 사용하는 컴퓨팅 성능과 에너지 비용의 극히 일부만 있으면 된다. 합의는 비즈니스 네트워크에서 민주적인 방식으로 공정한 참가를 유도한다. 블록체인 기술은 비즈니스와 정부에서 벌어지는 불공정을 예방할 잠재력이 있다(Arun, Cuomo, Gaur, 2020).

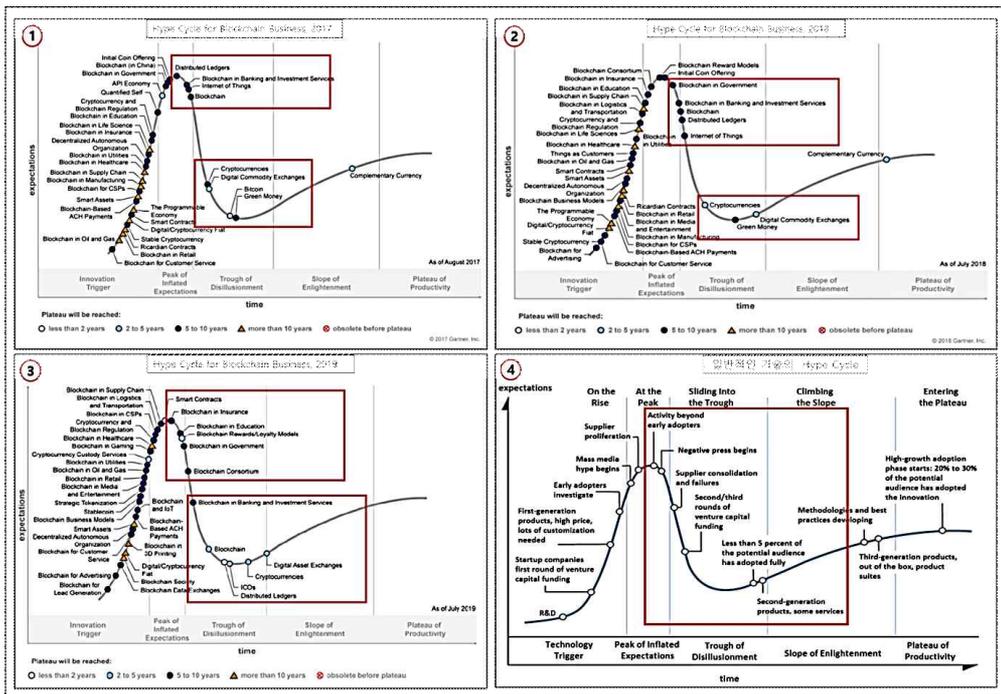
3.4.1.5. 스마트 계약

스마트 계약은 비즈니스 파트너 간에 법률 및 비즈니스 계약 조항을 명시한 계약 조건이 만족되면 자동으로 실행되는 전자 계약으로 생각할 수 있다. 블록체인에서 스마트 계약은 비즈니스에 필요한 데이터 처리를 수행하는 응용프로그램으로, 트랜잭션 기록 내에 프로그램이 포함되어 있으며 비즈니스 프로세스를 자동화한다. 자동 계약 기능 때문에 중앙 통제 기관과 법적 시스템 혹은 중재자의 개입 없이도 다양한 비즈니스 참여자 사이에 트랜잭션과 합의가 이루어진다. 블록체인 내 트랜잭션은 신뢰성과 투명성, 불변성의 특징을 갖기 때문에 스마트 계약 기능을 통해 비즈니스 프로세스 자동화가 가능해진다. 스마트 계약은 막대한 비용 지출과 위험 부담 없이 자동화, 속도, 컴플라이언스를 통해 비즈니스 프로세스 혁신을 촉진한다. 스마트 계약을 사용하면 계약이 신속하게 또는 거의 즉시 전자적으로 처리되며 투명성과 불변성을 적용해 위험 부담이 줄어들게 됨에 따라 얼마나 막대한 비용이 절감될 것인지 예상해 보면 된다. 초기 추정치를 보면 블록체인 기술은 기본적으로 법인이 개입하지 않고도 현재 들어가는 비용 중에서 극히 일부만으로도 비즈니스 계약의 실행 방식을 수작업에서 자동화 방식으로 바꿔 놓아 며칠씩 걸리던 기간을 불과 몇 분으로 단축할 수 있다(Arun, Cuomo, Gaur,2020).

3.4.2. 블록체인 기술의 비즈니스 활용 동향

3.4.2.1. 하이프 사이클에서 블록체인 기술의 위치변화

Digital Transformation(DX)시대 핵심 기술로 등장한 블록체인을 가트너(Gartner) 그룹에서는 최근 3개년(2017~9)연속으로 10대 전략기술 중 하나로 선정하였다. [그림 3-54]는 가트너가 제시한 Hype Cycle for Blockchain Business를 2017년부터 2019년까지를 비교한 것이다. 그리고 일반적 기술의 하이퍼 사이클과 비교하였다.



[그림 3-54] Blockchain Business Hype Cycle 3개년 비교

출처: <https://www.gartner.com>, <https://ko.wikipedia.org/wiki> 재구성

Hype Cycle은 [표 3-51]와 같이 블록체인 비즈니스에 대한 성숙도를 나타내는데 크게 5단계로 구분하고, 유망기술이 초기 등장 단계(Technology Trigger)에서 급속히 성장하여 미래 기대 신성장 동력으로 정점(Peak of

Inflated Expectations)을 찍고 기술 생존가능성 탐색 단계(Trough of Disillusionment)와 기술 재조명 단계(Slope of Enlightenment)를 지나 점차 안정단계(Plateau of Productivity)로 도달하는 연속적인 기술 진화과정을 제시하고 있다(Gartner, 2019)

[표 3-51] 블록체인 하이프 사이클 (Hype Cycle) 5단계

단계	명칭	설명
1	기술 촉발 단계 (Technology Trigger)	기술이 상품화 되지 않고 기대감만 무성한 단계. 개념적 모델과 미디어의 관심이 대중의 관심을 출발시키는 단계. 비즈니스 가치가 검증되지 않은 상태이다.
2	기술 기대 과열 단계 (Peak of Inflated Expectations)	소수의 성공사례와 다수의 실패사례가 공존하는 단계. 혁신가들은 실제 사업에 착수하지만, 대부분의 기업들은 관망한다.
3	기술 생존가능성 탐색 단계 (Trough of Disillusionment)	비즈니스 모델의 결과물의 출시에 실패함에 따라 기술에 대한 기대와 관심이 줄어드는 단계. 제품화를 시도한 주체들은 포기하거나 실패한다. 생존한 사업 주체들이 소비자들을 만족시키는 제품 생산에 성공한 경우에만 투자가 지속된다.
4	기술 재조명 단계 (Slope of Enlightenment)	기술을 적용한 수익 모델 성공 사례들이 늘어나고 기술에 대한 이해가 높아지는 단계. 2-3세대 제품들이 출시된다. 사업에 투자하는 기업이 늘어난다. 보수적인 기업들은 아직도 관망한다.
5	기술 안정 단계 (Plateau of Productivity)	기술이 시장에서 성과를 거두고 주류로 자리 잡는 단계. 사업자의 생존 가능성을 평가하기 위한 기술 평가모델과 평가 요소가 명확히 확립되는 시기이다.

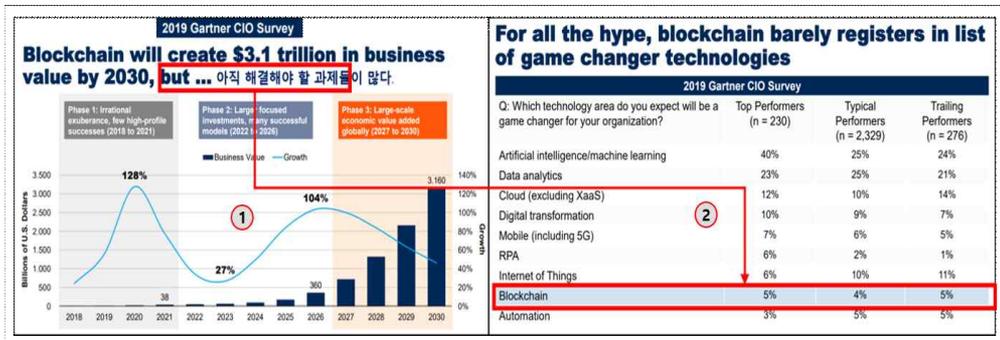
출처: [https://ko.wikipedia.org/wiki/하이프 사이클](https://ko.wikipedia.org/wiki/하이프_사이클): 저자 수정

[그림 3-54]에서 보듯이 블록체인 기술은 ①번 그림(2017년 Hype Cycle)과 ②번 그림(2018년 Hype Cycle)에서는 기술 기대 과열 단계를 지나 기술 생존가능성 탐색 단계에 진입하고 있다. 일반적인 기술의 Hype Cycle(④번 그림) 공급자 담합과 비즈니스 실패의 시기이고, 벤처캐피탈 펀드의 2차, 3차 라운드가 발생하는 시기이다. 암울한 단계로 가고 있는 시기이다. 그러나 ③번 그림에서 보듯이 블록체인 기술을 활용한 디지털 자산거래(Digital Asset Exchanges)는 암울한 시기를 지나 기술 재조명 단계에 진입하고 있다. ①②③번 그림을 연속으로 살펴보면, 분산 원장 기술

(Distributed Ledgers)도 매우 빠른 속도로 기술생존 가능성 탐색 단계를 통과하고 있는 모습이 보인다. 1년 이내 기술 재조명 단계에 진입할 것으로 예상된다.

3.4.2.2. 블록체인 기술도입에 대한 산업계 인식

2019년에 Gartner에서 실시한 미국내 주요 기업의 정보관리책임자로 조직의 경영과 전략적 관점에서 정보기술(IT) 및 정보 시스템을 총괄 관리하는 CIO(Chief Information Officer)들을 상대로 블록체인 기술의 전망과 비즈니스 업계의 게임 체인저(Game Changer)로서 역할을 수행할 것인가에 대한 설문조사를 실시하였다(Struck, 2019). [그림 3-55]은 블록체인이 창출할 비즈니스 가치에 대한 미래전망과 게임 체인저(Game Changer)로서 역할에 대한 조사 결과의 일부이다.



[그림 3-55] 블록체인이 창출할 비즈니스 가치

출처: Struck, (2019)

게임 체인저란 어떤 일에서 결과나 흐름의 판도를 뒤바꿔 놓을 만한 중요한 역할을 한 인물이나 사건을 말(badadict.com/en/245201)하는데, 가트너의 하이프 사이클에서와 마찬가지로 CIO들의 견해는 향후 2~5년 이내로 블록체인 기술에게 비즈니스 세계의 게임 체인저 역할을 기대하기란 어려워 보인다는 것이다. 그러나 블록체인 기술이 창출할 비즈니스 가치는

2030년에는 3조1천억 달러에 이를 전망이다(Struck, 2019). ‘2019 가트너 미래 신기술 하이프 사이클’에 의하면, 블록체인 기술은 다양한 산업과 영역에서 신사업을 견인할 수 있는 변화(transformational) 단계에 진입하였으며, 성장의 원동력 측면에서 핵심적인 변화를 이끌어 갈 것으로 예상하고 있다. 블록체인 기술은 가상화폐와 유통 및 인프라에서 혁신적인 플랫폼으로 발전 중이다. 이 산업들은 중앙 통제방식의 거래와 관리 체계를 크게 탈피하여 혁신성장형 미래 사업의 기초를 제공하는 분야이다. 미래 적용 가능한 분야로서 음원의 유통, 개인 신분확인, 정부 등 공공서비스, 의료정보, 유통, 스마트공장, 소유권 이전, 디지털 자산거래(Digital Asset Exchanges) 등을 제시하였다. 블록체인 기술은 IT분야의 혁신 플랫폼으로 발전하면서 개별 산업 간에 신규 비즈니스 방식을 견인하는 변화 단계에 와 있다(Gartner, 2019).

3.4.3. 블록체인 기반 시스템 아키텍처 비교

3.4.3.1. 블록체인 기술의 비즈니스 활용 범주

블록체인 분산원장은 역사상 가장 빠른 비즈니스 적응력을 가진 기술중의 하나다. 영국에 본사를 둔 마케팅 리서치 기업인 Juniper는 2017년 보고서에서 종업원 2만 명 이상 글로벌 기업 57%가 블록체인 기술의 도입을 적극적으로 고려하고 있다고 했다. 또한 그 기업들의 3분의 2가 2018년 말까지 블록체인 분산원장을 전사적 IT시스템에 통합할 것이라고 했다(Browne, R, 2017).

기업과 산업, 각국의 정부들도 블록체인 기술이 가상화폐에 국한되지 않고 점차 활용범위를 넓힐 것이라고 보고 지대한 관심을 나타내고 있다. 블록체인 기술이 비즈니스에 혁신을 가져올 것이라 예상하는 4가지 주요 범주는 다음과 같다. 첫째, 화폐적 자산(monetary assets)이다. 여기에는 통화, 지불, 송금, 금융, 증권 및 금융상품이 속한다. 둘째, 재산 소유권이다. 여기에는 토지, 부동산 및 자동차 소유권 등록 등이 속한다. 셋째, 계약이다. 이

범주에는 사업 계약, 면허, 등록, 유언 및 신탁, 파트너십 계약 및 IP 등록 등이다. 넷째, 신분증명서이다. 이 범주에는 여권, 비자, 운전 면허증 및 출생 등록 등이 포함된다(Melanie Swan, 2018).

3.4.3.2. 블록체인기반 시스템 아키텍처의 비교

대표적인 블록체인 기반 아키텍처를 비교해보자. 비교 대상은 Bitcoin Core, 분산 응용프로그램 플랫폼인 이더리움, 그리고 컨소시엄형 블록체인 Hyperledger Fabric이다. 같은 블록체인 기반 기술이지만 데이터 구조 및 처리 흐름은 크게 다르다. 각 블록체인 기반 기술은 대상으로 하는 비즈니스나 마켓에 따라 아키텍처의 설계 개념이 다르기 때문이다.

[표 3-52]에 있는 것과 같이 Hyperledger Fabric은 비트코인의 상징이라고 할 수 있는 PoW를 사용하지 않고 PBFT라는 알고리즘을 사용해 성능 및 결제 완료를 보장하고 있다. 이더리움은 현재 PoW지만 이후 PoS로 변경할 것이라는 발표를 했다. PoS는 다른 블록체인 기반에도 도입돼 검증된 알고리즘이다(아카하네, 2017).

블록체인 기술의 적용 영역은 기존의 전자 화폐에만 국한된 것은 아니다. 부동산 등기나 온라인 콘텐츠와 같은 가격 정보의 이전 및 증권 분야에서 포스트 거래 업무의 효율화, 유가 증권 관리 등 매우 다양한 분야에서 적용이 검토되고 있다. 그것에 맞춰 다양한 블록체인 기반 기술이 등장하고 있다. 이더리움은 블록에 화폐뿐만 아니라 계약문서까지 포함할 수 있도록 확장했다. 이더리움 데이터 모델은 비트코인의 데이터 모델을 많이 답습했다. 스마트 계약에 해당하는 프로그램은 트랜잭션에 포함되는 형태로 처리되어 프로그램 전파나 실행도 블록체인을 통해 이루어진다. 반대로 Hyperledger Fabric은 블록체인과 스마트 계약에서 관리되는 데이터를 명확히 분리하고 있다. Hyperledger Fabric은 스마트 계약에 해당하는 체인 코드에서 관리하는 정보를 월드 스테이트라는 분산 DB에 저장하고 P2P 네트워크에서 공유한다(아카하네, 2017).

[표 3-52] 블록체인 아키텍처의 비교

구분	Public Blockchain 아키텍처		Private Blockchain 아키텍처
	Bitcoin Core	Ethereum	Hyperledger Fabric, Corda
블록체인 분류	공용. 컨소시엄. 개인	좌동	컨소시엄. 개인
합의 알고리즘	PoW (Proof of Work)	PoW PoS (Proof of Stake)	PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance)
결제 완료성	없음.	좌동	있음.
성능	블록 생성 간격은 10분 단위 확정을 위해서는 1시간 정도소요	블록 생성 간격은 12초 단위 확정을 위해서는 몇 분 정도 소요	갱신 시 합의를 확정으로 성능과, CPU 자원 효율적.. 15 노드당 10만 TPS (Transaction Per Second)를 목표.
계정관리	각각 관리, 공유되지 않음. 참가자 유입 무제한.	좌동	별도관리 멤버십 서비스 PKI 기반 증명서 발급.
최소구성 대수	1대부터 작동. 장애 복구용1대, 최소2대 필요	좌동	PBTF에서 1대당 장애 복구용 최소 4대 필요 많은 자원 소요
데이터 모델	블록체인에 포함돼 전파. 정보는 UTXO (Unspent Transaction Output)방식 유지 집계 목적경우 모든 블록을 참조.	좌동	블록체인과 월드 스테이트로 구성. 월드스테이트는 키 밸류 스토어. 거래 완료시 상태 보존
정보 은닉화	거래 내용은 공개 정보.	좌동	거래내용은 암호로 은닉 가능. 각 거래는 증명서로 증명. 요청자 추적 불가.
스마트 계약개발	비트코인거래는 스크립트언어로 실행 확장성이 부족함. 안전성과 유효성, 용이성의 관점에서 의도적 제한.	계약이라고 불리는 프로그램을 개발함. 개발언어는 Solidity라는 전용 언어를 주로 사용. 소스 코드는 Ethereum Virtual Machine (EVM) 가상머신서 동작. Gas라는 비용안에서 동작.	체인 코드라는 프로그램을 개발. 개발언어는 Go와 자바. 자바 스크립트. 소스로부터 네이티브 코드를 생성해 직접 실행. 도커 컨테이너에서실행.
상태	UTXO	Account 기반	Key-Value 기반

출처: 아카하네 요시하루. (2017)

3.4.4. 이더리움 시스템 아키텍처

3.4.4.1. 이더리움 개요

이더리움은 2015년 출시된 차세대 스마트 계약 분산 응용프로그램 기술이며 스위스를 거점으로 하는 Ethereum Foundation에서 개발이 진행되고 있는 오픈 소스 프로젝트다. 이더리움은 비트코인과 마찬가지로 P2P 네트워크상에서 거래 이력을 블록체인에 기록하는 한편 스마트 컨트랙트 그 자체나 실행 이력도 기록할 수 있는 특징이 있다. 비트코인과 마찬가지로 블록이 생성되면 블록에 저장된 스마트 계약이나 송금이 실행된다. 스마트 계약이나 송금 이력은 블록에 저장되므로 그 기록은 정당성을 가지게 된다. 합의 알고리즘으로 PoW를 채택하고 있지만 앞으로는 PoS로 변경되었다. 이더리움은 가상 화폐로 ether라는 단위를 사용한다. 이더리움이 주목받은 이유는 블록체인에 범용성을 부여할 수 있는 소위 스마트 컨트랙트의 개념을 구체적으로 구현했다는 기대 때문이었다(이병욱, 2019). 비트코인과 이더리움을 비교하면 [표 3-53]와 같다.

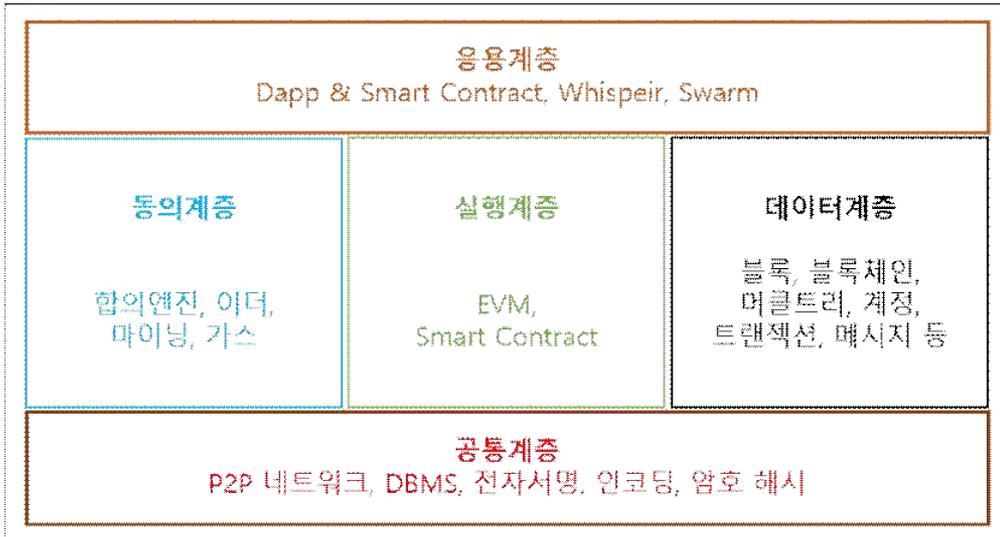
[표 3-53] 비트코인과 이더리움의 비교

구분	비트코인	이더리움
해시 함수	SHA-256	SHA-3
해시 퍼즐	계산집중형 (ASIC화 쉬움)	메모리-하드방식 (ASIC화 어려움)
거래 기록보관	UTXO 단위	계정(Accounts) 단위
스마트 컨트랙트	부분적지원 (튜링-불완전)	지원 (튜링-완전)
평균 채굴 시간	10분	15초
난이도 조절 주기	20167H 블록 (약 2주)	매번 (약 15초)
최초 작동일	2009-01-03	2015-07-30
작동 방식	PoW	PoW, PoC
블록 수(2018년12월)	약 55만 개	약 700만 개
전체용량(2018년12월)	200기가 이상	1.2테라바이트 이상

출처: 이병욱. (2019)

3.4.4.2. 이더리움 아키텍처

이더리움 아키텍처는 [그림 3-53]과 같이 응용계층, 동의계층, 실행계층, 데이터계층, 공통계층으로 이루어져 있다(박재현, 2018).



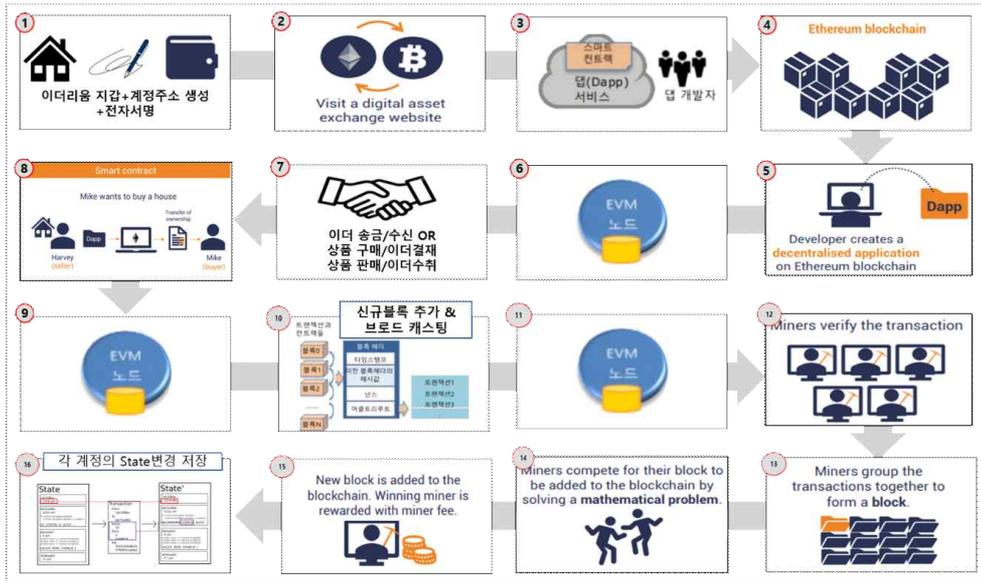
[그림 3-56] 이더리움 아키텍처

출처: 박재현, 오재훈, 박혜영. (2018) 재구성

3.4.4.3. 이더리움 플랫폼의 작동 원리

이더리움은 퍼블릭 블록체인 기반의 분산 컴퓨팅 플랫폼이다. 전세계의 수많은 작은 컴퓨터로 구성된 하나의 큰 컴퓨터로 생각할 수도 있다. 응용 프로그램을 작성하고 실행할 수 있으며, 중단시간, 검열, 사기 또는 제3자의 간섭없이 항상 실행되도록 보장한다. 응용 프로그램을 실행하는 것 외에도, 이더리움 블록체인을 통해 중앙 권한없이 두 당사자간에 스마트 계약을 수행하고 관련 서류를 보관할 수도 있다. 플랫폼 네트워크에 포함된 모든 컴퓨터(노드)는 서로 연결되어 있으며 코드와 데이터의 전체 복사본을 가지고 있다. 이더리움 블록체인에 코드를 배포하면 코드가 네트워크의 모든 노드로 복제된다. 응용 프로그램에 데이터가 저장되면 모든 노드에서 해당 데이터가

복제된다. 네트워크에는 수천 개의 노드가 있으며 모든 노드를 중지시키는 것은 거의 불가능하다. 따라서 응용프로그램에 항상 액세스할 수 있다(Buterin, 2014). 이더리움 플랫폼의 작동 원리를 그림으로 나타내면 [그림 3-57]과 같다.

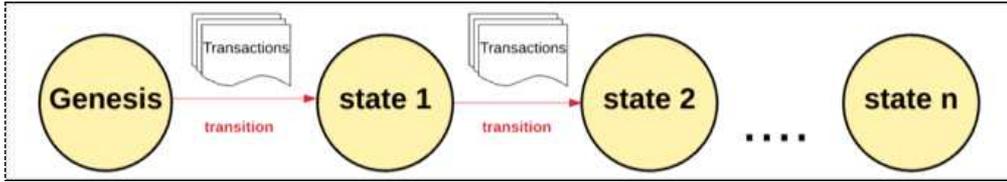


[그림 3-57] 이더리움 플랫폼의 작동 원리

출처: Buterin, (2014) 재구성

3.4.4.4. 이더리움 블록체인의 패러다임

이더리움 블록 체인은 본질적으로 트랜잭션에 기반한 state machine이다(Kasireddy, 2017). 컴퓨터 사이언스에서 state machine은 일련의 정보를 읽고 이러한 정보들을 바탕으로 새로운 state로 이동하는 어떤 시스템을 의미한다(Kasireddy, 2017). 이더리움 상태 머신은 [그림 3-58]과 같이 제네시스(Genesis) 상태(state)에서 시작한다. 제네시스는 네트워크 상에서 최초 거래가 발생하기 전 상태를 말한다. 텅 빈 공간이다.



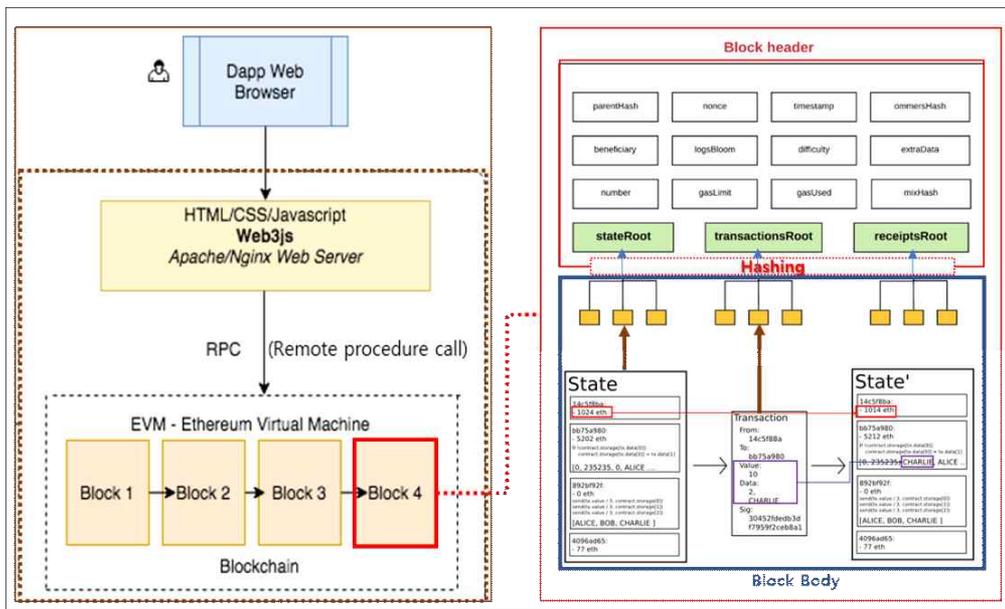
[그림 3-58] 이더리움의 스테이트 머신

출처: Kasireddy, Preethi, 2017

이더리움의 상태(state)는 수 많은 트랜잭션들로 구성되며, 블록 단위로 묶여 있다. 각 블록은 블록이 생성한 후의 트랜잭션들을 포함하고, 각 블록들은 이전 블록과 연결되어 있다. 어떤 상태(state)로부터 다음의 상태(state)로 이어지기 위해서는 반드시 해당 트랜잭션이 유효해야 한다. 만약 트랜잭션이 유효하다면, 증명 과정으로 넘어가는데 이를 채굴이라 한다. 채굴은 노드들이 유효한 트랜잭션 블록을 생성하기 위해 그들의 컴퓨팅 자원을 사용한 것에 대한 대가를 지불하는 것이다. 이더리움 네트워크에서는 누구든지 채굴자 노드가 될 수 있다. 블록을 생성하고 작업증명을 할 수 있다. 채굴과 채굴에 대한 대가 지급 등 일련의 작업은 채굴을 시도하는 모든 노드에서 동시에 이루어진다. 각 각의 채굴자들은 블록 체인에 블록을 제출할 때 수학적 증거를 제시하며, 이는 일종의 보증서(guarantee: 만약에 증거가 존재한다면 블록은 반드시 유효하다)로서 동작한다(Kasireddy, 2017). 어떤 채굴자가 생성된 블록을 블록체인에 연결하기 위해서는 다른 경쟁 채굴자보다 빨리 수학적 증거를 제시해야 한다. 이렇게 채굴자가 수학적 증거를 제공함으로써 각각의 블록을 증명하는 과정을 PoW(작업 증명 방식)라고 부른다(Kasireddy, 2017). 새로운 블록을 증명한 채굴자는 채굴 작업에 대해서 일정한 양의 보상을 받는다. 이더리움 블록 체인 내에서는 이더(ether)라고 불리는 전자 토큰을 사용하는데, 채굴자가 블록을 입증할 때 새로운 이더토큰을 함께 생성하고, 이를 보상으로 가져간다(Kasireddy, Preethi, 2017).

3.4.4.5. 데이터 계층: 이더리움 블록(Ethereum block)

이더리움은 [그림 3-59]과 같이 헤더(Block Header)와 바디(Block Body)로 이루어져 있다. 헤더는 블록에 대한 정보와 트리들의 루트해시를 포함하고 있다. 바디는 상태(State), 트랜잭션(Transactions), 영수증(Receipts)의 3개의 트리(trie)와 UncleBlock들의 헤더(Ommers Block Headers)가 담긴 array로 이루어져 있다. 상태 트리는 ‘상태전이 일반 머클 확장 패트리샤 트리’이며 트랜잭션 트리과 영수증 트리는 ‘일반 머클 확장 패트리샤 트리’이다(Kasireddy, Preethi, 2017).



[그림 3-59] 이더리움 블록 구조

출처: 구글자료. (2020) 재구성

이더리움 블록의 구성요소는 [표 3-54]와 같다. 비트코인의 블록과 비교하여 볼 때 매우 많은 요소가 블록에 포함되는데 이는 스마트 트랜잭션과 관련된 요소들이 많이 포함되었기 때문이다. 스마트 트랜잭션은 이더리움이 비즈니스 요소를 포함하고 있어 2세대 블록체인의 시대를 열었던 것이다.

[표 3-54] 이더리움 블록의 구성요소

구성요소	설명
헤더(Header)	블록에 관한 정보의 집합
Coinbase (beneficiary, miner) number	채굴된 이더리움이 전송될 주소 현재 블록의 높이
ParentHash	이전(부모) 블록의 해시
Bloom (logsBloom)	트랜잭션들의 로그들을 bloom 필터로 표현
TxHash (transactionsRoot)	트랜잭션 트리(transactions trie) 루트의 해시 값
Root (stateRoot)	상태 트리(state trie) 루트의 해시 값
ReceiptHash (receiptsRoot)	영수증 트리(receipts trie) 루트 해시 값
nonce	해시 문제를 풀기 위한 nonce값
difficulty	블록 생성 해시 문제 난이도
Extra (extraData)	기타 정보. 보통 마이닝 풀의 정보가 적힌다
gasLimit	이 블록에서 실행된 코드들의 모든 가스는 여기에 설정된 값을 넘지 못한다. miner들의 vote로 값이 정해진다
gasUsed	이 블록에서 실제 실행된 코드들의 모든 가스 값을 더한 것
UncleHash (sha3Uncles, ommersHash)	영클 블록의 목록들을 해시화 시킨 것
mixHash (MixDigest)	블록을 빠르게 검증하기 위한 nonce와 hash의 중간 값
Time (timestamp)	timestamp epoch값 (UTC)
상태(State)	상태는 상태전이 Patricia Tree 구조를 따르는 계정(account) 들의 트리(trie)이다.

출처: Kasireddy. (2017) 재구성

3.4.4.6. 데이터 계층: 계정(Accounts)

이더리움의 기본 단위는 계정(Account)이다. 계정들이 모여 상태(State)를 이룬다. 계정에는 외부소유계정(이하 EOA, Externally Owned Account)와 거래 계정(이하 CA, Contract Account)가 있다. EOA는 이더리움 사용자 계정이다. 일반 거래계좌이다. 스마트 컨트랙트 실행 코드를 가지고 있지 않으며 사람이 직접 개인키(private key)를 관리한다. CA는 메시지를 받을 때마다 내부의 코드를 활성화시키고, 컨트랙트를 생성하거나 다른 메시지를 읽거나 보낸다. 내부 저장 공간에 데이터를 저장한다. CA를 보통

contract라고 하며 EOA에 의해 작동된다(박재현, 오재훈, 박혜영, 2018). EOA와 달리 CA는 스스로 새로운 트랜잭션을 게시할 수 없다. 대신에 CA는 EOA나 다른 CA로부터 받은 트랜잭션들에 대한 응답으로 트랜잭션을 실행할 수 있다(Kasireddy, Preethi, 2017). 계정의 구성요소는 종류와 관계없이 4개의 요소로 구성된다. 구성요소는 [표 3-55]와 같다.

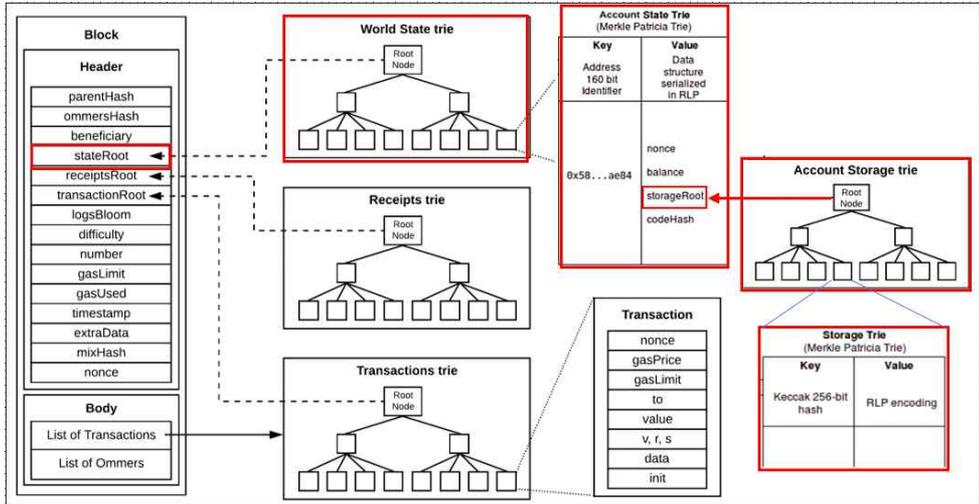
[표 3-55] 계정의 구성요소

필드	설명
NONCE	<ul style="list-style-type: none"> 외부 트랜잭션의 갯수이며 0에서 시작, 거래당 한번만 처리되게 하는 카운터 EOA : 해당 계정 주소에서 보내온 트랜잭션의 숫자. CA의 : 계정에 의해 생성된 계약의 숫자
BALANCE	<ul style="list-style-type: none"> 계정의 이더 잔고
Storage Root	<ul style="list-style-type: none"> 머클 패트리시아 트리의 루트 노드의 해시값. 계정에 저장된 요소들의 해시값을 암호화하는 트리.
CodeHash	<ul style="list-style-type: none"> 계정의 이더리움 가상머신(EVM) 코드의 해시값. CA: 실행시킬 코드의 해시값. EOA : 비어 있는 문자열의 해시값. 스마트 컨트랙트 코드 저장 공간임

출처: Kasireddy. (2017); 박재현, 오재훈, 박혜영. (2018)

3.4.4.7. 데이터 계층: 상태(State)와 머클트리

이더리움의 Global(World)state는 [그림 3-60]과 같이 계정의 주소와 계정 사이의 맵핑(mapping)으로 구성된다. 이러한 맵핑은 머클 패트리시아 트리(Merkle patricia trie)라고 알려져 있는 자료 구조로 저장된다. 이더리움은 단 하나의 State trie를 가지고 있으며, 지속적으로 업데이트된다. 이더리움은 모든 계정에 대한 key와 value 쌍을 가지고 있다. Storage trie는 모든 Smart Contract의 State Data가 저장되어 있는 곳이다. 머클 패트리시아 트리는 루트 노드가 트리에 저장되어 있는 데이터를 암호화하였고, 루트의 해시값은 데이터의 안전한 id로 사용될 수 있다. 블록 헤더는 state, transaction 그리고 receipts 트리의 루트 해시값을 포함하기 때문에 어떤 노드라도 매우 큰 크기의 전체 Global state를 저장할 필요 없이 이더리움의 state 일부를 입증할 수 있다 (Kasireddy, Preethi, 2017).

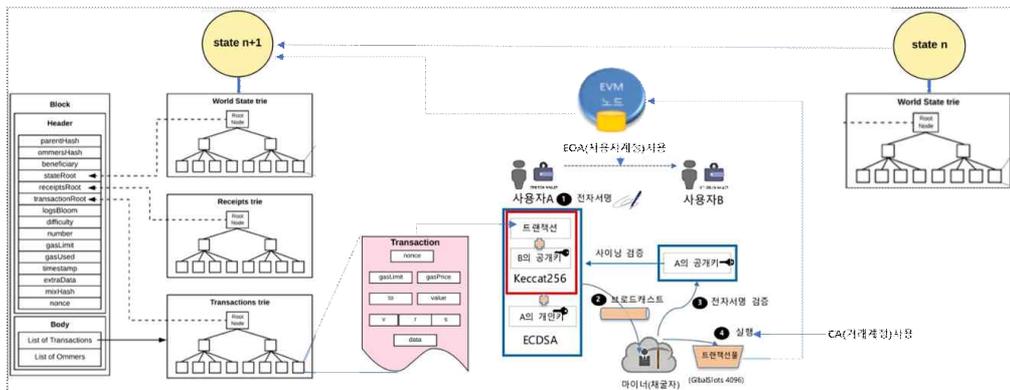


[그림 3-60] 계정과 상태(State)와 머클트리

출처: <https://kauri.io/ethereum-explained-merkle-trees-world-state-transactions>

3.4.4.8. 데이터 계층: 트랜잭션(Transaction)

트랜잭션(Transaction)이란 계정에서 다른 계정으로 이더를 전송하거나 스마트 컨트랙트의 특정함수를 호출하는 것이다.



[그림 3-61] 트랜잭션 작동원리

출처: Kasireddy. (2017); 박재현, 오재훈, 박혜영. (2018) 재구성

다른 계정이나 스마트 컨트랙트로 보낼 데이터의 구조체로서 전자서명으로 암호화한다. 트랜잭션의 발신자는 트랜잭션이 유효함을 입증하기 위해 ECDSA 알고리즘을 사용하여 개인키로 서명한다(박일환, 2019). 트랜잭션의 실행비용은 $Price \times GasLimit$ 로 계산한다. 또한 트랜잭션은 상태를 변화시키고 [그림 3-61]과 같은 데이터를 포함하고 있다(박일환, 2019).

거래의 암호화 방식은 비트코인과 동일하다. 암호화할때 개인키를 사용하고 복호화할 때 공개키를 사용한다. 트랜잭션의 처리과정을 살펴보면 [표 3-56]와 같다.

[표 3-56] 트랜잭션 처리과정

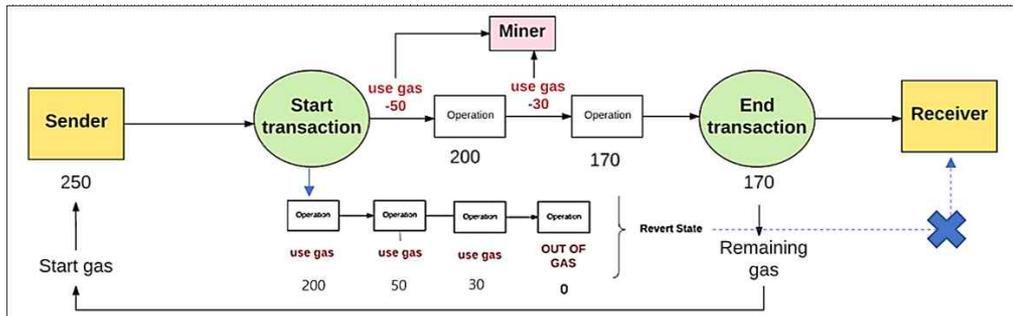
- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 거래를 개인키로 ECDSA 전자 서명 암호화. 2. 해당 거래를 채굴자와 네트워크에 연결된 모든 노드에 브로드캐스팅. 3. 채굴자는 해당 거래의 작업증명 실시(유효성 검증) <ul style="list-style-type: none"> • 문법 구성의 적정성 검증 • 개인키, 공개키, 전자서명의 유효성 검증 • 사용자의 계정에 있는 난스(nonce)값과 비교 검증 4. 거래 처리비용의 계산: 비용은 Gas limit \times Gas price 의 값. 5. 작업증명 종료 후 최종 실행을 위해 거래 풀에 해당 거래 등록 6. 채굴자는 거래 풀에서 가스실행비용이 높은 순서로 거래 선택 7. 거래 실행 <ul style="list-style-type: none"> • EOA: 수신자 주소로 이더를 전송 • CA: 해당 계약 코드를 실행 |
|--|

출처: 박일환. (2019)

3.4.4.9. 동의 계층: 가스와 지불(Gas and Payment)

이더리움에서 수수료 지불은 중요한 과정이다. 이더리움에서 트랜잭션의 결과로서 발생하는 모든 연산은 수수료를 발생시키는데, 수수료는 가스(gas)라고 불리는 것을 통해 지불된다(Kasireddy, Preethi, 2017). 가스(Gas)는 비용지불에 사용되는 운영 토큰이다. 이더가 거래소등에서 거래가 되며 변동성이 크기 때문에, 변동성이 없는 가스를 만들어 트랜잭션 비용지불에 사용한다. 가스의 용도는 첫째, 거래비용(연산비용) 지불이다. 이더리움 시스템상에서 계약이나 거래가 실행될 때 시스템의 자원을

사용하므로 비용을 지불한다. 둘째, 데이터 저장비용 지불이다. 가스는 저장장치 사용 대가로 32바이트 단위에 비례하여 지불되는데 이러한 저장 비용 지불시에도 사용된다. 셋째, 부정행위 방지 비용이다. 불법적인 거래나 악의적인 계약의 실행을 방지하기 위한 목적으로도 가스를 사용한다. 마지막으로 채굴자에 대한 비용 지불이다. 거래비용은 가스총량×단위당 가스가격으로 계산한다. 채굴자들은 거래비용이 높은 거래부터 순차적으로 채굴한다. 채굴자들은 자신이 받을 거래비용이 어느 정도이면 채굴할지를 홍보할 수도 있다. 블록가스 한도(Block Gas Limit)는 한 블록에 담을수 있는 가스의 총량이며, 현재 총량은 6,700,000가스이다. 거래 당 최소 처리비용은 21,000가스이다(박일환, 2019).



[그림 3-62] 가스와 비용 및 스마트 트랜잭션

출처: Kasireddy, Preethi, 2017 재구성

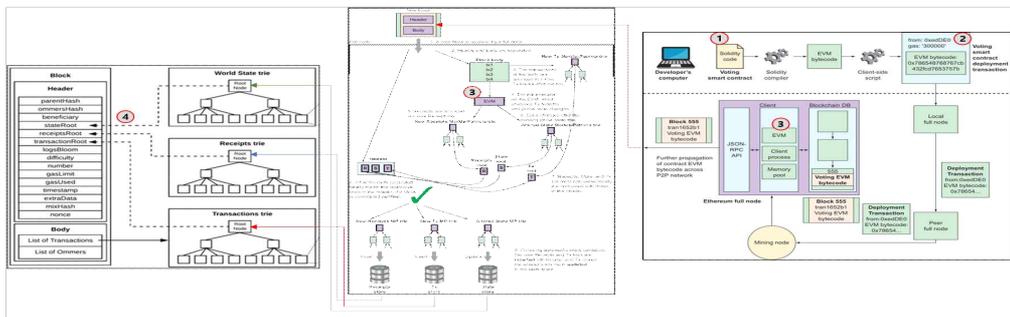
Gas price는 가스 당 지불하려고 생각하는 ether의 양을 의미하며, gwei라는 단위를 사용한다. wei는 ether에서 가장 작은 단위이며, 1 ether는 10^{18} wei를 뜻하고, gwei는 10^9 wei를 의미한다(박일환, 2019). 모든 트랜잭션에서 송신자는 gas limit과 gas price를 설정한다(Kasireddy, 2017). gas limit은 송신자가 지불할 의사가 있는 가스의 최대치이다. 계정에 가스의 최대치를 지불하고도 충분한 양의 ether가 남아 있다면, [그림 3-62]와 같이 거래는 성공적으로 성사될 것이다.

거래가 종료되면 송신자는 미사용 가스에 대해서 환불을 받는다. 송신자가 거래를 수행하기에 가스가 부족한 경우, 가스 부족(out of gas)를 실행하고

해당 거래는 유효하지 않은 것으로 처리된다. 이 경우에는 거래의 진행은 더이상 진행되지 않고 거래 발생 이전의 상태(state)로 복귀한다. 거래에 사용된 가스에 해당하는 모든 금액은 채굴자의 계정주소인 beneficiary 주소로 송금된다(Kasireddy, Preethi, 2017).

3.4.4.10. 실행계층: 스마트 컨트랙트와 EVM

스마트 컨트랙트(Smart Contract)는 특정 계약을 스스로 수립, 검증, 이행하기 위한 컴퓨터 프로토콜이며, 1996년 닉 자보(Nick Szabo)에 의해서 개념이 정립되었다(박일환, 2019). 조건이 충족되면 사람의 개입 없이 자동으로 실행되는 자동화된 거래규약(a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises)이다. 이더리움에서 스마트 컨트랙트는 이더리움의 상태를 변경할 수 있는 프로그램 코드로서 블록에 포함되어 각 노드에 전파되고, EVM(Ethereum Virtual Machine)에서 작동되어 상태전이를 발생시킨다. CA가 해당 컨트랙트 코드를 실행한다. 블록 헤더의 데이터뿐만 아니라 특정 값이나 발신자 및 수신되는 메시지의 데이터를 조작하는 등 이더리움의 상태변화와 데이터 저장 이 가능한 프로그램 코드이다.



[그림 3-63] 스마트 컨트랙트의 실행 과정

출처: <https://livebook.manning.com/book/building-ethereum-dapps/chapter-2/34> 재구성

새로운 스마트 계약을 생성하거나, 특정 스마트 계약상의 함수를 실행하거나, 이더를 전송하는 방식의 하나로 실행된다. 사용자 어카운트(EOA)에 의해서만 새로운 스마트 계약이 시작되고, 스마트 계약간의 호출은 메시지라는 특별한 구조체를 사용하여 호출하는 방식으로 작동한다(박일환, 2019). 스마트 계약의 실행 과정은 [그림 3-63]과 같다.

트랜잭션 처리를 실제로 다루는 프로토콜의 부분은 EVM(Ethereum Virtual Machine)이다. EVM은 튜링 완전 가상머신이다. EVM의 유일한 한계는 본래의 튜링 완전 머신과 달리 gas에 종속되어 있다는 점 때문에 실행가능한 연산은 제공되는 gas의 양에 의해 제한된다. EVM은 stack에 기반한 구조를 가진다. 스택 머신(stack machine)은 일시적인 값을 보관하기 위해서 last in, first-out이라는 스택을 사용하는 컴퓨터이다. EVM에서 각각의 스택의 항목들의 사이즈는 256비트이며, 스택은 최대 1024개의 항목들을 가질 수 있다. EVM은 메모리를 가지고 있으며, item들은 word-address 형태의 바이트 배열로 저장된다. 메모리는 변할 수 있다. EVM은 Storage를 가진다. 메모리와 달리, Storage는 변하지 않고 시스템 상태(state)의 일부로 유지된다. EVM은 프로그램 코드를 특별한 지시들을 통해서만 접근이 가능한 가상의 ROM에 개별적으로 저장한다. EVM은 메모리 또는 저장소에 프로그램 코드를 저장하는 방식이다(Kasireddy, Preethi, 2017). EVM이 동작하는 순서는 [표 3-57]와 같다.

[표 3-57] EVM이 동작하는 순서

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> ① 거래 문법 형식의 적절성 확인. ② 거래 수수료 계산($\text{Gas limit} \times \text{Gas Price}$). ③ 가스 지불 초기화 시점부터 거래가 처리된 바이트만큼 가스를 차감 가능. ④ 계약이 실행되고 거래 대금을 수신 계정으로 송금 ⑤ 송신 계정에 거래 수행에 가스가 부족하면 거래는 취소되고 상태(state)는 거래전 상태로 회귀. 채굴자에게 지불된 거래 수수료는 환불되지 않음. |
|--|

출처: <https://www.crocus.co.kr/1399> [Crocus]. (2020)

3.4.5. 하이퍼레저 패브릭 시스템 아키텍처

3.4.5.1. 하이퍼레저 패브릭 개요

프라이빗 블록체인의 대표적인 형태는 하이퍼레저(hyperledger)다. 하이퍼레저는 2015년 12월에 리눅스 재단에 의해 시작된 오픈 소스 블록체인 프로젝트를 통칭하는 이름이다. 하이퍼레저라는 이름하에 수많은 프로젝트가 병렬로 진행되고 있으며, 그중 일부는 많은 사용자층을 확보하면서 확장되고 있다. 전반적인 개발은 리눅스 재단이 주도하지만, 실질적인 스폰서인 IBM이 큰 영향을 미치고 있으며, SAP와 인텔 등의 회사가 함께하고 있다(이병욱, 2019). 하이퍼레저 패브릭(Hyperledger Fabric)은 모듈러 아키텍처 기반의 애플리케이션/솔루션 개발 프레임워크로 컨센서스 알고리즘이나 멤버십 서비스 등 핵심 기술 요소를 플러그 앤 플레이(Plug & Play) 방식으로 구현할 수 있도록 지원한다. 또한 컨테이너 기술을 활용한 체인코드(Chain code)라는 서비스를 제공한다. 개발자는 이 체인코드를 활용하여 블록체인 프로그램을 작성한다. 체인코드는 이더리움의 스마트 계약과 동일한 기능을 수행한다. 하이퍼레저 패브릭이 제공하는 플러그 가능 옵션을 사용하면, 다양한 형식으로 저장할 수 있는 원장 데이터를 만들 수 있다. 컨센서스 알고리즘은 카프카(Kafka)기반 오더링 서비스이다. 이를 컨센서스 알고리즘을 구현하거나 Raft 알고리즘으로 변경할 수 있는 등 다양한 방식으로 전환할 수 있도록 설계했다(이병욱, 2019). 이외에 블록체인 네트워크에 대한 참여 및 권한 관리를 위한 서명, 확인, 인증 방법도 MSP(Membership Service Provider)서비스를 통해 다양한 확장성을 제공할 수 있다.

3.4.5.2. 하이퍼레저 패브릭 특징

하이퍼레저 패브릭의 여섯가지 주요 특징을 갖는다.

첫째, 허가형 (Permissioned)블록체인이다. CA와 MSP를 통해 허가된

참여자만 접근을 허용하고, 접근 권한을 제한할 수 있다. 특정 기업이나 정부 기관이 지정한 참여자만 블록체인 네트워크에 참여할 수 있다. 공제조합과 같은 유한한 참여자를 가진 폐쇄형 프라이빗 블록체인을 구현에 최적화되어 있다.

둘째, 비 결정적 프로그래밍 언어(Non-deterministic Programming Language)를 사용한다(이병욱, 2019). 이더리움처럼 전용 언어(솔리디티)를 사용하지 않고 Go나 자바와 같은 일반적으로 많이 사용되는 언어로 개발할 수 있다. 솔리디티와 같은 결정적 언어(Deterministic Programming Language)는 모든 노드들의 블록체인에서 실행된 스마트 컨트랙트의 결과의 동일성을 보장하지만, 비결정적 언어는 스마트 컨트랙트의 결과의 동일성을 보장할 수는 없지만, 내부 키의 상태 변환 값을 관리하여 비결정적 오류를 해결할 수 있다.

셋째, 높은 성능이다(이병욱, 2019). 하이퍼레저 패브릭은 하나의 피어들에게 여러가지 역할을 담당하게 하여 자원의 부담을 줄인다. 즉, 엔도싱 피어 노드에게 체인코드를 실행시킬 수 있고, 키에 대한 버전 관리를 통해 동시처리가 가능하여 높은 성능을 낼 수 있다. 기존 비트코인이나 이더리움은 네트워크상을 구성하고 있는 모든 노드에게 채굴된 블록을 보내 검증하지만 패브릭은 일부노드가 그 역할을 수행한다.

넷째, 모듈러 아키텍처이다. 모듈형 구조이므로 오더링 서비스 노드는 순서화를 통해 Solo, 카프카, PBFT(Practical Byzantine Fault Tolerant) 등 3가지 컨센서스 알고리즘을 선택하거나 변경할 수 있다(이병욱, 2019).

다섯째, 멀티 블록체인 (Multi-blockchain)지원이다. 채널이라는 분할된 네트워크를 사용하므로 독립된 블록체인 네트워크 내에 여러 개의 멀티 블록체인을 분할하여 독립적으로 운용할 수 있다.

여섯째, 기존 시스템과 쉽게 연결할 수 있다. 엔터프라이즈 환경에서 가장 많이 사용되는 자바(Java)를 지원하고, 엔터프라이즈 환경에 필요한 기술 요소들을 다양하게 제공하고 있다.

하이퍼 레저는 [그림3-64]와 같이 그 합의 방식과 구현 형태에 따라 크게 6개의 독립적이며, 서로 다른 실험적 프레임워크 프로젝트로 이뤄져 있는데,

그중 가장 활발하고 주목받는 프로젝트는 하이퍼레저 패브릭(hyperledger Fabric)이다(조문욱, 이진수, 조성환, 반장현, 2020).



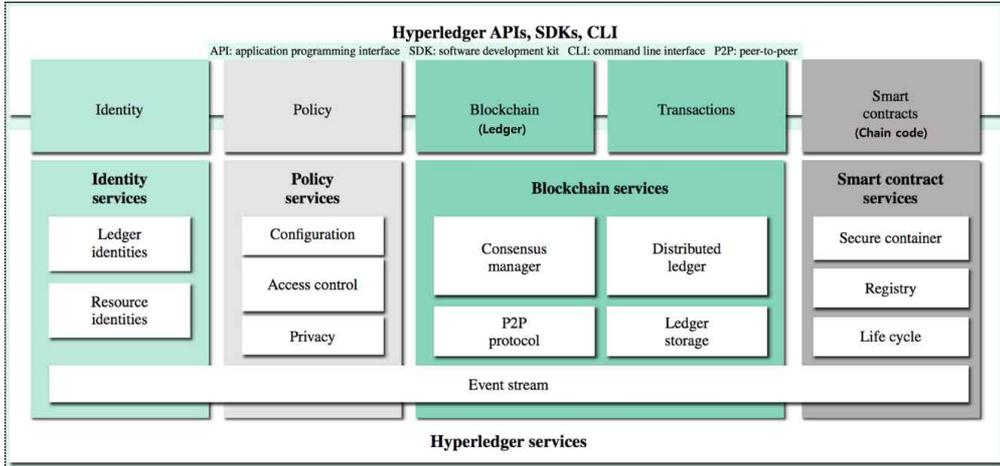
[그림 3-64] 하이퍼레저 프로젝트

출처: <https://www.hyperledger.org/use>. (2020)

개발의 편의성을 위한 여러 툴도 제공되는데, 컴포저(composer), 첼로(cello), 칼리퍼(caliper), 익스플로어(explorer), 카투스(catus), 아발론(avalon) 등이다. 이러한 특징들은 하이퍼레저 패브릭이 기존의 비즈니스 모델을 혁신할 수 있는 가장 적합한 블록체인 기술로 인정받도록 기여하고 있다(이병욱, 2019). 개발의 편의성으로 인해 국내에서도 다양한 기업과 정부 기관이 하이퍼레저 패브릭으로 블록체인 프로젝트를 수행하고 있으며, 많은 프라이빗 블록체인 프레임워크 및 솔루션들이 하이퍼레저 패브릭을 코드 베이스로 활용하기도 한다(조문욱, 이진수, 조성환, 반장현, 2020).

3.4.5.3. 하이퍼레저 패브릭 아키텍처

하이퍼레저 패브릭에서 제공하는 레퍼런스 아키텍처는 [그림 3-65]처럼 컴포넌트 단위로 표현돼 있다. 레퍼런스 아키텍처는 프로젝트 관리자, 소프트웨어 개발자, 엔터프라이즈 설계자 등 모두 보기 쉽도록 설계되었다. 아키텍처 구성은 크게 신원확인, 거버넌스, 분산 원장, 트랜잭션, 체인코드 5가지 컴포넌트로 분류했다.



[그림 3-65] 하이퍼레저 패브릭 아키텍처

출처: <https://www.hyperledger.org>, 2020 재구성

첫번째 컴포넌트는 신원확인(Identity)이다. 사용자가 하이퍼레저 패브릭의 네트워크에 접속하려면 MSP(Membership Service Provider)를 통해 신원확인(Identity)을 가장 먼저 해야한다. 폐쇄형(허가형) 구조인 프라이빗 블록체인을 지향하고 있으며 권한을 가진 참여자만이 분산원장에 데이터를 기록, 수정, 삭제할 수 있기 때문이다(이병욱, 2019). 두번째 컴포넌트는 원장(Ledger)이다. 원장은 블록체인의 데이터를 관리하는 데이터베이스이며, 블록에 거래정보가 저장되는 공간이다. 이더리움은 스테이트 트리(State Tree)에 거래정보를 저장하고, 하이퍼레저 패브릭은 월드 스테이트(World State)에 저장한다. 하이퍼레저 패브릭에서는 한 채널이 한 원장을 가지며, 한 채널 안에 속한 피어 노드는 동일한 원장의 복사본을 가진다. 원장은 채널 안에서 구성원인 피어들의 합의를 통해 갱신되므로 일관성을 유지한다. 세번째 컴포넌트는 거래(Transaction)이다. 거래는 스마트 계약에 해당하는 체인코드(Chaincode)의 실행을 말한다. 거래의 처리는 엔도싱(Endorsing) 피어 노드와 오더링 서비스(Ordering Service) 노드가 역할을 수행한다. 엔도싱 피어 노드를 통해 보증 검증(Endorsement Validate)과 트랜잭션을 배치 처리하고, 오더링 서비스 노드를 통해 프라이빗 블록체인 네트워크에 참여하고 있는 모든 피어 노드들에 분기하는 역할을 수행하고 있다(조문욱,

이진수, 조성환, 반장현, 2020). 네번째 컴포넌트는 체인코드(Chaincode)이다. 이더리움에서 솔리디티(Solidity)와 비슷한 스마트 계약이다. 체인코드를 통해 프라이빗 블록체인에서 맞춤형 블록체인 비즈니스 로직을 구현할 수 있다. 하이퍼레저 패브릭은 이와 같은 비즈니스 로직을 구현할 수 있도록 다양한 개발 언어를 지원하고 있다(조문옥, 이진수, 조성환, 반장현, 2020). 아쉽게도 Composer은 하이퍼레저 패브릭 1.3버전 부터는 지원하지 않는다.

3.4.5.4. 하이퍼레저 패브릭 구성요소

노드(Node)란 일종의 물리적인 시스템 단위로 블록체인 네트워크를 구성하는 서버다. 블록체인은 중앙에서 관리하는 서버는 없지만 블록체인 네트워크에 참여해 이를 활성화시키는 수많은 서버들이 있는데 바로 이 서버들이 노드다. 하이퍼레저 패브릭에는 [표 3-58]과 같이 네트워크 구성요소와 멤버십 서비스 및 기타 서비스로 구성된다. 네트워크 구성요소로는 채널, 조직, 피어 노드, 피어 노드에게 트랜잭션을 전달해 전체 블록체인 네트워크가 작동하도록 컨트롤하는 오더링 서비스 노드가 존재한다. 멤버십 서비스로는 MSP와 CA가 있으며, 기타 서비스로는 CLI와 CouchDB가 있다(조문옥, 이진수, 조성환, 반장현, 2020).

3.4.5.5. 하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성 절차

하이퍼레저 패브릭은 허가형 프라이빗 블록체인(Permissioned Private Blockchain)이다. 네트워크 구성이 매우 유연한 구조를 가지고 있다. 모든 노드가 동일한 원장으로 정보를 공유할 수 있고, 비즈니스 목적에 맞게 공유하고자 하는 노드 간에만 별도의 원장을 생성하는 것도 가능하다. 기존의 블록체인 네트워크에서는 참여한 모든 노드에게 원장에 기록되어 있는 정보가 공유되었다. 하지만 기업 입장에서 비즈니스를 하다 보면 모두에게 공유하고 싶지 않은 민감한 정보들이 산출된다.

하이퍼레저 패브릭은 네트워크 내에서 특정 목적에 맞는 별도의 원장을

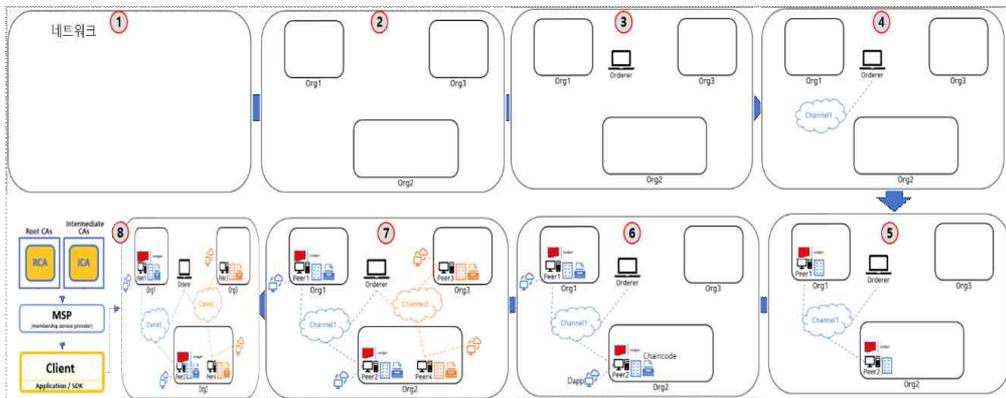
[표 3-58] 하이퍼레저 패브릭 구성요소

구성요소	구분	설명	
네트워크 구성요소	채널 Channel	네트워크를 구성하고 있는 그룹간 거래를 수행할 때, 거래 권한을 그룹별로 설정하고 관리하는 프라이빗 블록체인 기술 요소.	
	조직 Organization	네트워크를 구성하는 조직 별로 피어 노드 관리, 권한 부여, 보증정책, 네트워크 참여자의 접근 권한 관리 등을 수행	
	피어 노드 Peer Node	엔도싱 (Endorsing) 피어 노드	보증 정책(Endorsing Policy)에 따라 요청된 거래(체인코드)를 먼저 실행한 후 거래에 보증 사인을 첨부하는 역할.
		커미팅 (Committing) 피어 노드	엔도싱 피어 노드가 수행한 검토 결과를 검증, 검증된 거래를 확정하고 블록체인에 업데이트하는 역할.
		앵커(Anchor) 피어 노드	채널 내에서 대표 역할을 수행.
		리더(Leader) 피어 노드	조직 내에서 모든 피어 노드를 대표.
	오더링 서비스 노드 (Orderer)	네트워크에 참여하고 있는 모든 피어 노드의 분기 및 정렬 역할, 네트워크 내의 채널에 대한 구성 정보를 소유하고 전체 시스템의 관리자 역할 수행, 네트워크 참여자로부터 거래를 제안받으면, 시간 순서에 따라 정리하여 피어 노드에게 전달, 거래 정보를 네트워크에 반영하며 블록을 추가하고 관리하는 역할 수행.	
		Solo기반 오더링 서비스	하나의 중앙집중형 오더링 서비스 노드가 모든 거래 순서를 결정, 개발자가 테스트 용도로 사용.
		카프카 기반 오더링 서비스	Pub/Sub 구조의 오더링 서비스로, 시스템의 결함시 대체 분산 오더링 서비스가 가능, 높은 처리량과 고가용성을 제공, 비잔티움(Byzantine)문제에 노출 한계.
		RAFT (Reliable, Replicated, Redundant, And FaultTolerant) 오더링 서비스	CFT(Crash Fault Tolerant) 알고리즘 기반 오더링 서비스, 채널당 선출된 리더노드가 모든 트랜잭션을 처리하고 결과를 나머지 노드에게 복제하는 '리더 팔로워' 모델에 기반, 비잔티움 문제 해결, 자체에 내장 기술로 구축이나 관리가 용이.
멤버십 서비스	MSP (Membership Service Provider)	멤버십 서비스 제공자, 블록체인 네트워크에 참여하는 각 노드의 신원, 역할, 소속, 권한을 관리, 조직 구조 설계 역할 수행.	
	CA (Certification Authority)	MSP에서 암호화 인증 기관, 공개키 인증서와 개인 키를 발급, 블록체인 네트워크를 구성하는 조직에게는 루트 인증서(Root Certificate)를, 블록체인 네트워크에 접속하는 사용자에게는 신원등록 인증서(Enrollment Certificate Ecert)를 발급.	
기타 서비스	CLI	Network의 핵심 구성요소, Docker 컨테이너 채널생성, 체인코드설치 등과 관련된 작업에 관여	
	CouchDB	컨트랙트 상태의 키-값 쌍을 저장, 원장정보 저장 모든 피어들에 존재	

출처: 조문옥, 이진수, 조성환, 반장현. (2020) 재구성

생성할 수 있도록 채널(Channel)을 제공함으로써 기업이 비즈니스 목적으로 사용하기 용이하도록 고안되었다. 하이퍼레저 패브릭의 네트워크 구성절차는

[그림 3-66]과 같다(Androulaki, Elli 외 9인, 2018).



[그림 3-66] 하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성절차

출처: <https://brunch.co.kr/@curg/25>. (2020) 재구성

①하이퍼레저 패브릭 네트워크(Hyperledger Fabric Network)를 구성한다. ②네트워크에 3개의 조직을 구성한다. ③Org1과 Org2가 협의하여 오더링 서비스 노드를 구축한다. ④Org1과 Org2만 공유할 수 있는 원장(블록체인)을 만들기 위해 채널을 생성한다. ⑤orderer는 채널에 참여하는 조직 및 노드에 대한 정보와 블록 생성 방법 및 블록 당 트랜잭션 허용정보 등을 바탕으로 제네시스 블록을 생성하여 채널을 구축한다. ⑥채널이 구축되고 나면 각 조직에서는 Leader peer를 채널에 참여시키고, 채널1에서 공유할 수 있는 원장을 보유하게 된다. Peer에는 [표 3-58]과 같은 네 가지 역할이 있고, 한 노드가 여러 역할을 수행할 수도 있다. ⑦채널1에서 공유하는 원장에 접근하기 위해 체인코드를 endorsing peer에 설치하고, 사용자들도 참여할 수 있도록 dapp도 함께 설치한다. ⑧CA에서 MSP를 받고 MSP에서 사용 인증을 받은 사용자가 하이퍼레저 패브릭 네트워크를 통해 스마트 트랜잭션을 수행한다(<https://brunch.co.kr/@curg/25>).

Channel(채널)은 어플리케이션과 오더러 그리고 피어로 이루어져 있다. 채널은 서로 다른 노드들을 묶는 역할을 한다. 채널을 통해 거래와 원장의 분리가 가능하므로 독립적인 원장을 가지는 것이 가능하다. 하나의 채널에는

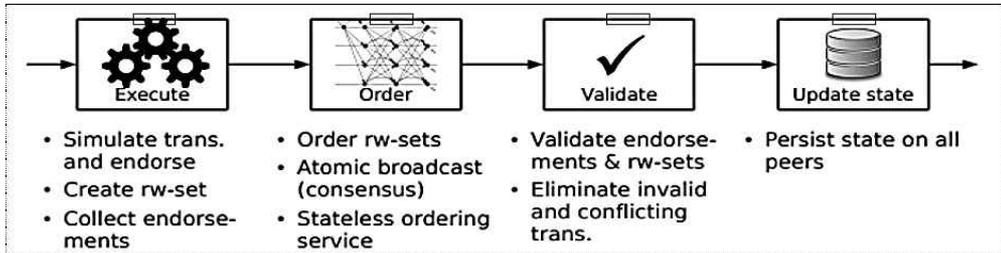
하나의 원장만 가진다. 이러한 원칙 때문에 private(비공개) 트랜잭션의 수행이 가능하다. 다른 채널의 체인코드를 호출(invoke)하는 것은 읽기(read)만 가능하다. 채널별 원장은 채널 내 피어간에 공유되며 거래 당사자는 해당 채널과 상호 작용하기 위해 채널에 올바르게 인증되어야 한다. Organization(조직)은 노드들을 특정 목적에 따라 구분한 논리 집합인 것에서 채널과 유사하다. 멤버(member)라고도 한다. MSP를 통해 조직을 네트워크에 가입시키며, 블록체인 네트워크 서비스를 제공하는 기업 등에서 수행한다. 조직의 크기는 제각각이다. 개인만큼 작을 수도 있고 기업만큼 클 수도 있다. 모든 조직은 블록체인 네트워크의 일원이다. Consortium(컨소시엄)은 조직의 집합이다. 네트워크당 여러 개 존재가 가능하지만 보통 한 개가 존재한다. 컨소시엄의 조직들은 각각 피어를 가지고 채널을 형성하거나 채널에 참여한다. 컨소시엄을 구성하면 조직들은 트랜잭션 내역을 공유할 수 있게 된다. 채널을 새로 만들 때에는 채널에 추가된 모든 조직은 컨소시엄의 일부여야 한다. 컨소시엄에 속하지 않은 조직은 기존 채널에 합류가 가능하다.

3.4.5.6. 하이퍼레저 패브릭 트랜잭션 작동원리

하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성요소에는 크게 블록체인(원장), 스마트 계약(체인코드), 피어, 오더러가 있다. 블록체인 기술의 핵심은 분산원장(Distributed Ledger)이다. 네트워크에 가입한 피어들 상호 간 스마트계약에 따른 거래정보에 대한 데이터의 변화를 블록에 기록하고 데이터베이스화한 원장이다. 원장은 현재의 상태를 저장해 놓은 데이터베이스인 월드 스테이트(World State)와 상태변화에 대한 모든 로그 기록이 저장되어있는 블록체인(Blockchain)으로 구성된다(Androulaki, Elli 외9인, 2018).

체인코드는 월드스테이트와 블록체인에 신규거래를 추가하거나 기존 데이터베이스에서 필요한 데이터를 읽어오는 역할을 한다. 피어는 네트워크를 구성하는 구성원인 동시에 원장과 체인코드를 관리하는 역할을 겸한다. 패브릭 네트워크를 구성하는 피어들은 각각의 저장장치인 CouchDB에

설치되어 있는 체인코드를 통해 원장을 불러오고 데이터를 업데이트한다. 이러한 작업들은 체인코드와 함께 개발되어 연동되고 있는 사용자 어플리케이션(dapp)을 통해 이루어진다. 체인코드 실행을 요청하는 스마트 트랜잭션이 발생하면 피어 노드와 오더링 노드는 [그림 3-67]과 같이 4단계(execution→ ordering→ validation→ update state)의 과정을 거쳐 원장에 기록되고 사용자에게 결과를 반환한다(Androulaki, Elli 외9인, 2018).



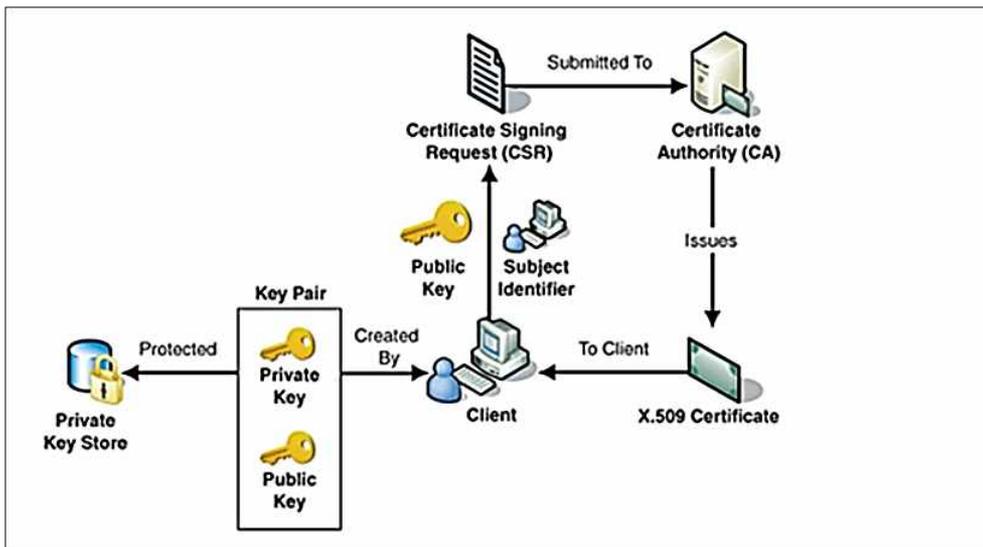
[그림 3-67] 하이퍼레저 패브릭 트랜잭션 4단계

출처: Androulaki, Elli 외9인, 2018

피어는 수행하는 역할에 따라 네가지로 구분할 수 있다.. 첫째, 엔도싱 피어(Endorsing peer)이다. [그림 3-67]의 하이퍼레저 패브릭 거래 4단계중 첫번째 과정인 실행(execution)을 수행하는데. 체인코드 시뮬레이션을 통해 거래와 보증의 적절성을 판단한다. 둘째, 커미팅 피어(Committing peer)이다. 하이퍼레저 패브릭 거래 4단계중 두번째에서 네번째 과정을 수행한다. 오더(order), 검증(validation), 스테이트 업데이트를 수행한다. 네트워크상의 모든 피어가 수행하는 역할이며, 네트워크 참여자로부터 거래을 제안받으면, 시간 순서에 따라 정리하여 다른 피어 노드에게 전달하고, 거래 정보를 네트워크에 반영하며 블록을 추가하고 검증하는 역할을 수행한다. 셋째, 앵커 피어(Anchor peer)이다. 네트워크에는 여러 조직이 있는데, 타 조직 피어들과 통신을 하는 역할을 수행한다. 넷째, 리더 피어(Leader peer)이다. 오더링 서비스 노드(orderer)와 연결되어 있으며, 새로 생성된 블록을 전달받아 조직 내 다른 peer들에게 브로드 캐스팅하는 역할을 한다. 즉, 오더리(orderer)란 엔도싱 피어(Endorsing peer)들이 시뮬레이션을 통해 적절하다고 판단한

거래들을 모아서 solo와 kafka, RAFT방식중 하나로 정렬한 후 신규 블록을 생성하는 노드이다.

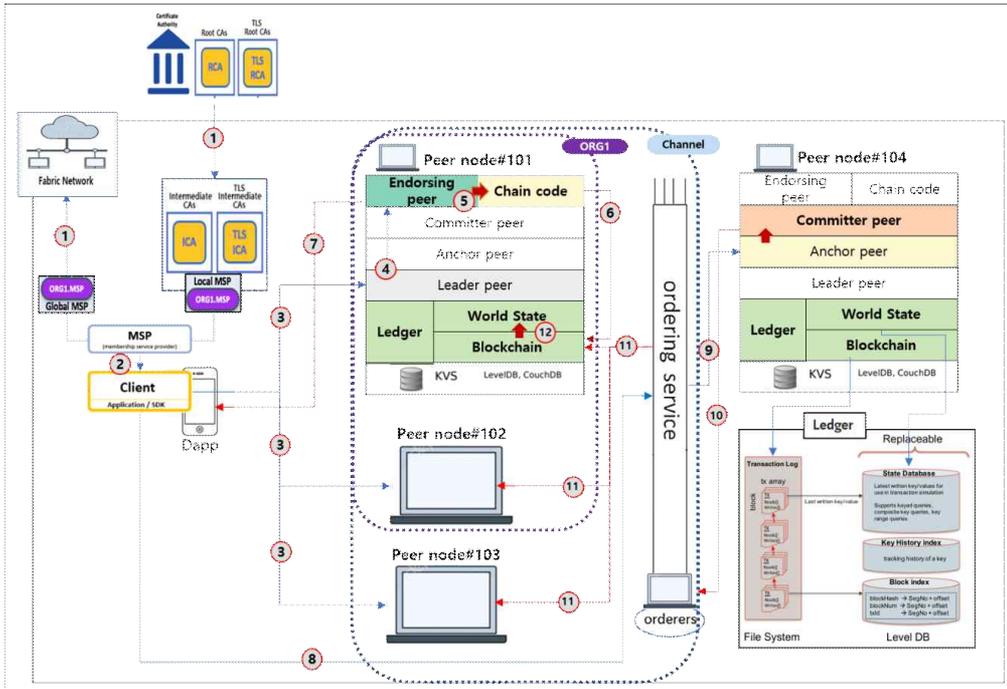
거래를 정렬하는 방식중 solo방식은 테스트용으로 사용하는데, 오더러 하나가 정렬과 블록 생성등 [그림 3-67]의 거래 4단계를 모두 수행하는 방식이다. kafka방식은 오더러가 분산 메시징 시스템인 카프카 클러스터(kafka cluster)를 통해 거래를 정렬하고 신규 블록을 생성하는 방식이다. RAFT방식은 채널당 선출된 리더 노드가 [그림 3-63]의 거래 4단계를 모두 수행하고 결과만 나머지 노드에게 전파하면, 나머지 노드들은 결과를 복제하여 저장하고 검증한 후 자신의 원장을 업데이트한다. 이를 리더-팔로워 모델이라 한다. 패브릭에서는 피어들이 체인코드 실행에서부터 거래를 검증하고 원장에 기록하는 전체 과정을 합의라고 부른다. 허가형 블록체인인 패브릭에서는 사용자의 권한 및 인증을 위해 MSP(Membership Service Provider)라는 인증 관리 시스템을 사용하는데, MSP에 네트워크 내 노드의 역할과 권한 등이 정의되어 있다(Androulaki, 2018). CA(Certificate Authority)란 MSP를 발급하고 관리하는 역할을 하는 기관이다. CA가 인증서 발급하는 절차는 [그림 3-68]과 같다.



[그림 3-68] CA의 인증서 발급 절차

출처: <https://12bme.tistory.com/80>. (2020)

하이퍼레저 패브릭에서는 거래의 안전을 위해 두단계의 인증절차를 거치는데 첫번째 단계는 Fabric-CA 노드가 사용자를 인증해 주는 역할을 수행한다. CA는 신뢰 있는 기관이 담당한다. CA노드는 사용자의 서명과 권한 등을 확인한다. 두번째 단계는 커미팅피어가 원장에 기록되기 전에 보증 정책(Endorsement Policy)의 준수 여부와 거래의 적절성 여부를 검증하고, 확인하는 과정을 거친다. 보증 정책은 보통 해당 트랜잭션이 지정된 peer들의 허가를 받아야 한다는 내용인데, 원장을 공유하는 채널별로 참여자들은 다양한 방식으로 보증 정책을 설정할 수 있다(Androulaki, 2018). 하이퍼레저 패브릭 시스템에서 스마트 트랜잭션을 실행시키는 과정을 개별 노드 단위 관점에서 설명하면 [그림 3-69]와 [표 3-59]와 같다.



[그림 3-69] 하이퍼레저 패브릭 스마트 트랜잭션 작동 순서

출처: <https://www.hyperledger.org> 및 구글자료. (2020) 재구성

[표 3-59] 하이퍼레저 패브릭 스마트 트랜잭션 실행 순서

- ① CA(Certificate Authority)로부터 MSP를 발급받는다.
- ② 사용자는 MSP로부터 어플리케이션에 대해 사용자 인증을 받고 공개키와 개인키 한 쌍과 인증 서명을 받는다.
- ③ 클라이언트 어플리케이션과 Dapp을 통해 네트워크에 연결한다. 연결이 되면 트랜잭션 제안서(transaction proposal)를 생성해서 리더 피어에게 보낸다.
- ④ 리더 피어는 트랜잭션 제안서를 엔도싱 피어에게 체인코드 실행 요청을 한다. 트랜잭션 제안서에는 클라이언트의 ID, 트랜잭션을 제출하는 클라이언트의 서명 등이 내용으로 포함돼 있다.
- ⑤⑥ 엔도싱 피어는 받은 거래제안서(transaction proposal)에 대하여 체인코드를 실행하고 원장(ledger)에 보낸다. 아직 블록체인에 연결하지는 않는다. 엔도싱 피어(Endorsing peer)들은 거래제안서를 전달받으면, 거래 형식의 적절성, 거래 이중 제출여부(replay-attack 방지), 서명의 유효성, 권한의 적정성을 검사한다.
- ⑦검사결과가 이상이 없으면 체인코드를 시뮬레이션하여 결과값을 산출한다. 결과값(read/write set)을 엔도싱피어(endorsing peer)의 서명을 첨부하여 다른 피어들에게 브로드캐스팅한다.
- ⑧ 응답을 받은 클라이언트는 전체 엔도싱 피어 노드들로부터 반환된 보증 요청의 결과 값들이 동일함을 확인해 해당 트랜잭션의 신뢰성을 확보했으면, 트랜잭션을 RW 세트와 함께 엔도싱 피어 노드들의 서명, 채널 ID를 오더링 서비스노드에 전송한다. 오더링 서비스 노드는 이미 검증이 마무리됐기 때문에 트랜잭션 수행을 위해 전체 내용을 검사하지 않고 트랜잭션이 들어오는 순서만 정렬한다.
- ⑨ 오더러는 합의 알고리즘에 의거해서 블록을 생성하고 이를 커미팅 피어로 보낸다.
- ⑩ 커미팅 피어의 앵커(anchor)는 오더러가 보낸 거래블록(transaction block)을 받고 커미터(committer)가 트랜잭션을 확정하고 원장을 업데이트 한다. 확정 결과를 오더러에게 보낸다. 이후 클라이언트에게 업데이트 이벤트를 보낸다.
- ⑪ 오더러는 보증 허가된 스마트 트랜잭션에 대한 신규 블록을 블록체인에 추가한다. 그리고 확정결과를 각 네트워크상의 혹은 채널상의 피어들에게 브로드 캐스팅한다.
- ⑫ 해당 피어들은 World state DB를 업데이트하고, 클라이언트는 업데이트 이벤트를 받게 되고 트랜잭션 과정이 종료된다.

출처: 이승한,이요한,신태영. (2019) 수정

3.4.5.7. 하이퍼레저 패브릭 시스템의 스마트 계약

스마트 계약이란 스마트 컨트랙트, 체인코드라고도 하며 코드를 작성하는 행위(코딩)를 통해 로직을 작성해서 만든 코드 덩어리를 말한다. 스마트 계약은 블록체인에 배포되어 이행되기 때문에 중간에 로직을 변경하는 것이 불가능하며, 블록체인에 배포된 스마트 계약은 외부의 트리거에 의해 작동한다. 이를 활용해 기업들은 자신들의 비즈니스 로직을 개발하고 블록체인에 배포해서 사용할 수 있다. 일반적으로 스마트 계약이란 말은 포괄적인 의미로 사용되며, 이더리움에서의 스마트 계약은 스마트 컨트랙트, 하이퍼레저 패브릭에서는 체인코드라고 한다. 비트코인에서는 스마트 계약을 만들어 배포하는 것이 불가능하다. 스마트 계약은 각 플랫폼마다 개발 형태 및 개발 방식, 개발에 사용할 프로그래밍 언어, 배포 방식, 트리거 방식이 다르지만 로직을 작성하고 블록체인에 배포한 후 사용한다는 것은 같다. 하이퍼레저 패브릭 체인코드는 Go 언어, Node.js, 자바로 개발할 수 있는 프로그램이다. 이를 통해 로직을 만들 수 있고, 이 로직을 이용해 서비스를 제공할 수 있다. 증권거래의 이력 관리, 수수료 정산 처리, 전자화폐 발행 및 사용등 체인코드를 이용해 자유롭게 작성할 수 있다. 블록체인 네트워크에 참여하는 멤버들의 동의로 실행되기 때문에 임의 조작이 불가능하며, 중개자 없는 서비스를 제공할 수 있는 중요한 요소이다. 체인코드는 사용자가 작성해서 사용할 수 있는 사용자 체인코드와 최초로 작성되어 배포되는 시스템 체인코드로 구분한다. 시스템 체인코드는 일반적인 체인코드와 동일한 프로그래밍 모델을 가지고 있지만, 별도의 격리된 컨테이너에서 실행되는 사용자 체인코드와 달리 시스템 체인코드는 피어 노드 프로세스 내에서 실행된다. 시스템 체인코드는 피어 노드의 자원에 더 많은 접근을 할 수 있고 사용자 체인코드를 통해 구현하기 어렵거나 불가능한 기능을 구현하는 데 사용될 수 있다. 하이퍼 레저 패브릭은 [표 2-63]와 같은 5가지 시스템 체인코드를 제공한다(이승한,이요한,신태영, 2019).

[표 3-60] 시스템 체인코드의 종류

실행	체인코드	구성 및 설명	
Endorsing peer에서 실행 (트랜잭션 보증)	LSCC (Lifecycle System Chain Code)	체인코드의 라이프사이클을 관리하기 위해 사용	
		Install	피어 시스템에 체인코드를 저장하는 데 사용
		deploy	채널에서 체인코드를 인스턴스화하는 데 사용
		upgrade	체인코드를 업그레이드하는 데 사용
		getid	채널에 설치된 체인코드의 ID를 가져온다.
		getdepspec	피어에 설치된 체인코드의 배포사양을 가져옴.
		getccdata	채널에 설치된 체인코드로 저장된 데이터를 가져온다.
		getchaincodes	채널에 배포된 체인코드 목록을 가져온다.
		getinstalled-chaincode	피어에 설치된 체인코드 목록을 가져온다.
	CSCC (Config System Chain Code)	피어 노드 및 프로세스 채널 구성, 트랜잭션에 대한 채널 관련 정보를 관리하기 위해 사용	
		JoinChain	피어를 채널에 가입시킨다.
		GetConfig-Block	지정된 채널에 대한 구성블록을 가져온다.
		GetConfigTree	체인코드 ID에 대해 현재 채널 및 자원 구성을 확인한다.
		SimulateConfigTreeUpdate	체인코드 ID에 대해 현재 채널 및 자원 구성을 업데이트한다.
	QSCC (Query System Chain Code)	블록 저장소에 저장된 블록 및 트랜잭션을 조회하기 위해 사용	
		GetChainInfo	블록체인에 대한 정보를 조회하는 데 사용한다.
		GetBlockBy-Number	채널의 특정 블록을 조회하는 데 사용한다.
		GetBlockBy-Hash	블록 해시 값으로 특정 블록을 조회하는 데 사용한다.
		GetTransaction-ByID	ID로 트랜잭션을 조회하는 데 사용한다.
		GetBlock-ByTxID	트랜잭션 아이디로 특정 블록을 조회하는 데 사용한다.
Committing peer에서 실행 (블록 검증)	ESCC	(Endorser System Chain Code) 트랜잭션을 실행한 후 트랜잭션 상태, 체인코드 이벤트, read/write set 등 트랜잭션 결과를 포함한 응답 메시지에 서명을 넣기 위해 엔도싱 피어 노드에 의해 호출된다.	
	VSCC	(Validation System Chain code) 커미팅 피어 노드에 의해 호출돼 보증 정책 및 다중 버전 동시성 제어 검사와 같은 트랜잭션 유효성 검사를 처리한다.	

출처: 이승한,이요한,신태영. (2019)

LSCC, ESCC 및 VSCC는 트랜잭션이 실행될 때 시스템에 의해 자동으로 수행되는 체인 코드이고, VSCC는 채널의 모든 피어 노드가 원장에 커밋하기

전에 블록에 대한 유효성 검사를 수행하며, 원장의 차이가 발생하지 않도록 검사하는 중요한 역할을 수행한다(이승한, 이요한, 신태영, 2019).

3.4.6. 제안 시스템의 블록체인 플랫폼의 선택 결정요인

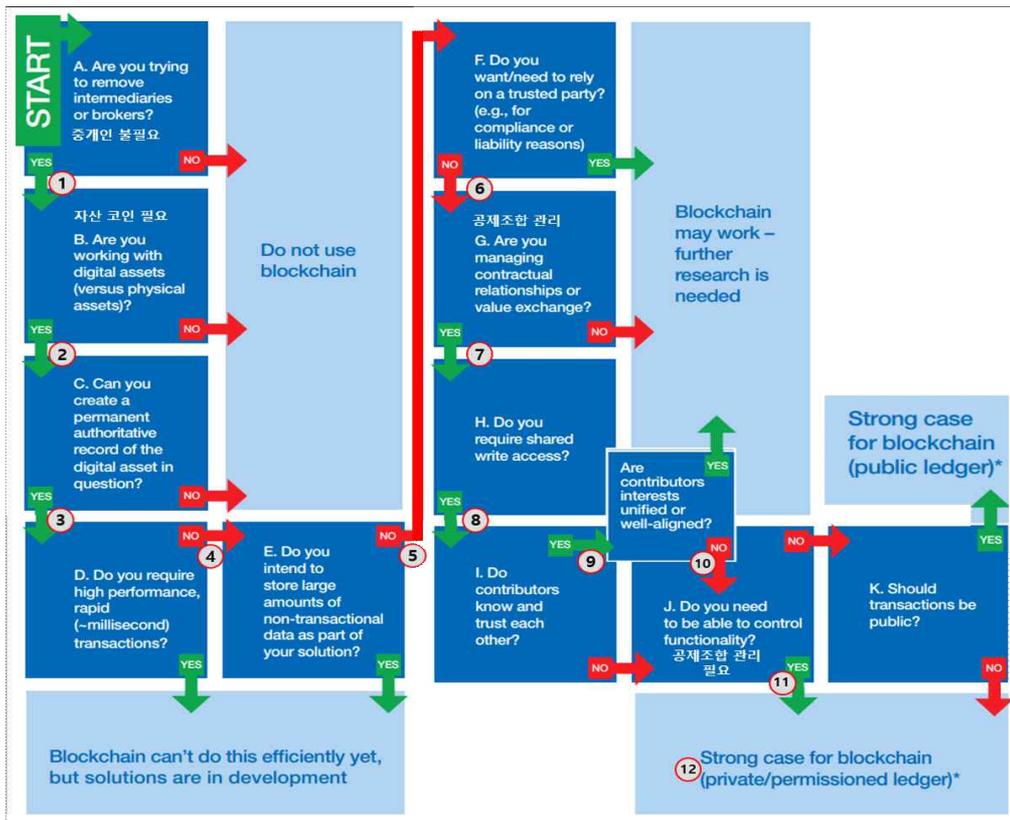
3.4.6.1. 블록체인 아키텍처 설계의 원칙

분산원장을 금융에 적용하기 위한 필수요건은, 첫째, 분산원장의 기록(fact)은 계약상 용인되는 증거로 받아들여져야 하며 분쟁이 있을 경우를 대비하여 법적 구속력(legal enforceability)을 지녀야 한다. 둘째, 분산원장의 기록은 그 자체로서 권위(authoritative)을 지녀야 하며, 원장 기록 처리는 분산원장에서 직접 일어나야 한다. 사본에서 실행되어서는 안된다. 셋째, 분산원장의 기록은 완결성(final)과 비가역성(immutable)을 지녀야 한다. 오류가 있을 경우, 기록의 삭제 또는 변경이 불가능하므로 신규거래를 발생시켜 수정해야 한다. 넷째, 원칙적으로 모든 참여기관은 원장에 직접적으로 연결해야 하고, 원장은 거래상대방과 체결한 계약을 기록하는 용도로 사용해야 한다. 어떠한 참여기관도 거래상대방에게 거래를 강요할 수 없다. 다섯째, 금융거래의 상세 내용에 대한 열람 권한은 그 거래에 직접적으로 참여한 기관이거나 거래를 열람할 이유가 있는 감독 기구에게만 주어져야 한다(박재현, 오재훈, 박혜영, 2018).

3.4.6.2. 이더리움과 하이퍼레저 패브릭 아키텍처 선택 의사결정

제안 시스템의 기반 기술 플랫폼을 퍼블릭 블록체인 플랫폼을 사용할 것인지 프라이빗 블록체인 플랫폼을 선택할 것인지 선택하는 의사결정 방법론에는 대표적으로 4가지가 있다. Mulligan, C., Scott, J. Z., Warren, S., & Rangaswami, J.,(2018)가 제안 한 방법(Mulligan, C., Scott, J. Z., Warren, S., & Rangaswami, J., 2018), Wüst & Gervais,(2018)가 제안한 방법(Wüst & Gervais, 2018), Peck(2017)의 의사결정 트리(Peck, 2017),

Varga & Janky(2019)이 선택한 방법(Varga & Janky, 2019) 등이 있다. 본 연구에서는 Mulligan, C., Scott, J. Z., Warren, S., & Rangaswami, J.,(2018)가 제안 한 방법(이하 Mulligan Tree)을 사용한다. Mulligan Tree는 비즈니스에 블록체인 기술의 도입 의사결정을 11가지 질문으로 해결한다. 첫째, 블록체인 기술의 사용이 불필요한 상황, 둘째, 반드시 필요하지 않지만 솔루션은 있는 상황, 셋째, 현 시점에서 적용하기엔 연구가 필요한 상황, 넷째, 반드시 필요한 상황으로 나누어 진단한다. 마지막에는 퍼블릭 블록체인과 프라이빗 블록체인을 선택할 수 있는 기준을 제시한다. Mulligan Tree를 도식화하면 [그림 3-70]과 같다.



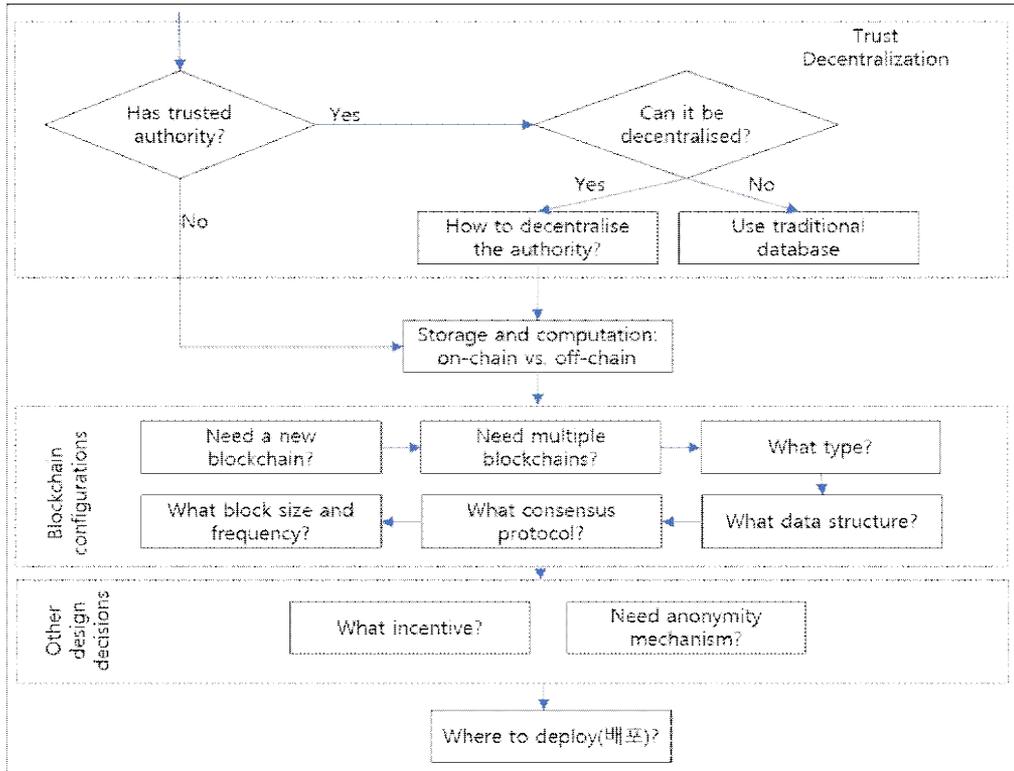
[그림 3-70] 블록체인 플랫폼 선택 의사결정 트리

출처: Mulligan, Scott, Warren, & Rangaswami, (2018)수정

본 연구에서도 퍼블릭 블록체인인 이더리움 블록체인 플랫폼과 프라이빗 블록체인인 하이퍼레저 패브릭에 대해 기술하였고, Mulligan Tree를 사용하여 의사결정을 하였다. [그림 3-70]의 ①~②단계를 질문을 검토한 결과 프라이빗 블록체인이 더 적합하다는 결론이 도출되었다. 또한 금창섭(2018)은 동일 조건으로 이더리움과 하이퍼레저 패브릭 블록체인 시스템을 설계하여 시뮬레이션 해본 결과, 변경용이성(modifiability) 측면에서는, 하이퍼레저 패브릭는 모듈 간의 상호 참조는 발생하지 않았으나 레이어 원칙을 위배(violation)한 사용 관계가 6건 발생하였다. 반면에 이더리움은 상호 참조가 4건 발생하였고 레이어 원칙을 위배한 사용 건수가 126건 발생하였다. 이는 이더리움 아키텍처가 매우 복잡하다는 것을 의미한다. 따라서 신규 기능 추가와 변경이 많은 경우 하이퍼레저 패브릭이 이더리움보다 유리하다(금창섭, 2018). Mulligan Tree의 결과와 금창섭(2018)의 연구 결과에 따라 본 연구에서는 하이퍼레저 패브릭 플랫폼을 기반으로 블록체인 아키텍처를 설계하였다.

3.4.6.3. 블록체인 기반 아키텍처 설계 프로세스와 의사결정 요인

텍사노미(Taxonomy)는 복잡한 전사 시스템을 디자인할 때, 소프트웨어 시스템의 아키텍처를 설계하는 과정에서 유용하게 사용될 수 있다(Gorton, Ian, Klein, John, Nurgaliev, Albert, 2015). 블록체인 기술을 기반으로 한 개념 모델 시스템의 아키텍처를 설계할 때도 역시 유용하다. Xu, Xiwei 외 7인(2017)은 텍사노미를 활용하여 블록체인 기반 시스템 디자인 프로세스를 [그림 3-71]과 같이 작성하였다(Xu, Xiwei, 2017).



[그림 3-71] 블록체인 기반 시스템 디자인 프로세스

출처: Xu, Xiwei. (2017)

프로세스 구성의 출발점은 분권화에 대한 의사 결정자의 신뢰이다. 분권화를 신뢰할 수 있으면 블록체인 프로세스를 진행하고 그렇지 않으면 기존의 시스템을 활용하라는 것이다. 다음 단계로 완전한 분권화를 할 것인지, 부분적인 분권화를 할 것인지 결정하여야 한다. 저장과 연산은 블록 내에서 할 것인지 블록 외부의 자원을 일부 활용할 것인지 결정한다. 블록체인은 완전한 분권화를 전제로 시스템을 설계한다. 완전한 분권화와 부분적 분권화에 대한 장단점을 정리하면 [표 3-61]과 같다.

비용과 성과 측면에서는 중앙집중식 시스템이 우세하고, 완전 분권화 시스템은 블록체인 고유의 속성에 충실하므로 블록체인의 장점을 모두 가진다. 부분 분권화 및 부분 집중식 시스템은 양자의 장점을 가지는 동시에 단점에도 노출된다.

[표 3-61] 블록체인 시스템 디자인과 분권화 의사결정 요인

Design Decision	Option	Impact		
		Fundamental properties	Cost efficiency	Performance
Fully Centralised	Services with a single provider (e.g., governments, courts)	⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕
	Services with alternative providers (e.g., banking, online payments, cloud services)			
Partially Centralised & Partially Decentralised	Permissioned blockchain with permissions for fine-grained operations on the transaction level (e.g., permission to create assets)	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
	Permissioned blockchain with permissioned miners (write), but permission-less normal nodes (read)			
Fully Decentralised	Permission-less blockchain	⊕⊕⊕	⊕	⊕
Verifier	Single verifier trusted by the network (external verifier signs valid transactions; internal verifier uses previously-injected external state)	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
	Multi-signature verifier trusted by the network	⊕⊕⊕	⊕	⊕
	Ad hoc verifier trusted by the participants involved	⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕

출처: Xu, Xiwe. (2017)

거래의 정당성 검증에도 중앙집중식은 하나의 검증자 및 관리자 검증시스템을 유지하므로 다수의 검증시스템을 가진 블록체인 시스템 보다 열악하다. 본 연구에서는 부분 분권화 방식을 적용하여 시스템을 설계한다. 출자증권거래는 공제조합의 채권 채무와도 밀접하게 연관되므로 조합원간의 계약은 자유롭게 하되 모든 대차거래 계약과 거래는 공제조합의 통제하에

있어야 하기 때문이다.

또한 블록체인 시스템을 디자인할 때 블록의 저장과 블록의 연산을 체인 내부에서 할 것인지 외부에서 할 것인지 결정이 매우 중요하다. 그러한 의사결정 요인이 공적 블록체인 플랫폼으로 디자인할 것인지 사적 블록체인 플랫폼으로 디자인할 것인지 결정되기 때문이다. 블록체인 시스템 디자인과 저장과 연산장치 의사결정 요인을 [표 3-65]에 제시하였다(Xu, Xiwei, et al, 2017)

[표 3-62] 블록체인 시스템 디자인 의사결정 요인

Design Decision		Option	Impact			
			Fundamental properties	Cost efficiency	Performance	Flexibility
Item data	On-chain	Embedded in transaction (Bitcoin)	⊕⊕⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕
		Embedded in transaction (Public Ethereum)	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕⊕⊕	⊕	⊕⊕⊕
		Smart contract variable (Public Ethereum)	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕
		Smart contract log event (Public ethereum)	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
	Off-chain	Private / Third party cloud	⊕	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕⊕⊕
		Peer-to-Peer system	⊕	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕⊕	⊕⊕⊕
Item collection	On-chain	Smart contract	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕⊕⊕	⊕
		Separate chain	⊕⊕⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕⊕⊕
Computation	On-chain	Transaction constraints	⊕⊕⊕⊕	⊕	⊕	⊕
		Smart contract				
	Off-chain	Private / Third party cloud	⊕	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕⊕⊕	⊕⊕⊕⊕

출처: Xu, Xiwei. (2017)

[표 3-62]에서 보듯이 거래의 신뢰성 측면에서 볼 때, 거래의 저장과 거래 검증 시스템이 블록체인 내부에 있을 때 가장 강하다. 비용의 효율성과 성과 및 시스템의 유연성 측면에서 볼 때 거래의 저장과 거래 검증시스템이

블록체인 외부에 있을 때 더 유리하다. 본 연구에서는 거래의 저장과 검증시스템을 블록체인 외부에 두기로 한다. 출자증권 대차거래는 조합원의 소유권과 관련되므로 거래의 신뢰성은 소유권 논리를 블록 헤더에 두어 신뢰성을 높이고 계약과 트랜잭션은 체인코드로 신뢰성을 높이므로 거래데이터의 저장은 블록체인 외부에 두어소 통제를 강화하는 방향으로 설계한다.

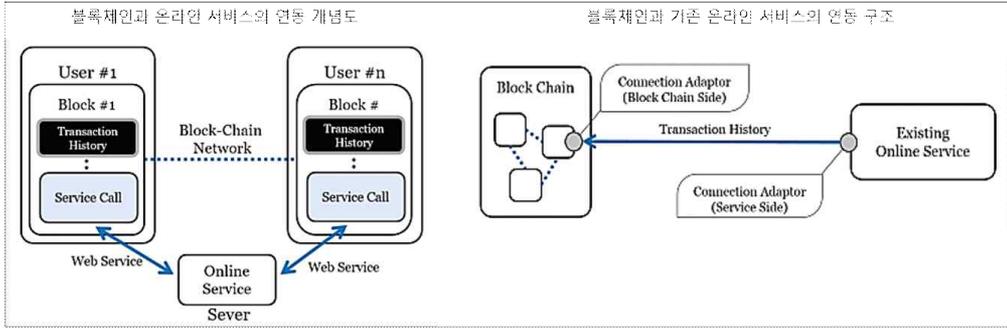
3.5. 제안시스템과 기존시스템의 연동 방안

3.5.1. 기존시스템 활용 범위

공제조합 조합원을 대상으로 출자증권 대차거래를 하므로 기존시스템을 활용하면 많은 시간과 노력을 절감할 수 있다. [그림 3-75]와 같이 출자증권관리 시스템, 조합원 신원관리시스템, 보증 용자한도 시스템, 초과 출자증권 계산 시스템, 신용평가 시스템을 활용하여야 한다. 기존시스템을 활용하기 위해서는 제안시스템과 기존시스템을 연동하여야 한다.

3.5.2. 제안시스템과 기존 온라인서비스 연동 방안

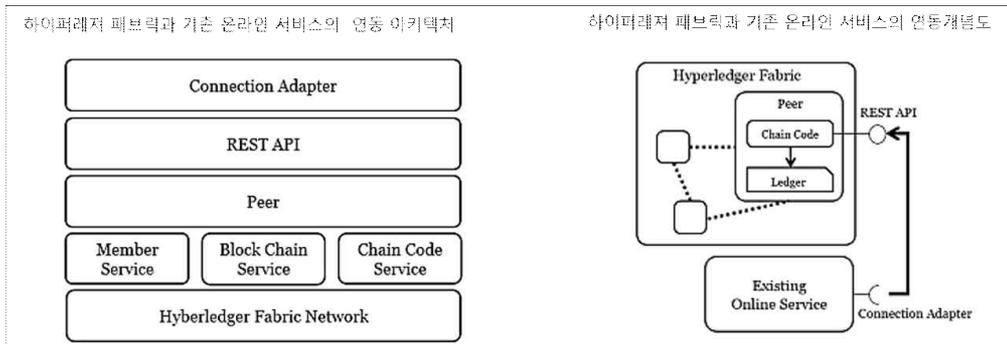
출자증권 관리시스템은 이미 기간제로 작동하고 있다. 블록체인 대차거래 시스템과 기존시스템을 연동시키기 위한 방안이 마련되어야 하는데 이는 [그림 3-72]와 같이 제안 시스템의 블록체인 네트워크와 기존시스템의 온라인 서비스 서버를 web을 통해 연결하는 방법을 사용한다. 각 사용자는 서비스 콜(Service Call)을 통해 블록체인 서비스를 이용할 수 있다. 데이터의 생성과 검색 및 저장은 설명한 바와 같이 블록체인 서비스를 활용한다.



[그림 3-72] 블록체인과 기존 온라인 서비스와 연동

출처: 김철진. (2019) 재구성

서비스 콜은 온라인 서비스에서 제공하는 웹 서비스 API를 이용하여 접근하고, 분산 저장되는 거래 데이터는 일관성을 유지하기 위해 증명 작업(Proof of Work)을 거쳐 블록을 확정는데, 블록 들 간의 불일치 문제가 발생하면 거래에 대한 변조로 판단하여 거래를 롤백(rollback) 시킨다(김철진, 2019).



[그림 3-73] 하이퍼레저 패브릭과 기존 온라인 서비스와 연동

출처: 김철진. (2019) 재구성

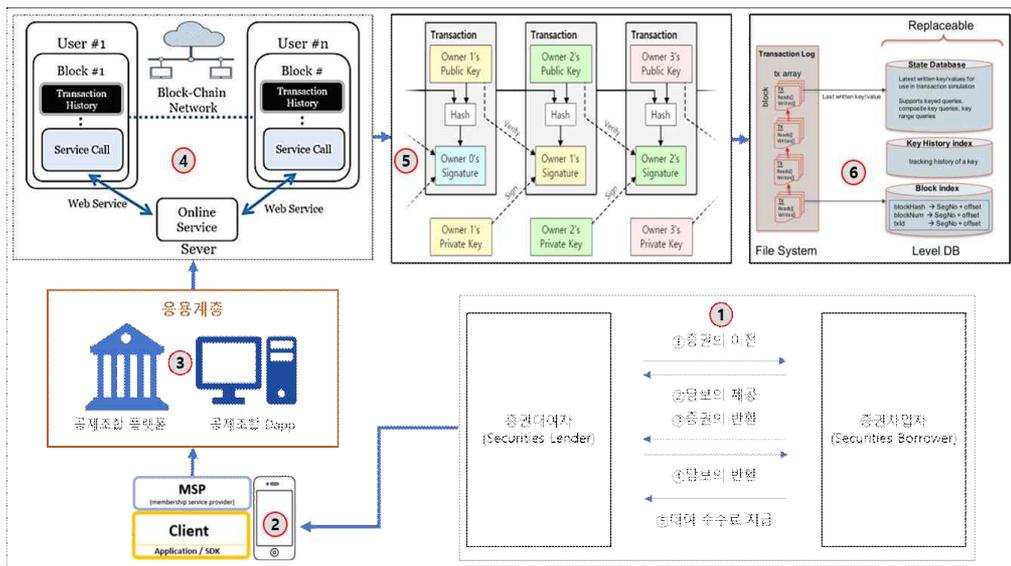
이러한 방법은 기존 서비스들이 제공되는 온라인 거래정보들은 커넥션 어댑터(Connection Adaptor)를 통해 블록체인 플랫폼으로 전송할 수 있도록 하여, 기존 온라인 서비스의 안정성을 훼손하지 않고 신규 블록체인 서비스와 연동을 가능하게 하고, 쉽게 블록체인 서비스로의 전환이 가능하게 한다.

커넥션 어댑터는 블록체인 서비스와 온라인 서비스 양쪽에서 제공한다. 블록체인 서비스의 어댑터는 스마트 거래(Smart Contract)나 에이젠트 (Agent), REST API를 이용하며, 온라인 서비스 측면에서 어댑터는 웹 서비스 API를 이용하여 연동할 수 있도록 한다(김철진, 2019). 온라인 서비스와 하이퍼레저 패브릭 연동 아키텍처에서 커넥션 어댑터를 통해 REST API를 호출하는 방안을 도식하면 [그림 3-73]과 같다.

온라인 서비스에서 REST API를 호출하면 피어 내의 하이퍼레저 패브릭 체인코드를 통해 블록체인 원장에 거래 정보를 저장하거나 갱신한다(김철진, 2019).

3.5.3. 제안시스템과 기존 온라인 서비스 연동 아키텍처

블록체인기반 출자증권 대차거래 시스템과 기존 출자증권거래시스템을 연동시킨 최종 아키텍처는 [그림 3-74]과 같다. 실무적으로 신기술의 충격을 최소화하는 방안으로 구성하고, 중장기적으로 기존거래시스템을 순수 블록체인 플랫폼으로 전환시켜야 할 것이다.



[그림 3-74] 제안시스템과 기존 온라인서비스 연동 아키텍처

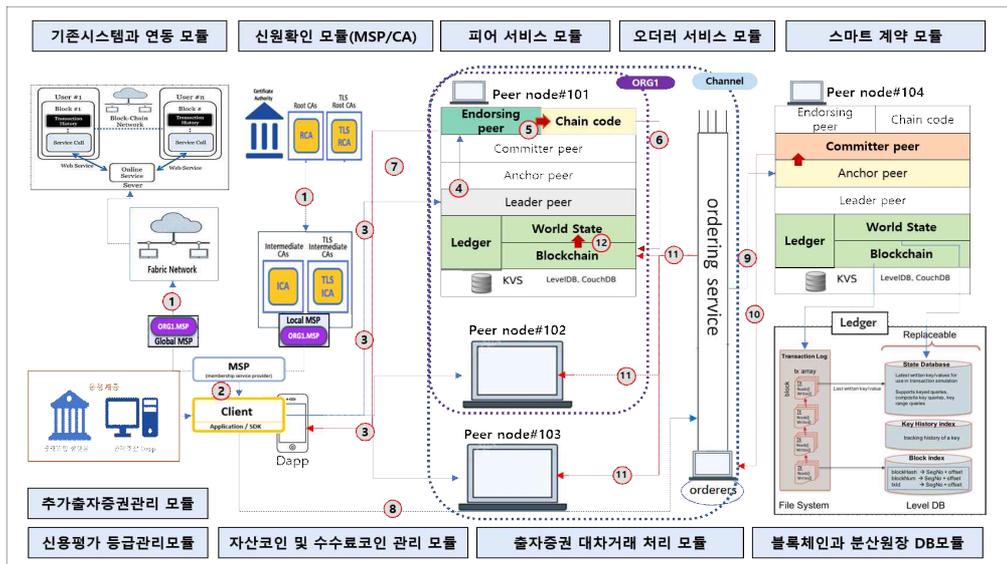
[그림 3-74]에 표시된 순서대로 시스템의 기능을 설명하면, ①증권대여자와 증권차입자가 거래 계약을 체결한다. ②공제조합 조합원의 PC나 모바일 기기로 ③공제조합이 만든 거래 플랫폼에 스마트폰 앱으로 접속하고 ④거래를 한다. 이하는 서버에서 작동되므로 클라이언트는 인식하지 못한다. ④블록체인 기술이 작동되는 네트워크에 접속된다. ⑤각 거래는 블록에 암호화되어 기록되고, ⑥각 블록과 계정 및 암호키가 저장소에 체인으로 연결되어 저장된다.

3.6. 제안시스템의 아키텍처 구조 및 수용성 제고 방안

3.6.1. 제안시스템 구조와 구성 모듈

3.6.1.1. 제안시스템 아키텍처 구조

본 연구에서 제안하는 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 아키텍처는 [그림 3-78]과 같다.



[그림 3-75] 제안시스템 아키텍처 구조

블록체인 플랫폼은 하이퍼레저 패브릭을 사용하였고, 아키텍처 방법론중 모듈형을 택하였다. 비즈니스 아키텍처에서 연구한 8개 모듈과 블록체인에 특화된 모듈 2개 및 기존 시스템과 연동모듈 1개를 포함한 총 11개의 하위모듈로 구성하였다. 비즈니스 모듈에 관한 사항은 3.3.2절에서 논의하였고 또한 [그림 3-52]와 [표 3-50]에서 논의하였으며, 블록체인 및 하이퍼레저 패브릭관련 모듈은 3.4절에서 논의하였고, 기존시스템과 연동 모듈에 대해서는 3.5에서 충분히 논의하였다. 아래에서는 출자증권 소유권 관리 모듈, 출자증권 스마트계약 및 트랜잭션 관리 모듈, 자산 코인 모듈과 수수료 결제 모듈에 대해 논의한다.

3.6.1.2. 출자증권 소유권 관리 모듈

출자증권 소유권 관리란 출자증권의 소유자를 등록된 장부에 소유권 변동 내역을 기록하는 디지털 데이터 관리이다.



[그림 3-76] 출자증권 소유권 관리 모듈

공제조합의 출자증권은 아직 종이에 인쇄된 실물을 거래한다. 미래에는 디지털 자산으로 대체될 것으로 예상된다. 본 연구에서 제안하는 출자증권 거래 플랫폼에서는 실물을 거래 할수 없다. 플랫폼의 생명이 디지털 데이터와 디지털 트랜잭션이기 때문이다. 출자증권을 블록체인 기반 디지털 자산으로 대체하고 스마트 계약에 따라 거래를 한다. 블록체인기반 출자증권 관리 모듈은 [그림 3-76]와 같이 디자인 하였다.

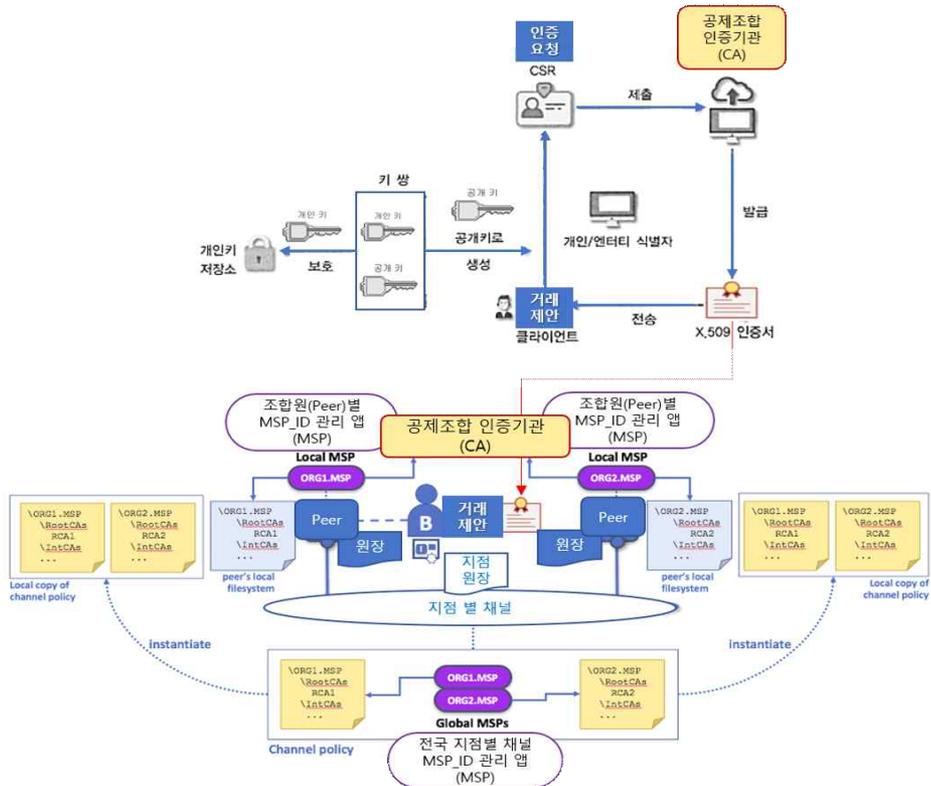
출자증권 소유권 관리 모듈에 중요한 개념은 식별(Identification)과 인증(Authentication) 및 승인(Authorization)이다. 식별이란 이름 또는 다른 식별 코드를 사용해 당사자를 증명하는 것이다. 본 모듈에서는 재산ID와 소유자 ID를 식별 코드로 사용한다. 식별의 목적은 사칭을 방지할 목적으로 사용한다. 인증이란 본인이라고 주장하는 자가 일치하는지 증명하는 것이다. 본 모듈에서는 공개키와 개인키 한 쌍을 발급한다. 승인은 식별된 당사자의 특성에 기대어 특정 자원이나 서비스에 접근하는 것을 허가하는 행위이다.

3.6.1.3. 신원확인(CA와 MSP) 관리 모듈

트랜잭션에 참여하는 사용자를 식별하고 검증하는 역할은 디지털 인증서가 한다. Fabric 접근제어 정책에 따라 그 역할을 MSP가 한다. 신원확인(CA/MSP) 관리 모듈 구성은 [그림 3-77]과 같다.

MSP는 대차거래 플랫폼에 참여한 공제조합의 조합원들이 구성한 네트워크 및 채널(Channel)의 관리 권한이나 접근 권한을 관리한다. MSP는 CA(공제조합 인증기관)가 발급한다. 특정 채널에 피어(조합원)가 참여하고 체인코드(스마트 계약)를 호출하기 위해 필요한 권한을 관리한다. 공개키 구조 기반(PKI)을 사용한다. MSP는 여러 개 생성 가능하며, 로컬 MSP와 글로벌 MSP로 구분한다. 로컬 MSP는 참여 개별 조합원에게 MSP_ID를 발급과 관리를 하고, 글로벌 MSP는 공제조합 네트워크와 전국에 소재한 지점별 채널에게 MSP_ID를 발급하고 관리한다. 각 MSP_ID는 공제조합 인증관리 기구(CA)에서 담당한다. CA는 각 MSP_ID를 가진 조합원의

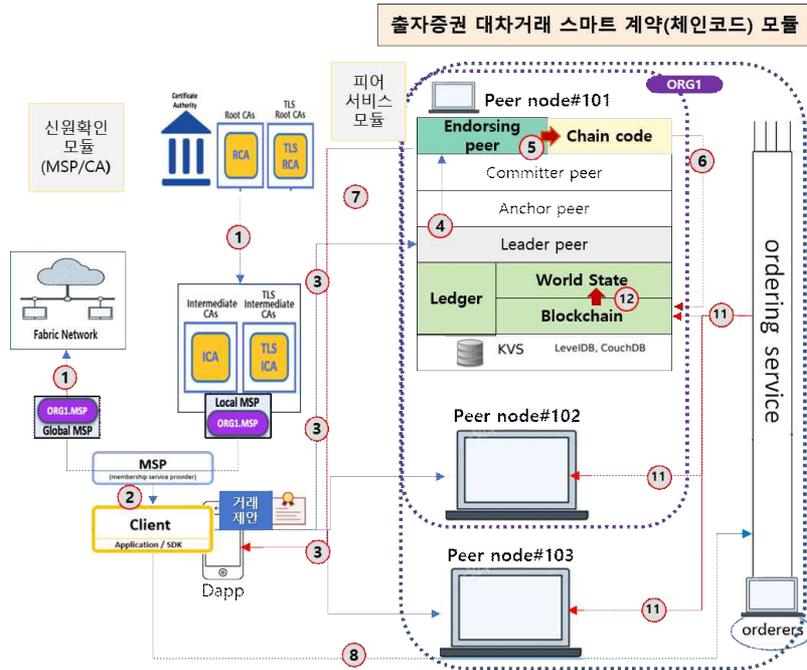
인증요청 (CSR, Certificate Signing Request)에 따라 X.509 인증서를 발급한다. MSP의 구체적인 기능은 ①개별 ID포맷, ②사용자 자격증명의 유효성 검사, ③사용자 자격증명 폐기, ④전자서명 생성 및 검증이다.



[그림 3-77] CA/MSP 관리 모듈

3.6.1.4. 출자증권 스마트 계약과 대차거래 트랜잭션 관리 모듈

하이퍼레저 패브릭에서는 스마트계약의 내용을 체인코드에 코드화하여 실행한다. 체인코드를 호출하는 단계에서부터 블록이 저장되면 수수료가 결제되어 계약이 종료한다. 출자증권 거래 제안에서부터 오더링 단계까지 가 대차거래 트랜잭션 관리 모듈에 해당한다. 출자증권 스마트계약과 대차거래 트랜잭션 관리 모듈은 [그림 3-78]과 같다.

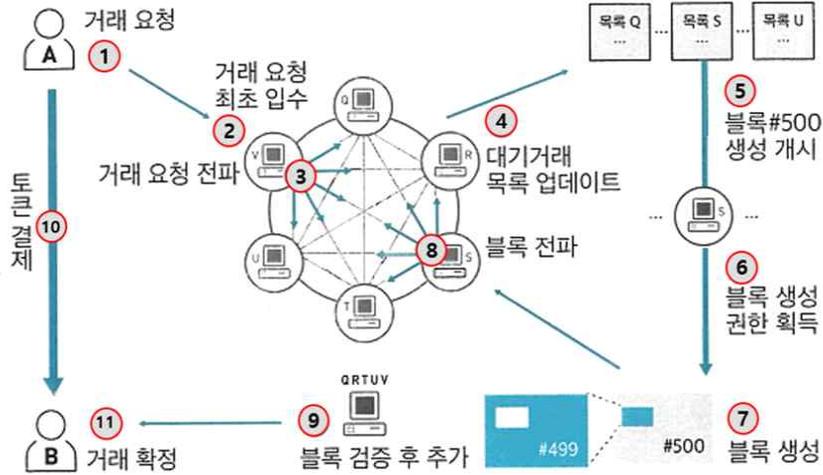


[그림 3-78] 출자증권 스마트 계약 관리 모듈

출자증권 스마트 계약의 처리 프로세스는 [표 3-59]의 하이퍼레저 패브릭 스마트 트랜잭션 실행 순서에 자세히 설명하였다.

3.6.1.5. 수수료 결제 모듈

출자증권의 스마트계약은 ①거래 제안에서부터 블록이 생성되고 블록체인에 정식으로 등록된 다음 [그림 3-82]와 같이 거래 제안자의 토큰 지갑에서 코인이 결제(⑩)되면 종료한다.



[그림 3-79] 수수료 결제 모듈

출처: 이차용. (2019)

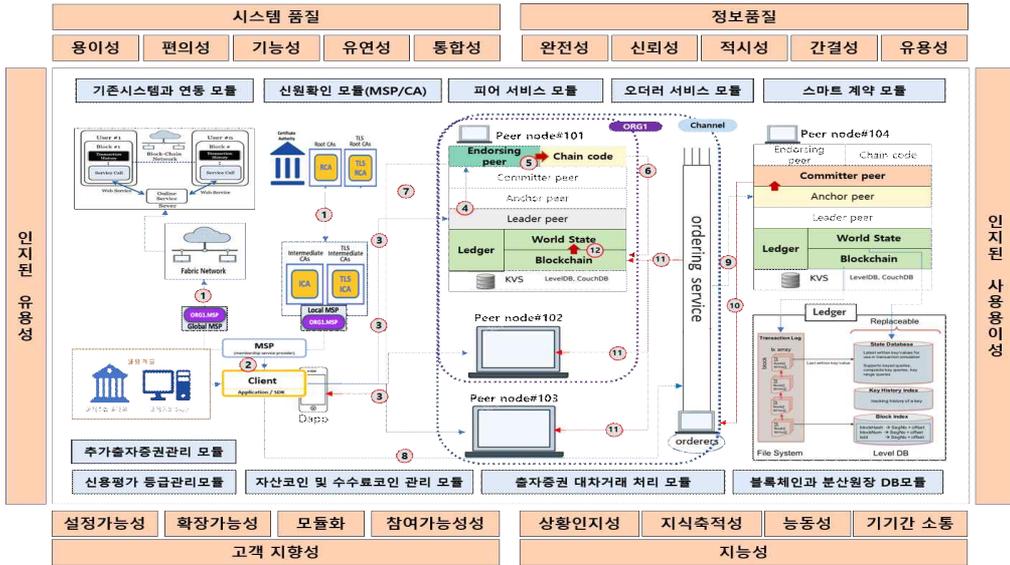
3.6.2. 제안시스템의 수용성 제고 방안

3.6.2.1. 전문가 인터뷰 실시

아무리 훌륭한 시스템이라도 사용자가 수용하지 못하면 실패한다. 본 연구에서는 제안 시스템의 수용성을 높일 수 있는 요소가 있는지 파악하기 위해 널리 알려진 이론 모형과 시스템 특성요인 모형에서 연구변수를 추출하였다. 기술수용모형에서 인지된 유용성과, 인지된 시용용이성을, 스마트시스템의 스마트 특성 모형에서 고객지향성과 지능성을, 마지막으로 정보시스템 성공모형에서 시스템 품질과 정보품질을 도출하고, 이러한 요소들이 제안시스템의 수용에 통계적으로 유의한 영향을 미치는지 잠재 사용자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 만약 이러한 요소들이 수용성에 영향을 미친다면 세부 요소를 정보시스템의 디자인에 적극 반영하는 전략을 수립하였다. 세부 요소 파악을 위해 추가로 전문가 인터뷰를 실시한다.

3.6.2.2. 제안시스템과 연구변수의 결합

실증분석을 하기 위하여 제안시스템과 연구변수를 결합하여 도식화 하면 [그림 3-80]과 같다.



[그림 3-80] 제안시스템과 연구변수의 결합

IV. 제안시스템 수용성 제고를 위한 방법 연구

4.1. 연구 변수 및 가설 도출

4.1.1. 연구 변수의 도출

보증공제조합의 출자증권을 증권 대차거래 목적물로 삼아 거래시스템을 만들기 위한 논의를 하였다. 거래 시스템 수명주기중 서비스 도입 초기에 이용자의 관심을 받지 못한다면 서비스는 실패할 가능성이 높다. 연구목적 시스템의 성공적인 도입 요인을 밝히기 위해 정보시스템 성공모델, 기술수용

모델, 스마트 특성 아키텍처 모델 등을 조사하였다. 정보화 도입/구축과 활용, 성과의 전체 생명주기(lifecycle) 측면에서 비교해보면, 정보시스템 성공 모델은 정보시스템 구축을 위한 경영진의 의지나 정보화 전략등 요소가 없어 초기 정보시스템의 이용의도나 이용(구축) 요인을 설명하기에 부족하다. TAM은 새로운 정보시스템 이용 의도와 이용에 미치는 요인을 분석하기에 충분하지만, 정보시스템 사용이 업무 프로세스 효율화나 정보시스템 성과에 미치는 요인을 분석하기에는 어렵다. 정보시스템 이용의도, 활용, 성과에 미치는 전체 영향을 분석하기 위해서는 정보시스템 이용의도에서 정보시스템 활용으로 비즈니스 가치를 창출하는 IT 성과 영역까지 포괄하는 연구모델이 필요하다. 초기 정보시스템 이용 의도와 이용은 TAM 모델이 더 적합한 것으로 판단되며, 구축 이후 정보시스템 사용으로 인한 사용자 만족도 (업무 프로세스 활용)과 정보시스템 성과는 IS 성공모델이 적합하다고 할수 있다(이홍제, 김종윤, 오법영, & 한경석, 2018). 문헌 연구에서 고찰한 기술 수용모델, 정보시스템 성공 모델, 스마트시스템 아키텍처 모델 등 연구모델을 통합하여, 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템 생명주기 중 아키텍처 설계와 도입 초기에 영향을 주는 성공 요인을 분석하기 위해 [그림 4-81]과 같이 세 가지 모형을 결합하여 연구변수를 선정하였다.



[그림 4-81] 연구변수의 선정

결합된 모델에서 공통적인 변수들은 서로 합치고 정보시스템 도입 초기에 중요하지 않은 것으로 판단한 요인들은 제거하였다. ISSM의 서비스 품질은 서비스의 신속성, 원활한 관계, 서비스의 태도, 서비스의 전문성, 시스템 교육훈련시스템이라는 속을 가지고 있으므로 도입초기에는 중요성이 낮아 제외하였다. SAAM의 사용성은 서비스품질과 유사한 속성이므로 제외하였고, 연결성은 5G 시대에 지극히 당연한 속성이므로 제외하였다. TAM1에서 태도는 선행연구에서와 같이 유의성이 낮은 연구 결과로 인해 제외하였다. 연구모형의 근간은 TAM이고 TAM의 외부변수로 선택된 연구변수는 Delone & Mclean(2003)의 시스템 품질, 정보 품질, 홍유석(2017)의 고객지향성, 지능성이다. 매개변수로는 TAM의 신념변수로 많은 연구에서 유의성이 검증된 Davis, Fred D.(1989)의 인지된 유용성과 인지된 사용용이성을 선택하였다. 연구가설과 연구 모델을 통해 TAM과 ISSM, SAAM의 공통적인 변인들이 종속 변수인 정보시스템 수용의도에 어떤 영향을 미치는지 실증하고자 한다. 연구대상 시스템의 수용의도에 영향을 미치는 요인에 ISSM의 시스템 품질과 정보품질, SAAM의 고객지향성, 지능성, TAM의 신념변수인 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성이 중요한 역할을 할 것으로 판단하였다.

4.1.2. 연구가설의 도출

4.1.2.1. 시스템 품질과 인지된 유용성 및 인지된 사용용이성 간의 관계

시스템 품질은 정보를 처리하는 시스템의 바람직한 특성을 나타낸 것으로 정보 시스템의 유연성, 정보시스템 신뢰성, 정보시스템 사용의 용이성, 정보시스템의 응답시간, 시스템의 적합성 등을 의미한다(이광수, 2012). 선행연구를 통해 충분히 검토된 것을 요약하면, Hamilton & Chervany(1981)은 시스템 품질을 측정하는 항목으로 데이터 현재성, 신뢰성, 데이터 정확성, 완전성, 시스템 유연성, 시스템 사용 용이성 등을 들었으며,

Bailey & Pearson(1983)은 시스템의 유연성, 접근의 편리성, 시스템 통합의 신뢰성, 정보시스템의 응답시간 등을 들었고, Seddon(1997)은 시스템 품질을 측정하는 항목으로 시스템 오류유무, 사용자 인터페이스의 일관성, 사용 용이성, 산출물의 품질, 프로그램 코드의 품질 등을 들었다(이광수, 2012). DeLone & McLean(2003)은 시스템 품질의 개념을 정보시스템의 바람직한 특성으로 정리하였으며, 시스템 품질을 측정하는 항목으로 직관성, 정교화, 시스템 유연성, 시스템의 응답 시간뿐만 아니라 시스템 사용의 용이함, 시스템 융통성, 시스템 신뢰성 등을 들었다(김미숙, 2013). Davis, F. D(1989)는 인지된 유용성 (Perceived Usefulness)을 정보기술시스템을 사용함으로써 자신의 업무성과가 개선될 것이라고 믿는 정도라고 정의하였다. 속성으로는 신속한 업무처리 (work more quickly), 업무성과(job performance) 개선, 성과(productivity) 향상, 질적(quality) 향상, 업무를 쉽게 함(make job easier), 업무에 유용함(useful)이 있다(김기웅, 2017). 또한 인지된 사용 용이성(Perceived Ease of Use)은 정보기술시스템을 사용하는 것이 많은 노력을 필요로 하지 않는다고 믿는 정도라고 정의하고, 그 속성으로는 익히기 쉬움(easy to learn), 이해하기 쉬움(understandable), 능숙해지기(become skillful) 쉬움, 이용하기 쉬움(easy to use), 통제하기 쉬움(controllable), 유연한(flexible) 기능제공 등을 들었다(김기웅, 2017). 시스템 품질과 인지된 유용성의 관계연구로는 Seddon(1997)이 있다. Seddon(1997)은 DeLone & McLean(1992)의 성공모형에서 사용이 가지는 모호성을 지적하고, 사용 대신 인지된 유용성이 보다 적합한 변수라 주장하였다(Seddon, 1997). 정보시스템 성공변수로 시스템 품질, 정보 품질, 인지된 유용성 등을 제시하였다. 전현재(2014), 한병성(2018) 등 선행연구에서도 시스템 품질의 시스템의 지속사용에 유의한 영향이 있다고 강조했다. 본 연구에서도 시스템품질의 속성이 신기술인 블록체인 기반 출자증권 거래시스템의 인지된 유용성과 인지된 사용용이성에 영향을 줄 것이라고 생각한다.

4.1.2.2. 정보 품질과 인지된 유용성 및 인지된 사용 용이성 간의 관계

정보 품질은 정보시스템을 사용하여 얻은 결과인 산출물 즉 정보의 질에 대하여 사용자가 느끼는 만족도를 의미하는 것으로 정보내용의 완전성, 정보의 신뢰성 등을 포함한다(이광수, 2012). Raietal.(2002), Bailey & Pearson(1983), Zmud (1978), DeLone & McLean(1992, 2003), Seddon(1997)등이 대표적인 연구자이다. DeLone & McLean, (1992, 2003)은 정보품질에서는 생산되는 정보가 시스템 활용 목적과 관련성이 있거나 정확성이 있는지를 확인한다. 따라서 정보품질 성과측정에 포함되는 측정요인으로는 정확성이나 정밀성, 적시성, 충족성, 현실성, 이해가능성, 간결성 등을 평가한다. 정보품질 측정은 각각의 시스템에 따라서 측정항목이 달라져야 하며, 이용자가 비즈니스 의사결정에 처했을 때 시스템이 어떻게 지원할 수 있는가를 측정하는 것이라고 볼 수 있다. DeLone & McLean(1992)는 정보품질은 시스템 성능에 대한 품질을 평가하는 것이 아니라 정보시스템의 결과물인 시스템 아웃풋의 품질에 초점을 맞추고 있다. 또한, 이용자의 관점에서 품질이 측정되어야 하고, 연구자의 목적에 적합한 것이어야 하며, 정보품질의 측정은 이용자의 만족 정도가 포함되어야 한다고 연구에서 제시하였다. 장명복 (2000), 주기중(2004), 전현재(2014)등도 정보시스템 지속사용의도에 시스템의 정보품질이 중요한 역할을 한다고 연구결과를 제시했다. 본 연구에서도 정보품질의 속성이 신기술인 블록체인 기반 출자증권 거래시스템의 인지된 유용성과 인지된 사용용이성에 영향을 줄 것이라고 생각한다.

4.1.2.3. 스마트 특성과 인지된 유용성 및 인지된 사용 용이성 간의 관계

최수민(2013)은 향후 기술과 제품의 발전방향을 지배할 패러다임으로 스마트화(smartzation)를 꼽는다. 스마트폰의 폭발적 인기와 함께 대두된 스마트화 열풍은 이제 다양한 제품으로 확대되고 있다. 김덕현(2019)은 스마트 시스템에서 스마트란 외부 개입 없이 자율적으로 활동할 수 있는 역량을 가리킨다고 했고, 스마트 시스템은 센싱, 프로세싱, 액추에이팅,

인터페이스, 커뮤니케이션, 보호 등 기능을 포함한다고 했다(김덕현, 2019). 센싱은 외부환경과 내부환경을 감지하는 기능이다. 프로세싱은 센서로부터 수집된 데이터를 이용해서 새로운 데이터를 만들어 내거나 필요한 조치를 탐색하고 선택하는 기능이며, 액추에이팅은 프로세서의 판단 결과를 받아서 필요한 장치를 가동하는 기능이다. 인터페이스는 시스템 내부 구성요소와 외부 개체 간에 필요한 데이터를 주고받는 기능이고, 커뮤니케이션은 인터페이스를 통한 통신 기능을 가리킨다. 보호는 스마트 시스템 전체가 외부의 물리적, 논리적 공격으로부터 시스템을 보호하는 기능 등을 가리킨다(김덕현, 2019). 이러한 기능은 홍유석(2017)이 제시한 스마트 특성인 사용성, 연결성, 맞춤형, 지능성 등과 씨줄과 날줄로 연결된다. 이들 특성은 블록체인 기술의 5가지 특성인 보안성, 가용성, 신뢰성, 다양성, 경제성 등 과도 일맥상통한다. 센싱과 인터페이스는 사용성과 액추에이팅과 커뮤니케이션은 연결성, 인터페이스와 프로세싱은 맞춤형, 센싱과 프로세싱 및 보호는 지능성과 연결된다. 사용성은 가용성과 연결되고, 맞춤형은 경제성과 다양성에, 신뢰성과 보안성은 지능성과 연결된다. 국제표준화기구(ISO)의 정의에 따르면, 사용성은 그 제품을 사용함에 ① 사용자의 목적을 효과적으로 달성했는지, ② 효율적으로 달성했는지, ③ 사용과정에서 만족스러웠는지 여부로 결정된다. 사용성은 직관성, 맥락성, 연속성이 속성이다. 인터페이스의 특성이다. 시스템 아키텍처 수준에서는 이러한 기능을 활용할 수 없어 연구에서 제외하였다. 연결성(connectivity)은 사람과 사람, 제품과 제품, 나아가 나를 둘러싼 모든 것을 실시간으로 연결함으로써 새로운 가치를 창출하는 스마트시스템의 성질이다. 5G 시대에 스마트시스템이 성공하기 위해서 갖추어야 할 가장 기본적인 기능이다. 하드웨어적인 특성이므로 시제품이 없는 상황에서 검증하기 힘든 부분이므로 연구에서 제외하였다. 맞춤형과 지능성은 소프트웨어 요소가 강하고 유사 시스템에서도 활용하고 있으므로 설문자의 이해가 가능하다는 판단하에 본 연구에 포함하였다. 홍유석 (2017)에 따르면, 맞춤형은 사용자의 요구사항에 따라 다양한 기능을 제공하여 고객지향성(customization)을 가능하게 하는 능력이고, 설정가능성과 확장가능성, 참여가능성을 속성으로 한다. Kwon,

You, & Lee(2020)는 지능성을 사용자의 소비패턴을 정확하게 예측하는 솔루션으로 정의했고, 홍유석 (2017)은 그 속성으로 상황 인지성, 지식축적성, 능동성을 제시했다. Kwon, You, & Lee, (2020)는 스마트 특성이 블록체인시스템의 수용의도에 미치는 영향 연구에서 스마트 특성이 기술수용모형의 신념변수에 영향을 미치는 것으로 확인 했으며, 김정석(2016), 박정홍(2018), 이다정, 권광현(2020)은 블록체인 특성이 신념변수에 영향을 미치는 것을 확인했다. 기술수용모델의 신념변수를 연구변수로 활용한 블록체인 기반 시스템의 종류를 볼 때, Kwon, You, & Lee(2020)가 증권거래 시스템을, 한영주(2020)가 미디어 플랫폼을 김성영, 안승범(2018)이 물류, 이다정, 권광현(2020)은 회계시스템을 각각 활용 했다. 본 연구에서도 스마트 특성중 맞춤형과 지능성이 블록체인 기반의 스마트 시스템의 인지된 유용성과 인지된 사용용이성에 영향을 줄 것이라고 생각한다.

4.1.2.4. 연구가설의 설정

이론적 배경과 선행연구의 검토 결과에 따른 연구 가설은 [표 4-63]와 같다.

[표 4-63] 연구 가설

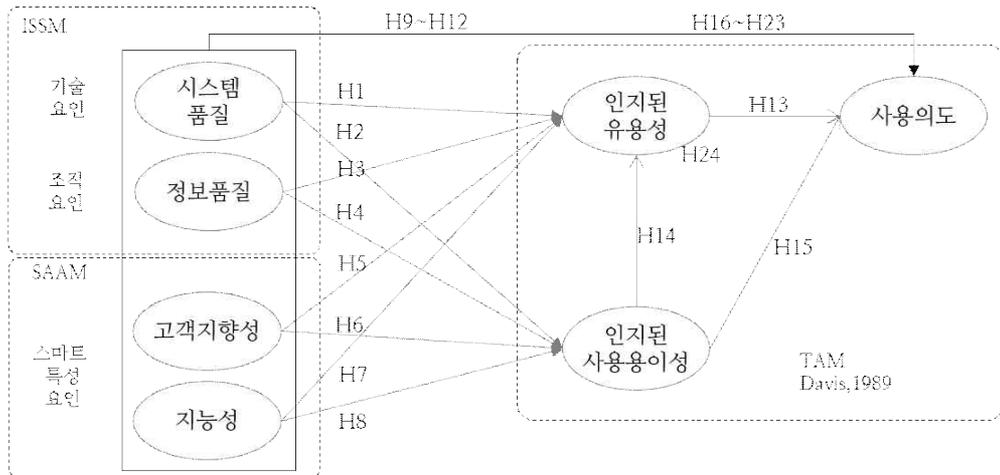
관계[경로]		연구가설
시스템품질	인지된 유용성	[H1] 시스템 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 인지된 유용성에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
정보품질		[H2] 정보 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 인지된 유용성에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
고객지향성		[H3] 고객지향성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 인지된 유용성에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
지능성		[H4] 지능성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 인지된 유용성에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
시스템품질	인지된	[H5] 시스템 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래

			시스템의 인지된 사용 용이성에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
정보품질	사용 용이성		[H6] 정보 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 인지된 사용 용이성에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
고객지향성			[H7] 고객지향성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 인지된 사용 용이성에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
지능성			[H8] 지능성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 인지된 사용 용이성에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
시스템품질	사용의도		[H9] 시스템 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 사용 의도에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
정보품질			[H10] 정보 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 사용의도에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
고객지향성			[H11] 고객지향성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 사용 의도에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
지능성			[H12] 지능성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 사용 의도에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
인지된 유용성			[H13] 인지된 유용성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 사용 의도에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
인지된사용 용이성	인지된 유용성		[H14] 인지된 사용 용이성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 인지된 유용성에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
인지된사용 용이성	사용의도		[H15] 인지된 사용 용이성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 사용 의도에 통계적으로 유의한 영향을 미칠 것이다.
인지된 사용 용이성	인지된 유용성	사용의도	[H24] 인지된 유용성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 이용에 인지된 사용 용이성과 사용 의도의 관계를 매개할 것이다.
시스템 품질			[H16] 시스템 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 이용에 인지된 유용성과 사용 의도의 관계를 매개할 것이다.
정보 품질			[H17] 정보 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 이용에 인지된 유용성과 사용 의도의 관계를 매개할 것이다.
고객 지향성			[H18] 고객지향성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 이용에 인지된 유용성과 사용 의도의 관계를 매개할 것이다.
지능성			[H19] 지능성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 이용에 인지된 유용성과 사용 의도의 관계를 매개할 것이다.

시스템 품질	인지된 사용 용이성	[H20] 시스템 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 이용에 인지된 사용 용이성과 사용 의도의 관계를 매개할 것이다.
정보 품질		[H21] 정보 품질은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 이용에 인지된 사용 용이성과 사용 의도의 관계를 매개할 것이다.
고객 지향성		[H22] 고객지향성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 이용에 인지된 사용 용이성과 사용 의도의 관계를 매개할 것이다.
지능성		[H23] 지능성은 블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템의 이용에 인지된 사용 용이성과 사용 의도의 관계를 매개할 것이다.

4.2. 연구 모형

연구변수와 연구가설에 따른 연구모형은 [그림 4-82]와 같다.



[그림 4-82] 연구모형

4.3. 연구 변수의 조작적 정의 및 설문지 구성

4.3.1. 변수의 조작적 정의

연구모형을 구성하는 7개의 잠재변수가 있다. 잠재변수의 조작적 정의에 따라 이들을 측정 가능한 형태로 변환시키는 측정변수 선정 작업을

수행하였다. 본 연구에서는 30개의 기능에 대해 기존의 사례와 연구로부터 측정변수를 추출하였다. 선행 연구에서 사용한 척도를 바탕으로 본 연구의 목적에 맞게 수정하고 보완하여 사용하였다. 연구모형을 구성하는 잠재변수에 대한 조작적 정의 및 측정변수는 [표 4-64]와 같다.

[표 4-64] 잠재변수의 조작적정의 및 측정변수

구분	잠재변수	조작적 정의	측정변수	원천 연구	
독립변수	시스템 품질 [SQ]	시스템 품질은 정보를 생산하는 시스템의 바람직한 특성을 의미	SQ1	습득의 용이성	Delone & McLean (2003)
			SQ2	접근의 편의성	
			SQ3	시스템 기능성	
			SQ4	시스템 유연성	
			SQ5	시스템 통합성	
	정보품질 [IQ]	시스템을 사용하여 얻은 결과인 산출물인 정보의 질에 대하여 사용자 가 느끼는 만족도를 의미	IQ1	정보의 완전성	DeLone & McLean (2003)
			IQ2	정보의 신뢰성	
			IQ3	정보의 적시성	
			IQ4	정보의 간결성	
			IQ5	정보의 유용성	
	고객 지향성 [CM]	사용자의 요구사항에 따라 다양한 기능을 제공하여 개인맞춤화(customization)를 가능하게 하는 능력	CM1	설정가능성	홍유석. (2017), Kwon, B.T., You, Y.Y., & Lee, S.K. (2020)
			CM2	확장가능성	
			CM3	모듈화	
			CM4	참여가능성	
	지능성 [INT]	축적된 데이터를 활용하여 능동적으로 사용자의 소비패턴을 정확하게 예측하는 능력	INT1	상황(맥락) 인지성	홍유석. (2017), Kwon, B.T., You, Y.Y., & Lee, S.K. (2020)
			INT2	지식 축적성	
INT3			능동성		
INT4			기기 간 소통		
매개변수	인지된 유용성	정보기술 시스템을 사용하면 자신의 업무 성과가 개선될 것이라고	PU1	신속한 업무처리	Davis et al. (1989)

	[PU]	믿는 정도	PU2	생산성 향상	Davis et al. (1989)
			PU3	업무에 유용함	
			PU4	업무성과 개선	
	인지된 사용용이성 [PEU]	정보기술시스템을 업무에 활용할 때 많은 시간과 노력이 필요하지 않다고 믿는 정도.	PEU1	익히기 쉬움	Davis et al. (1989)
			PEU2	이해하기 쉬움	
			PEU3	기능 숙달 쉬움	
			PEU4	통제하기 쉬움	
	종속변수	사용의도 [IU]	사용자가 실제 거래에 시스템을 이용할 의도나 계획의 정도	IU1	계속 이용할 의사
IU2				나에게 유익함	
IU3				이용권유의사	
IU4				업무에서 이용할 의사	

4.3.2. 설문지 구성

본 연구를 위한 조사 도구로는 설문지를 사용하였으며 설문지의 모든 문항들은 연구의 목적에 부합되는 이론에 근거하여 구성되었다. 설문항목들은 모두 Likert 5점 척도로 구성하였으며 설문 내용은 [표 4-65]와 같다. 설문지의 구성은 크게 인구통계학적 특성변수 8개 문항, 독립변수인 시스템 품질 5개 문항, 정보품질 5개 문항, 고객지향성 4개 문항, 지능성 4개 문항, 매개변수인 인지된 유용성 4개 문항, 인지된 사용용이성 4개 문항, 종속변수인 사용 의도 4문항으로 총 38문항으로 구성되었다.

[표 4-65] 설문항목 구성

변수	문항	척도	설문 항목
일반사항	8	명목	응답자의 성별
			회사의 건설업 보유 면허
			회사가 보유한 건설관련 공제조합의 출자증권 좌 수

독립 변수	시스 템 품 질	5	5 점 척도	회사가 건설업종에 종사한 기간	
				회사의 임직원 수	
				회사의 년도 별 평균 매출액	
				응답자의 회사내 직위	
				응답자의 회사내 주요 근무부서	
	정 보 품 질	5		습득의 용이성	시스템 사용방법이 용이하다 .
				접근의 편의성	접근하기가 쉽다
				시스템 기능성	업무처리를 위한 기능이 다양하다.
				시스템 유연성	업무에 적용이 쉽다.
				시스템 통합성	통합이 용이하다.
	고 객 지 향 성	4		정보의 완전성	시스템 정보는 완전하다.
				정보의 신뢰성	제공되는 정보는 신뢰할 수 있다.
				정보의 적시성	정보는 적시에 제공된다
				정보의 간결성	제공되는 정보는 간결하고 명확하다.
	지 능 성	4		정보의 유용성	시스템의 정보는 유용하다.
설정가능성			기능을 제공하여 사용자의 요구 사항에 맞게 선택하여 사용할 수 있다		
확장가능성			제품의 호환을 통하여 서비스/제품 기능의 확장이 가능하다		
모듈화			다양한 모듈을 제공하여 서비스/제품 기능의 확장이 가능하다		
		참여가능성	사용자 및 제3자의 참여를 통해 서비스/제품 기능의 다양성 확보가 가능하다		
		상황(맥락) 인지성	사용자와 서비스/제품과 소통하여 사용환경의 맥락을 파악할 수 있다		
		지식 축적성	시간에 따라 축적된 데이터를 통한 패턴 분석이 가능하다		
		능동성	사용자의 의도나 행위를 미리 파악하여 대응할 수 있는가		
			기기 간 소통	다른 스마트 제품과의 통신 및 결합을	

				통해 확장된 서비스를 제공한다
매개 변수	인지된 유용성	4	신속한 업무처리	시스템은 신속한 업무처리가 가능하게 한다
			생산성 향상	시스템은 생산성 향상에 도움이 된다
			업무에 유용함	시스템은 업무에 유용하게 활용한다.
			업무성과 개선	시스템은 업무성과 개선에 도움이 된다.
	인지된 사용용이성	4	익히기 쉬움	시스템의 사용법은 쉽게 배울 수 있다
			이해하기 쉬움	시스템은 사용할 때 기능을 쉽게 이해할 수 있다.
			기능 숙달 쉬움	시스템은 사용자가 빠른 시간에 숙달할 수 있다
			통제하기 쉬움	시스템 기능은 사용자가 사용하기 쉬운 구조이다
종속 변수	사용의 도	4	계속 이용할 의사	나는 시스템을 계속 사용한다.
			나에게 유익함	시스템의 활용이 나에게 유익하다
			이용권유의사	나는 주위 사람들과 동료들에게 시스템 사용을 적극적으로 권유한다
			업무에서 이용할 의사	나는 업무에 시스템을 이용할 의사가 있다.

4.4. 연구 대상과 자료 수집

본 연구는 전국에 소재한 건설공제조합과 전문건설공제조합에 출자하고 있는 건설업체에서 근무하고 있는 임직원들을 대상으로 실시하였다. 표본선정방법은 비확률 표본추출법(non-probability sampling method) 중 편의표본추출법(convenience sampling)을 사용하였다. 설문지 회수율을 높이기 위해 우편 설문과 이메일을 통한 설문을 병행 실시하였다. 설문지 배포 및 회수는 3월 1일부터 5월 30일에 걸쳐 실시하였고, 총 1000부를 배포하여 750부를 회수하였다. 검증작업을 거쳐 720개의 표본을 최종 유효 표본으로 사용하였다.

4.5. 분석 방법

조사된 자료를 분석하기 위하여 분석 도구는 통계 패키지인 SPSS 23.0과 AMOS 22.0을 활용하여 분석하였다. 수집된 자료의 전체 표본의 질적 척도인 인구통계 특성을 파악하기 위해 응답자에 대한 빈도분석(frequency analysis)을 실시하였다. 양적 척도의 이상치와 정규성 검토를 위해 기술적(descriptives)분석과 콜모고로브 스미노브 (Kolmogorov-Smirnov) 검증을 실시하였다. 변수간 선형관계를 파악하기 위해 것으로 피어슨 상관분석(Pearsons correlation analysis)을 실시하였다. 다중공선성(multi-collinearity)은 공차(tolerance)와 분산팽창요인(variance inflation factor; VIF)으로 평가하였다. 측정도구의 타당도와 신뢰도 분석을 위해 탐색적 요인분석(Exploratory Factor Analysis;EFA)과 신뢰도 분석(Reliability Analysis)을 실시하고 조건에 부합하지 않는 설문 항목을 제외하였다. 본 연구는 구조방정식 모델(Structural Equation Modeling, SEM)을 사용하여 모형과 가설들을 검증하였다. SEM은 다수의 방정식과 행렬을 통해 변수들간의 인과관계 및 상관관계를 검증하기 위한 통계기법으로 확인적 연구를 바탕으로 한 가설검정에 강력한 기법이다(우종필,2012). 구조방정식 모형의 검증은 측정모형과 연구(구조)모형으로 나누어 검증하는 2단계적 접근방법을 이용하였다(Anderson & Gerbing, 1988, 최장호, 2018). 먼저, 측정모형의 적성성을 검증하기 위해 확인적 요인분석 (Confirmatory factor analysis, CFA)을 실시하였고, 다음으로, 연구(구조)모형은 최대우도 추정법(Maximum Likelihood Estimation: MLE)을 사용하여 적합도를 분석하였다. 확인적 요인분석에서 개념변수 간 집중타당성과 판별타당성을 검증하였으며, 구조모형 적합도 검증에서는 적합도지수를 검증하였다. 매개효과는 AMOS에서 제공하는 부스트랩(bootstrap)방식과 소벨검증(Sobel's test)을 사용하였다.

V. 제안시스템 수용성 제고를 위한 실증분석

5.1. 질적자료의 통계적 특성

질적자료의 통계적 특성을 파악하기 위해 빈도분석을 실시하였다. 본 연구의 표본으로 선정된 응답자는 720명이며, 빈도분석으로 나타난 인구통계적 특성은 다음과 같다. 성별은 남성(n=636, 88.3%)이 여성(n=84, 11.7%)보다 많은 것으로 파악되었다. 건설업보유면허는 전문건설업(n=440, 61.1%)이 일반전문 겸업(n=208, 38.9%)보다 많았고, 보유 출자 좌수는 100좌 미만(n=266, 36.9%)이 가장 많았고, 200좌 미만(148, 20.6%), 300좌 미만(119, 16.5%), 400좌 미만(107, 14.9%), 400좌 이상(80, 11.1%)순이었다. 회사의 건설업에 종사한 년(업력)수는 20년 미만(336, 46.7%)이 가장 많았고, 10년미만(290, 40.3), 20년 이상(94, 13.1%) 순이었다. 회사의 종업원 수(현장 근무자 포함)는 100인 미만(336, 46.7%)이 가장 많았고, 20인 미만(169, 23.5%)이 다음 순이었으며, 50인 미만(121, 16.8%), 300인 미만(75, 10.4%), 301인 이상(19, 2.6%)순이었다. 매출 규모는 50억 미만(280, 38.9%)이 가장 많았고, 100억미만(140, 19.4%), 200억 미만(107, 14.9%),과 300억 미만(107, 14.9%)이 동일하고, 400억 이상(86, 11.9%) 순이었다. 회사 내 직책을 보면, 대리 이하(354, 49.2%)가 가장 많았고, 부장 이하(163, 22.6%), 과장 이하(160, 22.2%), 임원 이상(43, 6.0%)순 이었다. 근무 주요 부서로는 건축계열(268, 37.2%)이 가장 많았고, 토목계열(207, 28.7%), 행정관리(216, 30.0%), 현장 및 기타(29, 4.0%) 순 이었다. 표본의 특성은 [표 5-66]에서 제시한 바와 같다.

[표 5-66] 표본의 인구통계 특성

구분		사례수	비율(%)
전체		720	100
성별	남성	636	88.3

	여성	84	11.7
보유 건설업면허	전문면허	440	61.1
	일반전문겸업	280	38.9
보유 출자좌수	100좌미만	266	36.9
	100좌 이상200좌 미만	148	20.6
	200좌 이상300좌 미만	119	16.5
	300좌 이상400좌 미만	107	14.9
	400좌 이상	80	11.1
회사건설업 종사년수	10년 미만	290	40.3
	10년 이상 20년 미만	336	46.7
	20년 이상	94	13.1
현장포함 종업원수	20인 미만	169	23.5
	20인 이상 50인 미만	121	16.8
	51인 이상 100인 미만	336	46.7
	101인 이상 300인 미만	75	10.4
	301인 이상	19	2.6
매출규모	50억 미만	280	38.9
	100억 미만	140	19.4
	200억 미만	107	14.9
	300억 미만	107	14.9
	400억 이상	86	11.9
회사내 직책	대리 이하	354	49.2
	과장 이하	160	22.2
	부장 이하	163	22.6
	임원 이상	43	6.0
근무 주요부서	토목계열	207	28.7
	건축계열	268	37.2
	행정관리	216	30.0
	현장 및 기타	29	4.0

5.2. 양적자료의 통계적 특성

양적자료의 통계적 특성과 자료의 이상치 및 정규성 검토를 위해 기술통계를 실시하였다. 정규분포(normal distribution)에서는 평균치가 최빈치 및 중앙치와 일치하고, 좌우대칭이며, 종을 얹어 놓은 모양이다.

왜도는 자료 분포의 좌우대칭 정도를 의미하는데, 단봉분포에서 긴 꼬리가 왼쪽에 있으면 음의 왜도, 그 반대의 경우 양의 왜도를 가진다(성태제, 2014). 왜도의 절댓값이 클수록 분포의 비대칭 정도가 큰 것을 의미하는데, 절댓값이 2(West, Finch, & Curran, 1995)이하일 경우 정상성 가정 이 충족된 것으로 판단한다. 첨도는 자료 분포의 뾰족한 정도를 의미하는데, 양의 값을 가지면 정상분포보다 더 뾰족한 모양이 된다(성태제, 2014). 절댓값이 8(West, Finch, & Curran, 1995) 이하일 경우 정상성 가정이 충족된 것으로 판단한다. 자료의 이상치(outlier)는 어떤 측정치가 다른 측정치들과 현저하게 다른 것을 의미한다. 일반적으로 Z값이 ± 3 이상이면 이상치이다. 자료의 이상치는 Z점수가 3보다 크면 극단치로 간주((우종필, 2012)하였다. [표 5-67]과 같이 연구 자료를 검토한 결과 왜도의 절댓값은 모두 2이하였고, 첨도의 절댓값도 모두 8이하로 정규성을 충족하였다. Z점수는 최대값이 INT2가 1.931이었다. 이상치는 없었다. 일 표본 Kolmogorov-Smirnov 검정에서도 모든 변수가 검정통계량이 205~300이고 p-value가 0.000으로 나타나 정규성 가정을 충족시켰다.

[표 5-67] 기술통계량 결과표

기술통계량											
	N	범위	최소값	최대값	평균	표준편차	분산	왜도		첨도	
	통계량	통계량	통계량	통계량	통계량	통계량	통계량	통계량	표준오류	통계량	표준오류
SQ1	720	4.0	1.0	5.0	4.145	.8989	.808	-1.026	.091	.837	.182
SQ2	720	4.0	1.0	5.0	4.013	.9887	.978	-1.003	.091	.693	.182
SQ3	720	4.0	1.0	5.0	4.070	.8861	.785	-.990	.091	.985	.182
SQ4	720	4.0	1.0	5.0	4.083	.8594	.739	-1.005	.091	1.355	.182
SQ5	720	4.0	1.0	5.0	3.925	.9225	.851	-.820	.091	.589	.182
IQ1	720	4.0	1.0	5.0	3.340	.9656	.932	-.484	.091	.059	.182
IQ2	720	4.0	1.0	5.0	3.321	.9783	.957	-.412	.091	-.091	.182
IQ3	720	4.0	1.0	5.0	3.140	1.0509	1.104	-.232	.091	-.342	.182
IQ4	720	4.0	1.0	5.0	3.243	.9850	.970	-.373	.091	-.071	.182

IQ5	720	4.0	1.0	5.0	3.359	.9734	.948	-.408	.091	.058	.182
CM1	720	4.0	1.0	5.0	4.174	.7817	.611	-1.085	.091	2.093	.182
CM2	720	4.0	1.0	5.0	4.075	.7440	.553	-.833	.091	1.686	.182
CM3	720	4.0	1.0	5.0	4.122	.7243	.525	-.697	.091	1.037	.182
CM4	720	4.0	1.0	5.0	4.065	.7642	.584	-.636	.091	.579	.182
INT1	720	4.0	1.0	5.0	3.351	1.0132	1.027	-.569	.091	-.072	.182
INT2	720	4.0	1.0	5.0	3.242	.9104	.829	-.275	.091	.063	.182
INT3	720	4.0	1.0	5.0	3.049	1.0622	1.128	-.383	.091	-.565	.182
INT4	720	4.0	1.0	5.0	3.256	.9944	.989	-.385	.091	-.056	.182
PU1	720	4.0	1.0	5.0	3.691	.9291	.863	-.620	.091	.296	.182
PU2	720	4.0	1.0	5.0	4.008	.7642	.584	-.802	.091	1.413	.182
PU3	720	4.0	1.0	5.0	3.869	.8353	.698	-.653	.091	.775	.182
PU4	720	4.0	1.0	5.0	3.514	1.0096	1.019	-.473	.091	-.118	.182
PEU1	720	4.0	1.0	5.0	4.052	.7779	.605	-.854	.091	1.390	.182
PEU2	720	4.0	1.0	5.0	4.147	.7255	.526	-.955	.091	2.246	.182
PEU3	720	4.0	1.0	5.0	4.228	.7352	.541	-1.102	.091	2.465	.182
PEU4	720	4.0	1.0	5.0	4.185	.7388	.546	-.889	.091	1.496	.182
IU1	720	4.0	1.0	5.0	3.351	1.0064	1.013	-.421	.091	.010	.182
IU2	720	4.0	1.0	5.0	3.560	.9482	.899	-.669	.091	.458	.182
IU4	720	4.0	1.0	5.0	3.049	1.1021	1.215	-.185	.091	-.540	.182
IU3	720	4.0	1.0	5.0	3.865	.8996	.809	-.844	.091	.979	.182
유효 N	720										

5.3. 탐색적 요인분석과 신뢰성 분석

5.3.1. 타당도 분석

타당도(validity)는 측정도구가 측정하고자 하는 구성개념을 얼마나 정확히 측정하였는가를 나타낸다(채서일, 김주영, 2017). 최창호(2018)는

타당도(Validity)를 크게 내적타당도와 외적타당도로 분류한다. 내적 타당도(internal validity)는 연구 변수의 조작적 정의를 통해 개념적 정의를 얼마나 잘 측정 했는가를 나타내는 것이고, 외적 타당도(external validity)는 연구결과를 현실세계에 어느 정도 일반화시킬 수 있는가를 나타내는 것이다(최창호, 2018). 본 연구는 설문데이터를 활용하므로 내적타당도를 분석한다. 내적타당도를 분석하는 방법으로는 내용타당도(content validity), 기준타당도(criterion-related validity), 개념타당도(construct validity)가 활용된다(최창호, 2018). 내용타당도는 측정도구가 측정하고자 하는 속성이나 구성개념을 측정할 수 있도록 구성되어 있는가를 평가하는 것이다(이광수, 2012). 변수의 정확한 정의가 관건이며 이는 이론적 배경과 선행연구에 따른 충실한 설문 문항의 작성 여부로 판단한다. 기준타당도는 하나의 속성이나 개념 상태에 대한 측정이 미래시점에서 다른 속성이나 개념의 상태변화를 예측할 수 있는 정도를 말한다(이광수, 2012). 개념타당도는 조사자가 측정하고자 하는 추상적인 개념이 실제로 측정도구에 의해 적절하게 측정되었는가에 관한 문제로서 이론 연구시 가장 중요한 타당도이다(채서일, 김주영, 2017). 개념타당도는 집중타당도(convergent validity)와 판별타당도(discriminant validity) 및 이해타당도(nomological validity) 등으로 구성되어 있다. 집중타당도는 개념적 정의를 구성하는 조작적 정의들 간에는 상관성이 높아야 하며, 요인적재값(Factor Loading)으로 판단한다. 판별타당도는 하나의 개념적 정의를 구성하는 조작적 정의들은 다른 개념적 정의를 구성하는 조작적 정의들과 상관성이 낮아야 하는데, 판단은 교차요인 적재값(Cross Factor Loading)으로 한다. 이해타당도는 측정도구의 포괄성을 나타낸다(최창호, 2018). 개념타당도를 평가하는 방법은 다속성 다측정방법(MTMM: multitrait-multimethod), 요인분석(factor analysis) 방법으로 나누어진다(채서일, 김주영, 2017). 요인분석은 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석(confirmatory factor analysis: CFA)으로 구분한다. SPSS를 활용한 분석에서는 탐색적 요인분석을 주로 사용하며, 확인적 요인분석은 AMOS를 활용하고 모형 분석을 통해 타당성을 검증한다(이현실, 양지안, 2017). 매우 복잡한 개념이다. 요약하면, SPSS는 개념타당도를 기반으로

하고, [표 5-68]과 같이 요인 내 집중타당도와 요인간 판별 타당도를 활용하여 개념타당도를 측정하는데, 방법은 탐색적 요인분석을 실시한 후 요인 적재값으로 판단한다.

[표 5-68] 개념타당성 측정방법

측정항목	SQ	IQ	타당성	
SQ1 SQ2 SQ3	높은 상관관계	낮은 상관관계	SQ 의 집중타당성 높다	SQ와 IQ간의 판별타당성 높다
IQ1 IQ2 IQ3	낮은 상관관계	높은 상관관계	IQ 의 집중타당성 높다	

출처: 이현실, 양지안. (2017)

탐색적 요인분석 절차는 탐색적 요인분석은 4단계로 이루어진다. 1단계는 상관계수 행렬의 계산이다. 분석에 투입한 측정변수들 가운데 유사한 특성을 가진 변수들끼리 서로 묶어준다. 어떤 개념을 측정하는 항목들은 상관관계가 높아야 하는데, 변수들 간의 상관관계가 낮으면 공통요인을 갖지 못하기 때문에 원하는 요인을 구할 수 없다(이현실, 양지안, 2017). 이를 검증하기 위해 전체 모형의 유의성을 검증하는 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 값과 Bartlett검정을 실시한다. 일반적으로 KMO 값이 0.90 이상이면 상당히 좋은 것이고, 0.80~0.89 꽤좋은 편, 0.70~0.79 적당한 편, 0.60~0.69 평범한 편, 0.50~0.59 바람직하지 못한 편, 0.50 미만이면 받아들일 수 없는 수치로 판단한다(송지준, 2015). 2단계는 요인추출이다. 측정변수들에서 요인을 추출한다. 추출 방법으로는 주성분 분석(principle component analysis)과 공통요인 분석을 많이 사용하는데, 논문에서는 해석이 용이하고 간편한 주성분 분석을 주로 이용한다. 주성분 분석은 다수의 변수들을 축약하는 과정에서 정보의 손실을 최소화하면서 적은 수의 요인을 구할 수 있다는 장점이 있다. 요인추출은 ① 고유값 1 이상 ② 요인수 지정 ③ 스크리 도표 중 하나를 선택하여 추출할 수 있으며, 고유 값에 의한 요인추출을 가장 많이 사용한다. 3단계는 요인회전이다. 요인회전은 상관관계가 높은 변수들을 같은

차원으로 만들어 줌으로써 보다 의미 있는 해석을 할 수 있게 해준다. 사회과학에서는 직각 회전(orthogonal rotation)에 의한 베리맥스(Varimax) 회전을 많이 한다. 4단계는 요인적재량 계산이다. 요인적재량(factor loading)은 요인이 각 변수를 설명하는 정도를 나타낸다. 각 관측변수와 요인 간의 상관계수를 의미하기 때문에 $-1\sim+1$ 사이의 값을 가지며, 요인적재량이 높을수록 해당 요인에 중요한 변수가 된다. 요인적재량의 기준치는 $\lambda = .40$ 이상이며, 기준치 미만으로 나타난 변수와 두 요인 이상에 교차 적재된 변수는 부적합한 것으로 평가한다(송지준, 2015, 이현실, 양지안, 2017)

5.3.2. 신뢰도 분석

신뢰도(reliability)는 어떤 검사나 측정도구가 시간, 검사 실시 방법, 검사형식, 질문항목, 평가자에 관계없이 일관성이 있고, 믿을 수 있으며 안정된 측정 결과를 산출해 낼 수 있는 정도이다(성태제, 시기자, 2014). 타당성 분석을 통해 추출된 요인들이 동질적인 변수로 구성되어 있는지를 확인하기 위해 사용되는 방법이다(이광수, 2012). 신뢰도의 검증방법은 크게 재검사 신뢰도(test-retest reliability), 동형검사 신뢰도(parallel-form reliability), 내적일관성 신뢰도(internal consistency reliability)로 구분된다(이광수, 2012). 내적일관성 신뢰도는 다시 문항 내적일관성(internal consistency)신뢰도와 반분(split-half) 검사신뢰도로 구분되며, 문항내적 일관성을 추정하는 방법으로 KR-20, KR-21, Cronbach α 가 있다(성태제, 시기자, 2014). 신뢰성 여부는 신뢰도 분석을 통해 나타난 신뢰도계수(Cronbach's coefficient alpha)로 평가한다. [표 5-69]에서 크론바흐 알파값은 0에서 1 사이의 값을 가지며 높을수록 바람직하나 흔히, 0.8~0.9 이상이면 바람직하고 0.6~0.7이면 수용할 만하다고 여겨진다(성태제, 시기자, 2014). 그러나 0.6 보다 작으면 내적 일관성을 결여한 것으로 여겨진다. 크론바흐 알파값의 크기를 저해하는 항목들을 제거함으로써 값을 크게 할 수 있는데, 이러한 항목들은 그 항목과 전체 항목들간의 상관관계가 낮은 항목들이다(이학식 & 임지훈, 2017).

[표 5-69] 변수의 신뢰성 판단 기준

구분	판단 기준
크론바흐 알파 (Cronbach's alpha)	0.8~0.9 : 바람직
	0.6~0.7 : 보통
	< 0.6 : 신뢰성 없음

출처: 이학식, 임지훈. (2017)

5.3.3. 분석 결과

시스템품질[*SQ*], 정보품질[*IQ*], 고객지향성[*CM*], 지능성[*INT*], 인지된 유용성[*PU*], 인지된 사용 용이성[*PEU*], 사용의도[*IU*] 변수에 대한 타당성과 신뢰성을 검증하기 위해 탐색적 요인분석과 신뢰도분석을 실시하였다. 분석 결과는 [표 5-70]에 제시하였으며, 분석 과정 및 내용은 다음과 같다. 먼저, 탐색적 요인분석의 요인추출은 주성분분석을 사용하였으며, 추출될 요인수는 고유값 1이상으로 지정하였다. 요인회전은 각 요인의 특성을 파악하는데 유용한 직각회전에 의한 베리맥스(varimax)를 사용하여 분석을 실시하였다. 분석 결과, 자료가 요인분석을 실시하기에 적합(KMO 측도= 0.953, Bartlett의 구형성 검정=16934.279, $df = 435$, $p < 0.001$)한 것으로 검정되었으며, 총 분산 설명력은 76.13%로 나타나 7개의 요인으로 잘 설명됨을 확인하였다. 모든 항목의 공통성과 요인적재량은 기준치를 충족하는 것으로 나타났으며, 교차 적재된 요인은 없었으나, 다른 요인에 적재된 변수는 *IU3* 하나로 나타났다. *IU3*은 이후 분석에서 제외하였다. 도출된 7개 요인에 대한 요인명은 변수의 조작적 정의와 동일하게 명명하였다. 각 요인들은 각 3~5개씩의 항목으로 구성되어 있다. 타당성이 검증된 항목들에 대하여 요인별로 신뢰도 분석을 실시하였다. 분석 결과, 시스템품질 요인의 신뢰도는 $\alpha = 0.936$, 정보품질 요인의 신뢰도는 $\alpha = 0.937$, 고객지향성 요인의 신뢰도는 $\alpha = 0.890$, 지능성 요인의 신뢰도는 $\alpha = 0.828$, 인지된 유용성 요인의 신뢰도는 $\alpha = 0.837$, 인지된 사용용이성 요인의 신뢰도는 $\alpha = 0.882$, 사용의도 요인의 신뢰도는 $\alpha = 0.876$ 으로 나타나 신뢰성이 있는

것으로 확인되었다.

[표 5-70] 타당성 분석 및 신뢰도 분석 결과표

요인	측정 변수	요인적재량							공통성	신뢰도 α
SQ	SQ2	.847							.829	0.936
	SQ1	.841							.819	
	SQ3	.786							.798	
	SQ5	.780							.802	
	SQ4	.756							.778	
IQ	IQ2		.837						.841	0.937
	IQ1		.836						.808	
	IQ4		.802						.764	
	IQ5		.792						.803	
	IQ3		.784						.764	
CM	CM3			.851					.847	0.890
	CM4			.836					.829	
	CM2			.694					.724	
	CM1			.662					.692	
INT	INT3				.721				.639	0.828
	INT2				.699				.751	
	INT1				.684				.609	
	INT4				.661				.713	
PU	PU1					.697			.731	0.837
	PU2					.692			.733	
	PU3					.686			.702	
	PU4					.661			.613	
PEU	PEU2						.849		.823	0.882
	PEU1						.786		.757	
	PEU4						.740		.705	
	PEU3						.715		.693	
IU	IU1							.790	.867	0.876
	IU2							.690	.813	
	IU4							.641	.771	
	IU3	0.616							.771	
고유값(eigenvalue)		4.61	4.430	3.058	2.665	2.646	3.176	2.252	-	-
Total Variance Explained(%)		15.376	14.76	10.192	8.883	8.820	10.586	7.508	-	-
KMO Measure of Sampling Adequacy: 0.953, Bartlett's Test: 16934.279 (df =435, p <0.001), 총 분산 설명력: 76.13%										

5.4. 상관관계 분석

상관관계란 변수들 상호간의 관계를 말하는 것으로서, 두 개 이상의 변수에 있어서 한 변수가 변화함에 따라 다른 변수가 어떻게 변화하는지와 같은 변화의 강도와 방향을 의미한다(이광수, 2012). 상관관계의 정도는 0부터 ± 1 사이로 나타나며, ± 1 에 가까울수록 상관관계는 높아지고 0에 가까울수록 상관관계는 낮아진다. 즉 변화의 강도는 절대값이 1에 가까울수록 높고, 변화의 방향은 +는 정의 방향, -는 음의 방향이라고 한다(송지준, 2015). 상관관계 분석에서 변수들 간의 관련성의 정도를 판단하는 기준은 [표 5-71]과 같다.

[표 5-71] 변수 간의 관련성 정도

상관관계 계수	상관관계 강도
± 0.9 이상	매우 높은 상관관계
$\pm 0.7 \sim \pm 0.9$ 미만	높은 상관관계
$\pm 0.4 \sim \pm 0.7$ 미만	다소 높은 상관관계
$\pm 0.2 \sim \pm 0.4$ 미만	미만 낮은 상관관계
± 0.2 미만	상관관계가 거의 없음

출처: 송지준. (2015)

두 변수가 양적척도(등간/비율척도)이면 변수 간 선형관계를 파악하는 것으로 피어슨 상관분석(Pearsons correlation analysis)과 편상관분석 (partial correlation analysis)을 사용할 수 있다. 질적척도(명목/서열척도)로 측정된 변수는 교차분석(카이제곱)으로 변수 간 독립성 여부를 파악한다. 서열척도로 측정된 변수는 교차분석뿐만 아니라 스피어만 서열상관분석(Spearman's rank correlation analysis)을 이용할 수 있다. 표본의 변수들의 관련성을 알아보기 위해 일반적으로 사용하는 상관계수는 피어슨의 상관계수이다(이광수, 2012). 피어슨 상관분석은 [표 5-72]과 같이 제시된 변수들에 대하여 변수와 변수 간에 관계가 있다는 내용을 가설로 설정하고 이를 입증해야 한다(이현실, 양지안, 2017).

[표 5-72] 피어슨 상관분석 가설

귀무가설	H_0 : 변수 간에는 선형의 상관관계가 없다. ($p = 0$)
대립가설	H_1 : 변수 간에는 선형의 상관관계가 있다. ($p \neq 0$)

양적척도의 상관계수는 두 변수의 평균으로 계산되므로 가설검정은 t-값으로 계산된다. 공식을 보면 t-값은 상관계수와 표본 크기에 의해 결정된다. 상관계수가 크고 표본수가 크면 t-값은 커지고, 상관계수와 표본수 중에 하나라도 작으면 t-값은 작아지기 때문에 두 변수 간의 관계가 통계적으로 의미가 있으려면 t-값이 커야 한다. 가설의 기각 여부를 결정하는 유의수준과 임계치는 [표 5-73]와 같다.

[표 5-73] 피어슨 상관분석 유의수준과 임계치

유의수준	임계치
$\alpha = .05$	$t = \pm 1.96$
$\alpha = .01$	$t = \pm 2.58$
$\alpha = .001$	$t = \pm 3.29$

계산된 t-값이 ± 1.96 보다 작으면 두 변수 간에 관계가 없다는 귀무가설이 채택되고, 계산된 t-값이 $\pm 1.96 \sim \pm 2.58$ 사이에 있으면 유의수준 $\alpha = .05$ 에서, 계산된 t-값이 $\pm 2.58 \sim \pm 3.29$ 사이에 있으면 유의수준 $\alpha = 0.01$ 에서, 계산된 t-값이 ± 3.29 이상이면 유의수준 $\alpha = 0.001$ 에서 대립가설을 채택한다(이현실, 양지안, 2017).

본 연구에서는 각 잠재변수간의 상관관계를 알아보기 위하여 피어슨 상관계수로 분석하였다. 잠재변수(요인)의 측정변수가 복수이므로 타당성과 신뢰성을 분석하였고, 검증되었다. 상관분석을 위해 검증된 문항을 평균화하였다. 대립가설은 “모든 변수간에는 선형의 상관관계가 있다.”이다. 분석 결과, 모든 변수 간에는 유의한 상관관계가 있는 것으로 밝혀져 가설이 지지되었다($p < 0.01$). 세부적으로 살펴보면, 정보품질[IQ]과 지능성[INT]의 상관관계($r = 0.693$)가 가장 높으며, 다음으로 지능성[INT]와 사용의도[IU]의 상관관계($r = 0.638$)가 강한 것으로 분석되었다. 시스템품질[SQ]의 경우 인지된 유용성[PU]($r = 0.635$), 고객지향성[CM]($r = 0.582$), 인지된 사용용이성[PEU]($r = 0.525$), 사용의도[IU]($r = 0.515$), 지능성[INT]($r = 0.405$)순으로 강한 상관관계를 보이고 있다. 변수 간의 상관관계 분석 결과는 [표 5-74]과 같다.

[표 5-74] 상관관계분석 결과표

잠재 변수	평균 M	표준편차 SD	SQ	IQ	CM	INT	PU	PEU	IU
SQ	4.0470	.81430	1						
IQ	3.2807	.88632	.405**	1					
CM	4.1091	.65368	.582**	.380**	1				
INT	3.2244	.80945	.402**	.693**	.420**	1			
PU	3.7705	.72926	.635**	.474**	.574**	.480**	1		
PEU	4.1528	.63968	.525**	.428**	.534**	.392**	.582**	1	
IU	3.3200	.91410	.515**	.635**	.493**	.638**	.553**	.403**	1

** $p < 0.01$

5.5. 다중공선성 검토

5.5.1. 다중공선성 판단기준

공선성(collinearity)은 두 개의 독립변수들 간의 관계를 의미한다(송지준, 2015). 두 개의 독립변수들 간의 상관계수가 1이면 완전한 공선성 (complete collinearity)을 보인다고 하고, 상관계수가 0이 면 전혀 공선성이 없음(complete lack of collinearity)을 의미한다(이현실, 양지안, 2017). 세 개 이상 변수들 상호간의 관계를 다중공선성 (multicollinearity)이라 한다. 한 독립변수가 종속변수에 대한 설명력이 높더라도 공선성이 높으면 설명력이 낮은 것처럼 나타난다. 공선성을 알아보기 위한 간단한 방법은 독립 변수들 간의 상관관계를 조사하는 것이다. 독립변수들 간의 높은 상관관계는 공선성을 판단하는 지표이다. 상관계수가 0.8이상 이면 공선성을 의심한다. 엄격하게 점검하려면 공차와 VIF를 본다. 이 두 가지 지표들은 한 독립변수가 다른 모든 독립변수들에 의해서 설명되는 정도를 알려주며, 상관계수의 제곱 값은 한 독립변수가 다른 한 독립변수에 의해 설명되는 정도만을 알려준다(이현실, 양지안, 2017). 먼저, 공차(tolerance)는 공선성을 점검하기 위해 흔히 사용되는 지표이다. 변수 i 의 공차(TOL)는 $(1-R_i^2)$ 로 표시되는데, 여기서는 독립변수 i 의 분산 중 다른 독립변수들에 의해서

설명되는 정도를 의미하며, 공차는 한 독립변수의 분산 중 다른 독립변수들에 의해서 설명되지 않는 부분을 의미한다(이학식, 임지훈, 2017). 공차 값이 작을수록 그 독립 변수의 분산 중 다른 독립변수들에 의해 설명되는 부분이 크다는 의미이므로 공선성이 높다. 공차는 0~1의 값을 갖는다. VIF(variance inflation factor; 분산팽창요인)는 공차의 역수로 표시되며($VIF_i = 1/TOL_i$), VIF값이 클수록 독립변수들 간의 공선성이 높다(이학식, 임지훈, 2017). 공선성 판단을 위한 절대적인 기준은 없고 공선성 문제에 대해서는 연구자가 주관적으로 판단해야 하는데, 공차 0.10 이하(VIF 10 이상)이면 심각(송지준, 2015, 이학식, 임지훈, 2017, 이현실, 양지안, 2017)하다고 할 수 있다. 공선성이 낮은 회귀식을 산출하는 것이 중요하다면 상관관계가 높은 독립 변수들 중에서 일부 변수를 제거하고 회귀모형을 구성하거나, 독립변수 입력방식을 단계적 방식으로 설정하여 설명력이 높은 독립 변수만을 회귀모형에 삽입시키는 방법을 이용할 수 있다(이학식, 임지훈, 2017).

5.5.2. 분석결과

잠재변수(요인)의 측정변수가 복수이므로 타당성과 신뢰성을 분석하였고, 검증되었다. 회귀분석을 위해 검증된 문항을 평균화 하였다. 공선성의 판단기준은 공차(tolerance)와 분산팽창요인(variance inflation factor; VIF)이다. 상관계수가 낮을수록 공차는 높고, 공차가 높을수록 VIF는 낮아지기 때문에 공차는 0.1이상, VIF는 10이하일 때 공선성이 없는 것으로 판단한다. 분석 결과[표 5-75]에 나타난 PEU의 공차(0.571)와 INT의 VIF (1.067)가 가장 높았으나 기준치를 충족하고 있어 독립변수들 간의 다중공선성이 없다고 평가한다.

[표 5-75] 다중공선성 진단

	비표준화 계수		표준화 계수	t	유의확률	공선성 통계량	
	B	표준화 오류	베타			공차	VIF
(상수)	.412	.169		2.444	.015		
SQ	.167	.039	.149	4.261	.000	.509	1.965
IQ	.299	.037	.290	8.068	.000	.481	2.078
CM	.176	.047	.126	3.742	.000	.548	1.826
INT	.311	.041	.275	7.665	.000	.480	2.082
PU	.194	.046	.155	4.206	.000	.457	2.190
PEU	.092	.047	.064	1.953	.051	.571	1.752

5.6. 확인적 요인분석과 측정모형 검증

5.6.1. 측정모형 적합도 평가기준

모델적합도는 수집한 표본 데이터로부터 얻은 공분산행렬과 이론적 배경을 바탕으로 개발한 연구모델로부터 추정된 공분산행렬의 차이를 의미하며, 차이가 작으면 높은 모델적합도이며 차이가 크면 낮은 모델적합도이다(우종필,2012). 모델적합도는 절대적합지수, 증분적합지수, 간명적합지수로 분류된다. 절대적합지수(absolute fit index)는 조사자가 수집한 데이터의 공분산행렬과 이론을 바탕으로 한 연구모델의 공분산행렬이 얼마나적합한지를 보여주기 때문에 다른 모델과 비교하지 않는 것이 특징이며, $\chi^2(CMIN)(p)$, $CMIN / DF(\chi^2/df)$, (RMR(Rot Mean-squared Residual), GFI(Godnes of FitIndex), AGFI(Adjusted Godnes of Fit Index), RMSEA(Rot MeanSquared Error of Aproximation) 등이 있다(우종필,2012). 증분적합지수 (incremental fitindex)는 연구모델이 관측변수간 상관을 0으로 가정하는 영모델(nulmodel)보다 얼마나 잘 측정되었는지를 나타내는 지수로 NFI (Normed FitIndex), TLI(Turker-Lewis Index), CFI(Comparative Fit Index) 등이 있다(우종필,2012). 간명적합지수(parsimonious fit index)는 모델간 비교를 하기 때문에 2개 이상의 모델 중 어느 모델이 더 적합한지를 비교할 때 유용한 지수로 PGFI(Parsimonious Godnes of Fit Index),

PNFI(Parsimonious NormedFit Index), AIC(Akaike Information Criterion) 등이 있다(최창호, 2018). 측정모델 및 구조모델의 주요 모델적합도 지표와 판단기준은 [표 5-76]와 같다.

[표 5-76] 주요 모델적합도 지표와 판단기준

주요 모델적합도 지표		판단 기준
절대 적합지수	$\chi^2(\text{CMIN})(p)$	$P > 0.05$: 양호
	CMIN/DF	2이하 : 적합
	RMR (Rot Mean-squared Residual)	0.05 이하 : 양호
	GFI (Godnes of Fit Index)	0.9 이상 : 우수 0.8 이상 : 적합
	AGFI (Adjusted GFI)	0.9 이상: 우수 0.8 이상: 적합
	RMSEA (Rot Mean Squared Error of Aproximation)	0.1 이상: 수용불가 0.05~0.1이하: 수용가능 0.05 이하: 우수
충분 적합지수	NFI (Normed Fit Index)	0.9 이상: 우수 0.8 이상: 적합
	TLI (Tucker-Lewis Index)	0.9 이상: 우수 0.8 이상: 적합
	CFI (Comparative Fit Index)	0.9 이상: 적합
간명 적합지수	PGFI (Parsimonious GFI)	낮을수록 양호
	PNFI (Parsimonious NFI)	낮을수록 양호
	AIC (Akaike Information Criteria)	낮을수록 양호

출처: 우종필. (2012); 신건권. (2016); 최창호. (2018); 송지준. (2015)

5.6.2. 헤이우드케이스와 다중상관자승(SMC) 검토

헤이우드케이스(Heywood case: 음분산 오차)란 측정 오차분산(error Variances)값이 음수(-)이면서, 잠재변수의 해당 측정변수에 대한 표준화 요인부하량(표준화 계수)의 절대값이 1보다 큰 경우를 말한다(최창호, 2018). 주로 표본의 크기가 작거나, 3개 미만의 측정변수로 구성된 잠재변수에서 발생한다. 측정변수의 분산값은 잠재변수의 분산값과 측정오차의 분산값으로

구성되어 있는바, 잠재변수가 설명하고 남은 부분, 즉 설명 못하는 부분인 측정오차는 일반적으로 양수(+) 값을 보여야 한다. 헤이우드케이스가 발생할 경우 해결하는 방법은 네 가지가 있다. 첫째, 관련 측정변수를 제거한다. 둘째, 오차변수의 분산을 .005와 같은 작은 수로 지정한다. 제거할 변수가 없을 경우 활용한다. 오차 분산을 0.005로 제한하면 오차분산이 마이너스로 나타나지 않는다. 오차 분산을 0.005로 고정시키는 이유는 적재치를 1보다 작은 값으로 하기 위해서이다. 셋째, 요인부하량을 동일하게 1로 고정한다. 넷째, 표본의 크기를 증가시킨다(최창호, 2018). 오차항이 마이너스로 나타났다면, 분석결과는 신뢰할 수 없는 것이므로 SMC값이나 적합도 검정결과를 해석하는 것은 무의미하다(송지준, 2015). 다중상관자승(SMC: Squared Multiple Correlation)는 잠재변수에 대한 측정변수의 설명력을 보여준다. 설명력이 낮은 측정변수의 제거해야 하는데, 그 기준은 SMC가 0.4(또는 0.5)이하 일 때 제거한다(최창호, 2018, 송지준, 2015).

5.6.3. 측정모델의 타당성 검증 방법

타당성(validity)의 개념과 분류는 5.3.1.에서 검토되었다. 구조방정식 모형의 자료의 타당성은 확인적 요인분석(confirmatory factor analysis: CFA) 으로 검증할 수 있다(이현실, 양지안, 2017, 송지준, 2015, 우종필, 2012). CFA의 집중타당성은 [표 5-77]과 같이 요인 부하량(factor loading)과 유의성 검증, AVE(평균분산추출) 검증, CR(개념신뢰도) 검증의 3가지 방법에 의해 검증할 수 있다 (우종필, 2012).

AVE(Average Variance Extracted) 검증 방법은 표준화된 요인부하량을 제공한 값들의 합을 표준화된 요인부하량의 제곱의 합과 오차분산의 합으로 나눈 값이다(우종필, 2012). AVE값은 구조방정식모델 프로그램인 Amos에서 제공하지 않기 때문에 분석 결과를 통해 제공되는 수치들을 직접 공식에 대입하여 계산한다(우종필, 2012).

$$AVE = \frac{\sum \text{표준화된 요인부하량}^2}{\sum \text{표준화된 요인부하량}^2 + \sum \text{분산오차}}$$

[표 5-77] CFA의 측정변수의 집중타당성 판단 기준

CFA의 집중타당성 검증 방법	기준	
요인부하량(표준화계수)과 요인부하량에 대한 유의성(C.R.)검증	요인부하량 (표준화 계수)	최소 0.5 이상
		0.7 이상: 바람직 0.95 이하 :우수
	유의성(C.R.)	1.965 이상
평균분산추출 (AVE) 검증	0.5 이상	
개념신뢰도(CR) 검증	0.7 이상	

출처: 우종필. (2012)

개념신뢰도(CR: Construct Reliability)는 표준화된 요인부하량 합의 제곱을 표준화된 요인 부하량 합의 제곱과 오차분산의 합으로 나눈 값이다. 개념신뢰도는 Amos에서 제공하지 않기 때문에 직접 계산한다(우종필, 2012).

$$CR = \frac{(\sum \text{표준화된 요인부하량})^2}{(\sum \text{표준화된 요인부하량})^2 + \sum \text{분산오차}}$$

CFA의 판별타당성 검증방법은 [표 5-78]과 같이 AVE와 잠재변수간 상관계수 제곱값 비교, 상관계수 신뢰구간 비교, 비제약모델과 제약모델간 χ^2 차이를 비교하는 방법 등 3가지 방법이 있다(우종필, 2012).

[표 5-78] CFA의 측정변수의 판별타당성 판단 기준

CFA의 판별타당성 검증 방법	판단 기준
AVE와 잠재변수간 상관계수 제곱(R^2)값 비교	$AVE > R^2$
상관계수(R) 신뢰구간 비교	$R+2 \times \text{표준오차} > 1.0,$ $R-2 \times \text{표준오차} < 1.0$
비제약모델과 제약모델간 χ^2 차이 비교	$\Delta \chi^2 = 3.84$ 이상

출처: 우종필. (2012)

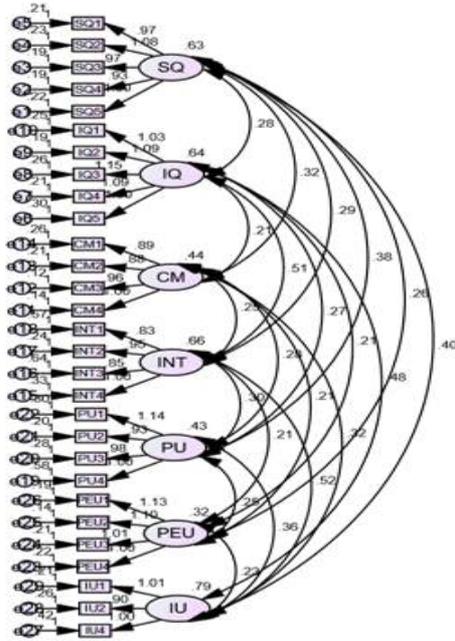
AVE와 잠재변수간 상관계수 제곱값 비교 방법은 잠재변수의 AVE 값이 잠재변수간 상관계수의 제곱보다 크면 판별타당성이 있는 것으로 판단한다(우종필, 2012). 상관계수 신뢰구간을 이용하는 방법은 상관계수의

신뢰구간($R \pm 2 \times$ 표준오차) 이 1.0을 포함하지 않으면 판별타당성이 있는 것으로, 1.0을 포함하면 판별타당성이 없는 것으로 판단한다(우종필, 2012). 비제약모델과 제약모델간의 χ^2 (chi-square) 차이를 비교하는 방법은 두 구성 개념간 자유로운 상관을 갖는 비제약모델(unconstrained model)과 두 구성개념간 공분산(covariance)을 1로 고정시킨 제약모델(constrained model)간의 χ^2 차이가 유의적($\Delta \chi^2=3.84$ 이상)으로 나타나면 판별타당성이 있는 것으로 판단한다(우종필, 2012). 이해(법칙)타당성은 이론적 배경을 바탕으로 하나의 구성 개념이 다른 구성 개념을 어느 정도 예측하는지에 대한 정도를 나타낸다(우종필, 2012). 선행연구나 논리적인 이론을 바탕으로 구성 개념간의 관계를 정(+)의 방향으로 예측했는데, 실제로 잠재변수간의 관계가 유의한 정(+)의 관계로 나타났다면 법칙타당성이 있는 것이며, 잠재변수간 관계가 부(-)로 나타나거나 정(+)의 관계지만 통계적으로 유의하지 않다면 법칙타당성이 없는 것으로 판단한다(우종필, 2012).

5.6.4. 분석결과

잠재변수와 측정문항간의 관계를 평가하기 위해 확인적 요인분석을 실시하였다. 측정모형의 경로계수는 [그림 5-83]과 같다.

분석결과의 해석에 앞서 측정모형의 적합도(model fit)을 확인한 결과, χ^2 (CMIN)($p=0.000$), CMIN/DF=3.423, RMR=0.038, GFI=890, AGFI=866, RMSEA =0.058, NFI =0.925, TLI=0.938, CFI=946로 카이제곱 검정에서 기각되었다. 카이제곱 검정에서 기각되었다는 것은 모델을 채택할 필요조건이지 충분조건이 아니다(송지준,2015). 다른 주요 지표들은 모두 적합으로 판정되었기 때문에 측정모형은 수용가능하다고 판단하였다. 측정모형의 모형 적합도를 검증한 결과는 [표 5-79]와 같다.



[그림 5-83] 측정모형의 경로 계수

[표 5-79] 측정모형의 모형 적합도 분석 결과표

주요 모델적합도 지수		판단 기준	분석결과	적합도판정
절대 적합지수	$\chi^2(\text{CMIN})(p)$	$P > 0.05$: 양호	$p=0.000$	미흡
	CMIN/DF	2이하 : 적합	3.423	미흡
	RMR	0.05 이하 : 양호	0.038	적합
	GFI	0.9 이상 : 우수 0.8 이상 : 적합	0.890	적합
	AGFI	0.9 이상: 우수 0.8 이상: 적합	0.866	적합
	RMSEA	0.1 이상: 수용불가 0.05~0.1이하: 수용가능 0.05 이하: 우수	0.058	적합
충분 적합지수	NFI	0.9 이상: 우수 0.8 이상: 적합	0.925	적합
	TLI	0.9 이상: 우수 0.8 이상: 적합	0.938	적합
	CFI	0.9 이상: 적합	0.946	적합

다음으로, 헤이우드케이스를 [표 5-80]과 같이 검토하였다. 측정오차의

분산(Variances) 값이 음수이거나, 표준화 계수값의 절대값이 1이상인 측정변수는 없었다. 다중상관자승(Squared Multiple Correlation: SMC) 값을 보면, 잠재변수와 측정변수의 관계에 대한 모수추정치가 모두 0보다 상당히 큰 값을 나타내고 있으며 이들 추정치에 대한 C.R. 값도 모두 2를 훨씬 초과하고 있다. 그리고 SMC값은 0.4이상의 값을 보여 잠재변수는 해당 측정변수들의 잠재변수들을 상당히 잘 설명하는 것으로 볼 수 있다.

[표 5-80] 헤이우드케이스와 SMC 검토

SMC				헤이우드케이스 검토					
변수	SMC값	변수	SMC값	변수	분산 값	변수	분산 값	변수	분산값
IU1	0.789	CM1	0.570	SQ	0.632	e9	0.192	e24	0.212
IU2	0.711	CM2	0.618	IQ	0.642	e10	0.255	e25	0.136
IU4	0.651	CM3	0.772	CM	0.441	e11	0.142	e26	0.193
PEU1	0.681	CM4	0.757	INT	0.660	e12	0.119	e27	0.424
PEU2	0.741	IQ1	0.726	PU	0.435	e13	0.211	e28	0.260
PEU3	0.607	IQ2	0.799	PEU	0.324	e14	0.262	e29	0.213
PEU4	0.594	IQ3	0.768	IU	0.789	e15	0.328		
PU1	0.653	IQ4	0.783	e1	0.218	e16	0.645		
PU2	0.649	IQ5	0.679	e2	0.192	e17	0.237		
PU3	0.604	SQ1	0.743	e3	0.194	e18	0.567		
PU4	0.427	SQ2	0.761	e4	0.233	e19	0.583		
INT1	0.447	SQ3	0.752	e5	0.207	e20	0.276		
INT2	0.714	SQ4	0.740	e6	0.304	e21	0.205		
INT3	0.428	SQ5	0.744	e7	0.210	e22	0.299		
INT4	0.668			e8	0.256	e23	0.221		

측정모형이 적합하며 헤이우드케이스가 없고 SMC도 적절하므로, 측정모형의 타당성을 평가하였다. 측정모형의 타당성은 집중타당성과 판별타당성으로 구분하여 실시하였는데, 집중타당성을 평가하기 위하여 개념신뢰도(CR) 값을 이용하였고, 판별타당성을 평가하기 위해서는 평균분산추출 값(AVE)을 이용하였다. 집중타당도의 평가결과는 [표 5-81]과 같다.

[표 5-81] 집중타당성 평가결과

잠재 변수	측정변수	표준화 계수	비표준화 계수	표준 오차	t(Sig) [C.R.].	P	AVE	CR
SQ	→ SQ5	0.862	1				0.817	0.957
	→ SQ4	0.860	0.929	0.03	30.684	***		
	→ SQ3	0.867	0.966	0.031	31.168	***		
	→ SQ2	0.872	1.084	0.034	31.496	***		
	→ SQ1	0.862	0.974	0.032	30.807	***		
IQ	→ IQ5	0.824	1				0.796	0.951
	→ IQ4	0.885	1.087	0.037	29.711	***		
	→ IQ3	0.876	1.148	0.039	29.253	***		
	→ IQ2	0.894	1.09	0.036	30.207	***		
	→ IQ1	0.852	1.026	0.037	27.976	***		
CM	→ CM4	0.870	1				0.852	0.958
	→ CM3	0.879	0.957	0.031	30.439	***		
	→ CM2	0.786	0.879	0.034	25.550	***		
	→ CM1	0.755	0.888	0.037	24.023	***		
INT	→ INT4	0.817	1				0.652	0.880
	→ INT3	0.654	0.855	0.047	18.244	***		
	→ INT2	0.845	0.946	0.038	24.985	***		
	→ INT1	0.669	0.833	0.044	18.736	***		
PU	→ PU4	0.654	1				0.687	0.897
	→ PU3	0.777	0.983	0.056	17.515	***		
	→ PU2	0.806	0.933	0.052	17.993	***		
	→ PU1	0.808	1.138	0.063	18.037	***		
PEU	→ PEU4	0.771	1				0.822	0.948
	→ PEU3	0.779	1.006	0.047	21.479	***		
	→ PEU2	0.861	1.097	0.046	23.975	***		
	→ PEU1	0.825	1.127	0.049	22.929	***		
IU	→ IU4	0.807	1				0.759	0.904
	→ IU2	0.843	0.899	0.035	25.335	***		
	→ IU1	0.888	1.006	0.037	26.872	***		

*** $p < 0.001$

CFA의 측정변수의 집중타당성 판단 기준은 평균분산추출(AVE) 검증 방법에서는 AVE 0.5 이상, 개념신뢰도(CR) 검증일 때는 CR이 0.7 이상일 때 집중타당성을 확보하게 된다. 모든 항목의 AVE 는 기준치인 0.5이상의 수치로 나타났고, CR또한 기준치인 0.7이상의 수치로 나타났다. 따라서 측정모형의 집중타당성은 확보하였다고 판단할 수 있다. 판별타당성을 검증하기 위하여 [표 5-82]와 같이 Fomell & Larcker(1981)가 제시한 방법인 AVE와 잠재변수간 상관계수 제곱(R²) 값을 비교하는 방법 (송지준

,2015)을 이용하였다. 그 결과 모든 변수들 간의 상관계수의 제곱값이 AVE값을 초과하지 않는 것으로 나타났다. 모든 변수들은 판별타당성을 확보하였다고 할 수 있다.

[표 5-82] 판별타당성 평가 결과

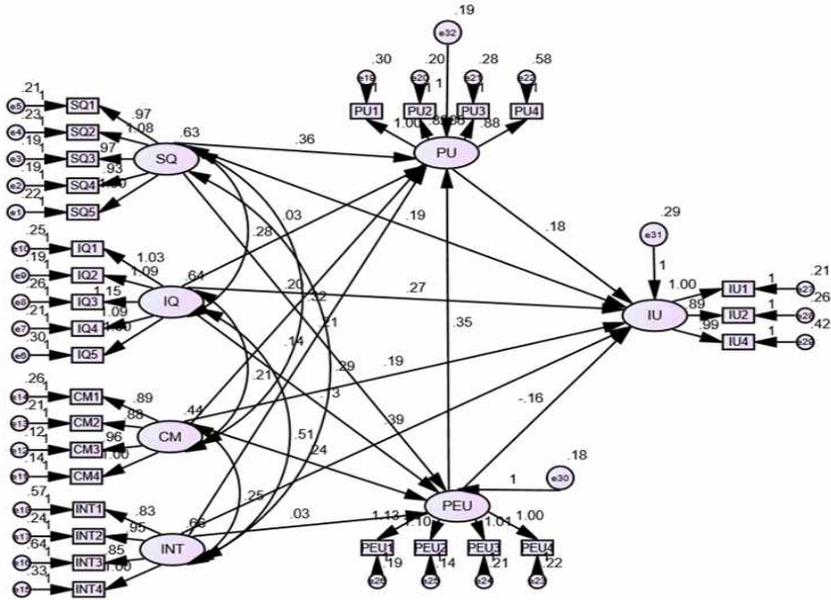
잠재 변수	SQ	IQ	CM	INT	PU	PEU	IU
SQ	0.817						
IQ	0.164	0.796					
CM	0.339	0.144	0.852				
INT	0.162	0.480	0.176	0.652			
PU	0.403	0.225	0.329	0.230	0.687		
PEU	0.276	0.183	0.285	0.154	0.339	0.822	
IU	0.265	0.403	0.243	0.407	0.306	0.162	0.759

5.7. 가설의 검증

5.7.1. 연구모형의 적합도 검증

연구모형에서 설정한 잠재변수들의 관계를 검증하기 위하여 [그림 5-84]와 같이 구조방정식 모형의 적합도를 검증하였다.

수정모형의 적합도는 $CMIN/DF= 3.423(p<0.001)$, $RMR=0.037$, $GFI=0.908$, $AGFI=0.885$, $NFI=0.938$, $RFI=0.928$, $TLI=0.951$, $CFI=0.958$, $RMSEA=0.052$ 로 주요 적합도 지수는 우수하였으나 카이제곱 검정에서 미흡하였다. 카이제곱 검정에서 기각되었다는 것은 모델을 채택할 필요조건이지 충분조건이 아니다(송지준, 2015). 다른 주요 지수들은 모두 적합으로 판정되었기 때문에 연구모형은 수용 가능하다고 판단하였다.



[그림 5-84] 연구모형의 기본모형 경로계수

연구모형의 모형 적합도를 검증한 결과는 [표 5-83]과 같다.

[표 5-83] 연구모형의 모형 적합도 분석 결과표

주요 모델적합도 지수		판단 기준	분석결과	적합도 판정
			기본모형	
절대 적합 지수	$\chi^2(\text{CMIN})(p)$	$P > 0.05$: 양호	$p=0.000$	미흡
	CMIN/DF	2 이하 : 적합	3.423	양호
	RMR	0.05 이하 : 양호	0.038	적합
	GFI	0.9 이상 : 우수 0.8 이상 : 적합	0.890	적합
	AGFI	0.9 이상 : 우수 0.8 이상 : 적합	0.866	적합
	RMSEA	0.1 이상 : 수용불가 0.05~0.1이하 : 수용가능 0.05 이하 : 우수	0.058	적합
증분 적합 지수	NFI	0.9 이상 : 우수 0.8 이상 : 적합	0.925	적합
	TLI	0.9 이상 : 우수 0.8 이상 : 적합	0.938	적합
	CFI	0.9 이상 : 적합	0.946	적합

5.7.2. 가설의 검증

연구모형이 적합도가 수용가능하다고 판단하였으므로, [표 5-84]와 같이 가설을 검증하였다. 시스템품질, 정보품질, 고객지향성, 지능성과 인지된 유용성의 관계와, 시스템품질, 정보품질, 고객지향성, 지능성이 인지된 사용용이성성의 관계 및 시스템품질, 정보품질, 고객지향성, 지능성이 인지된 사용의도의 관계를 검증하기 위해 구조방정식 모형을 분석하였다. 동일한 구조방정식 모형을 이용하여 시스템품질, 정보품질, 고객지향성, 지능성이 인지된 사용 용이성성의 관계 와 인지된 유용성과 인지된 사용용이성의 관계 및 인지된 유용성과 사용의도, 인지된 사용용이성과 사용의도와의 관계도 함께 분석하였다. 분석 결과를 보면, 시스템품질, 정보품질, 고객지향성, 지능성이 인지된 유용성에 미치는 영향(경로계수가 각각 0.460, 0.083, 0.226, 0.164이며, t-value가 각각 11.107, 2.391, 6.077, 4.652이고, p가 각각 $p < 0.001$, $p < 0.05$, $p < 0.001$, $p < 0.001$)은 통계적으로 유의하게 나타나 가설1,2,3,4는 지지되었다. 시스템품질, 정보품질, 고객지향성, 지능성이 높아질수록 인지된 유용성의 수준도 높아진다고 해석할 수 있다. 시스템품질, 정보품질, 고객지향성이 인지된 사용용이성에 미치는 영향(경로계수가 각각 0.347, 0.226, 0.307이며, t-value가 각각 8.783, 5.908, 7.815이고, p는 모두 $p < 0.001$)은 통계적으로 유의하게 나타나 가설 5,6,7은 지지되었다. 시스템품질, 정보품질, 고객지향성이 높아질수록 인지된 사용용이성의 수준도 높아진다고 해석할 수 있다. 다만 지능성이 인지된 사용용이성에 미치는 영향은 $p > 0.05$ 로 나타나 가설8은 지지되지 않았다. 시스템품질, 정보품질, 고객지향성, 지능성이 수용의도에 미치는 영향(경로계수가 각각 0.259, 0.355, 0.208, 0.412이며, t-value가 각각 5.355, 9.276, 5.111, 10.191이고, p가 모두 $p < 0.001$)은 통계적으로 유의하게 나타나 가설 9,10,11,12는 채택되었다. 시스템품질, 정보품질, 고객지향성, 지능성이 높아질수록 수용의도의 수준도 높아진다고 해석 할 수 있다. 인지된 유용성이 사용의도에 미치는 영향과, 인지된 사용용이성이 사용의도에 미치는 영향(경로계수가 각각 0.128,

0.106이며, t-value가 각각 2.127, 2.244이고, p는 각각 $p < 0.001$, $p < 0.05$)은 통계적으로 유의하게 나타나 가설 13과 15는 지지되었다. 인지된 유용성과 인지된 사용용이성이 높아질수록 사용의도의 수준은 높아진다고 해석할 수 있다. 마지막으로 인지된 사용용이성이 인지된 유용성에 미치는 영향(경로계수가 각각 0.128, 0.274이며, t-value가 각각 6.227이고, p는 $p < 0.001$)은 통계적으로 유의하게 나타나 가설14는 지지되었다. 인지된 사용용이성이 높아질수록 인지된 유용성의 수준은 높아진다고 해석할 수 있다.

[표 5-84] 가설검증 결과

연구 가설	경로	표준화 (경로)계수	비표준화 계수	표준 오차	t(C.R.) 검증통계량	p	검증 결과
H1	SQ → PU	0.460	0.363	0.033	11.107	***	채택
H2	IQ → PU	0.083	0.066	0.028	2.391	*	채택
H3	CM → PU	0.226	0.211	0.035	6.077	***	채택
H4	INT → PU	0.164	0.131	0.028	4.652	***	채택
H5	SQ → PEU	0.347	0.220	0.025	8.783	***	채택
H6	IQ → PEU	0.226	0.144	0.024	5.908	***	채택
H7	CM → PEU	0.307	0.230	0.029	7.815	***	채택
H8	INT → PEU	0.074	0.048	0.025	1.921	0.055	기각
H9	SQ → IU	0.259	0.235	0.044	5.355	***	채택
H10	IQ → IU	0.355	0.323	0.035	9.276	***	채택
H11	CM → IU	0.208	0.222	0.043	5.111	***	채택
H12	INT → IU	0.412	0.379	0.037	10.191	***	채택
H13	PU → IU	0.128	0.147	0.069	2.127	***	채택
H14	PEU → PU	0.274	0.340	0.055	6.227	***	채택
H15	PEU → IU	0.106	0.151	0.067	2.244	*	채택
CMIN/DF= 1017.889/349($p < 0.001$), RMR=0.037, GFI=0.908, AGFI=0.885, NFI=0.938, RFI=0.928, TLI=0.951, CFI=0.958, RMSEA=0.052							

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

5.7.3. 매개효과와 가설검증

5.7.3.1. 매개효과(간접효과) 측정 방법

매개연구는 독립변수가 종속변수에 어떠한 경로를 통하여 영향을 미치는지 밝히는 연구이다. 매개효과 분석은 ① Baron & Kenny(1986)의 방법(SPSS), ② Sobel test(인터넷), ③ Bootstrap 방법(Amos) ④ F. Hayes 방법(Process macro)이 가장 많이 사용된다. Baron & Kenny의 방법은 매개변수가 매개 역할을 하는지, 매개역할을 한다면 어느 정도 하는지를 파악하는 것이며, 3단계로 구분하여 분석한다. Sobel test는 독립변수가 매개변수를 통해 종속변수에 미치는 효과인 간접효과가 통계적으로 유의한지를 검증하는 방법이다(이현실, 양지안, 2017). 전통적으로 간접효과의 유의성 검증은 Sobel test를 활용해왔다. Sobel test를 이용할 경우 단순매개처럼 독립에서 매개로, 매개에서 종속에 미치는 간접효과를 비표준화계수(B)와 표준오차(S.E.)를 이용해 검증하면 된다. 매개변수 개수만큼 동일한 작업을 나눠서 진행해야 한다. Sobel test에서 간접효과는 정규성을 충족시키지 못하는 등 여러 문제로 인해서 간접효과 추정에서 Bayesian 또는 Bootstrap 방법을 활용해야 한다는 주장이 제기되고 있다(김원표, 2017). Bootstrap은 결과의 일반화에 추정량이 정확하다. Amos는 Bootstrap 추정법을 통해 간접효과뿐만 아니라 총효과에 대한 유의성 검정 결과도 제시한다. 그러나 매개변수가 2개 이상일 때는 각 매개변수를 통한 간접효과가 아니라 총 간접효과만 검증하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 팬텀변수(Phantom variable)를 사용해야 한다. 팬텀변수를 간접효과에 해당되는 경로만큼 별도로 만들면, 각 경로에 대한 간접효과 크기 및 유의성 검증 결과를 얻을 수 있다(김원표, 2017). 부트스트래핑 방법에서 유의할 점은 신뢰구간에 0이 포함되어서는 안된다는 것이다. 본 연구에서는 Amos를 도구로 하고 팬텀변수(Phantom variable)를 이용한 Bootstrap 방법을 사용한다. 그리고 Sobel test 결과도 함께 사용한다.

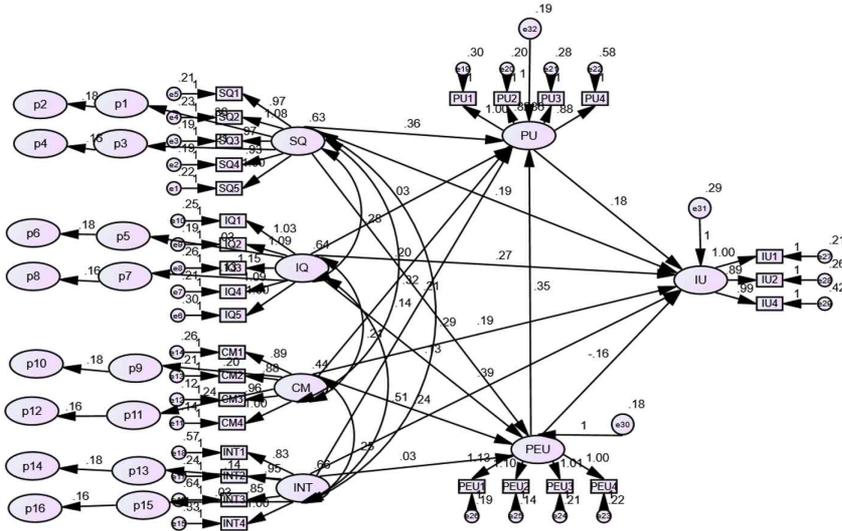
5.7.3.2. 매개효과(간접효과) 분석 단계

이현실, 양지안(2017)은 직접효과, 매개효과, 총효과를 분석하는 단계는

3단계로 구분하였다. 첫번째 단계는 변수간 관계의 유의성을 확인한다. 매개효과를 검증하기 위한 조건은 독립변수와 종속변수의 관계($X \rightarrow Y$), 독립변수와 매개변수의 관계($X \rightarrow M$), 매개변수와 종속변수의 관계($M \rightarrow Y$)가 각각 통계적으로 유의한 영향을 미치는지 확인한다. 유의한 영향을 미친다면 영향력 크기를 확인한다. 두번째 단계는 매개효과를 구분하는 것이다. 매개효과는 $X \rightarrow Y$ 영향력의 변화에 따라 완전매개(full mediation)와 부분매개(partial mediation)로 구분된다. 완전매개 모형은 매개변수(M)가 투입된 상태에서 독립변수(X)가 종속변수(Y)에 유의한 영향을 미치지 않고 있다. 이때 매개변수(M)는 독립변수(X)와 종속변수(Y)를 완전매개한다. 매개변수(M)가 투입된 상태에서 독립변수(X)가 종속변수(Y)에 유의한 영향을 미치지만 첫번째 단계의 영향력보다 약할 때에는, 매개변수(M)가 독립변수(X)와 종속변수(Y)를 부분매개한다. 세번째 단계는 총효과를 계산한다. 매개변수가 투입된 모형에서는, $X \rightarrow Y$ 의 직접효과와, $X \rightarrow M \rightarrow Y$ 의 매개효과, 그리고 직접효과와 매개효과를 합하여 총효과를 산출한다. 이때, 매개효과는 $(X \rightarrow M \text{ 효과값}) \times (M \rightarrow Y \text{ 효과값})$ 이다(이현실, 양지안, 2017). 본 연구에서는 매개(간접)효과에 대한 가설검증에 집중하여 간접효과의 유의성만 확인한다.

5.7.3.3. 매개효과(간접효과) 분석 결과

본 연구에서는 매개변수가 2개이다. 다중매개이다. 따라서 부트스트랩 방법을 사용하여 각 경로에 대한 간접효과 크기 및 유의성 검증 결과를 얻기 위해서는 팬텀변수를 사용하였다. 팬텀변수를 사용하여 매개효과를 분석한 결과는 [그림 5-85]와 같다. 팬텀변수는 P1~P16이다.



[그림 5-85] 매개효과 분석 경로계수

인지된 유용성이 기술요인과 정보품질요인 및 스마트 속성과 사용의도 사이의 관계를 매개하는지 조사하였다. 또한, 인지된 사용용이성이 기술요인과 정보품질요인 및 스마트 속성과 사용의도 사이의 관계를 매개하는지도 조사하였다.

[표 5-85] 간접효과와 가설검증 결과

연구 가설	경로	간접 효과	신뢰구간	p - value		검증 결과
				Sobel	Bootstrap	
H16	SQ →PU→IU	0.063	0.016 ~ 0.111	2.091*	0.02*	채택
H17	IQ →PU→IU	0.009	0.000 ~ 0.086	1.580	0.06	기각
H18	CM →PU→IU	0.031	0.016 ~ 0.095	2.008*	0.02*	채택
H19	INT →PU→IU	0.022	0.006 ~ 0.049	1.938*	0.04*	채택
H20	SQ →PEU→IU	0.035	0.006 ~ 0.078	2.183	0.06	기각
H21	IQ →PEU→IU	0.022	0.007 ~ 0.047	2.109*	0.03*	채택
H22	CM →PEU→IU	0.036	0.006 ~ 0.087	2.167	0.06	기각
H23	INT →PEU→IU	0.008	0.000 ~ 0.032	1.461	0.17	기각
H24	PEU →PU→IU	0.061	0.019 ~ 0.118	2.014*	0.01*	채택

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$

Sobel 테스트와 팬텀 변수를 사용한 부트스트래핑 방법(BC)을 사용하여 매개변수의 유의성을 확인 하였다. 매개효과 분석 결과와 가설 검정결과는 [표 5-85]와 같다.

매개효과분석의 첫 번째 단계인 변수간 관계의 유의성을 확인하였다. 확인 결과 인지된 사용용이성은 사용의도에 유의한 영향을 미치지 못했고, 다른 모든 독립변수는 종속 변수에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인 되었다. 두번째 단계는 매개효과를 분석하는 것이다. 분석결과, 인지된 유용성은 시스템 품질, 고객지향성, 지능성과 사용의도를 부분적으로 매개하고 있음을 확인했다. 시스템 품질, 고객지향성, 지능성은 인지된 유용성이 높을수록 사용의도도 높아진다는 것으로 해석할 수 있다. 시스템 품질→인지된 유용성→사용의도의 경로 계수는 0.063, 신뢰 구간은 0.016 ~ 0.095, p-value는 ($p < 0.05$)이었다. 소벨테스트 결과(2.091, $p < 0.05$)도 동일하였다. 그러나 인지된 유용성은 정보품질과 사용의도를 매개하지 못했다. 소벨테스트의 결과도 동일하였다. 신뢰구간도 0을 포함하였다. 인지된 사용용이성은 정보품질과 사용의도만 매개하는 것으로 확인되었다. 정보품질은 인지된 사용 용이성이 높아질수록 시스템 수용의도가 높아진다고 해석 할 수 있다. 정보품질→인지된 사용 용이성→사용의도의 경로 계수는 0.022, 신뢰 구간은 0.07 ~ 0.047, p-value는 ($p < 0.05$)이었다. 소벨테스트 결과(2.109, $p < 0.05$)도 동일하였다. 그러나 시스템 품질, 고객지향성 및 지능성과 사용의도는 매개하지 못하는 것으로 나타났다. 소벨 테스트의 결과도 동일하게 나타났다. 따라서 가설 16, 18, 19, 21, 24는 채택되었고, 가설 15, 20, 22, 23는 기각되었다.

5.8. 실증분석 결과의 제안시스템 반영

5.8.1. 제안시스템에 실증분석 결과 반영

5.8.1.1. 제안시스템 수용의도에 영향요인 선정

[표 5-84]의 가설검증 결과에 따르면 독립변수인 시스템 품질, 정보품질, 고객지향성, 지능성 및 매개변수인 인지된 유용성, 인지된 사용 용이성 모두 수용의도에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다만 독립변수인 지능성만 매개변수인 인지된 사용용이성에 미치는 영향만 기각되었다. 이러한 결과를 도식하면 [그림 5-86]과 같다.



[그림 5-86] 제안 시스템 수용여부 영향 요인

5.8.1.2. 수용의도 영향요인 세부지표 선정을 위한 인터뷰 조사

Offermann, Levina, Schönherr, Bub(2009)이 [그림 3-48]에서 제시한 정보시스템 디자인 연구 프로세스의 ⑧과 ⑨단계를 수행하였다. 설문조사 결과 도출된 수용의도 영향 요인에 대한 세부지표 선정을 위해 전문가 인터뷰를 실시하였다. 전문가 패널은 공제조합 전산담당 부장 2명 임원 1명, 블록체인 개발업체 부장 2명 임원 1명, 건설업체 관리임원 2명 총 8명을 대상으로 하였다. 기간은 2020. 11. 16~20일간 진행되었다. 방법은 전화조사, 직접면담 방식으로 진행되었다. 세부지표선정은 영향요인별로 1개씩 선정하였다. 선정된 항목들은 연구자가 중복된 것을 조정하여 제안자에게 다시 질문하는 방법으로 최종정리하였다.

5.8.1.3. 수용의도 영향 요인 세부지표 선정 결과

전문가 인터뷰 결과 수용도 영향요인의 세부지표는 [표 5-89]와 같이 확정되었다.

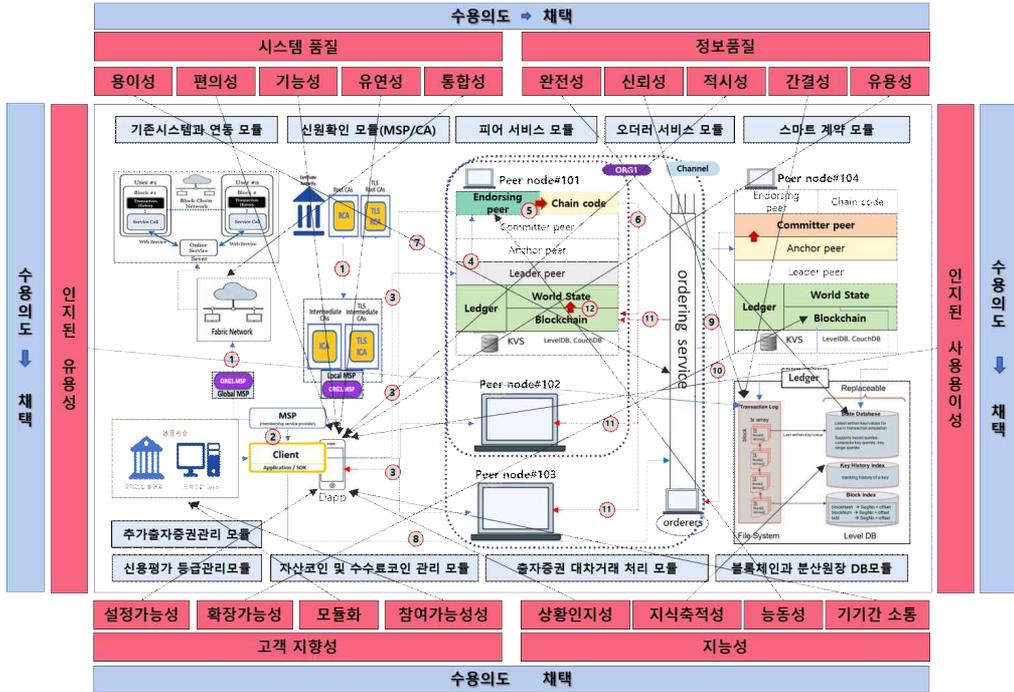
[표 5-86] 시스템 수용도 제고 세부지표

항목	영향 요인	세부 지표	관련 모듈
시스템 품질	습득의 용이성	오더링 서비스 설계 정교화.	오더링서비스 모듈
	접근의 편의성	Dapp의 모바일화 강화.	신원 확인모듈(Dapp)
	시스템 기능성	응용프로그램 기능강화.	신원 확인모듈(Dapp)
	시스템 유연성	사용자 메뉴의 단순화.	신원 확인모듈(Dapp)
	시스템 통합성	기존시스템과 통신 기능 강화.	기존시스템 연동 모듈
정보 품질	정보의 완전성	LevelDB의 기능 다양화, 클라우드방식 도입.	분산원장 DB 모듈
	정보의 신뢰성	합의 방식의 일원화	블록체인 모듈
	정보의 적시성	사용자 ASR의 반영과 필요정보검색 기능 강화.	신원 확인모듈(Dapp)
	정보의 간결성	블록체인에 포함될 내용의 최소화.	블록체인 모듈
	정보의 유용성	사용자에게 꼭 필요한 내용만 애플리케이션에 포함. 메뉴의 복잡성 지양.	신원 확인 모듈(Dapp)
고객 지향성	설정가능성	메뉴의 항목을 사용자가 선택가능하도록 설계.	신원 확인 모듈(Dapp)
	확장가능성	체인코드를 설계시 사용자 체인코드의 확장성에 주안점	스마트 계약 모듈
	모듈화	공제조합의 플랫폼 설계시 모듈방식으로 설계.	기존 시스템 연동 모듈
	참여가능성	다양한 계층의 이해관계자 참여 시킬 것.	기존 시스템 연동 모듈
지능성	상황(맥락) 인지성	초과 출자증권 추천 메뉴 필요.	신원 확인 모듈(Dapp)
	지식 축적성	트랜잭션의 저장과 변조를 방어에 초점을 맞춰 CouchDB설계.	분산원장 DB 모듈

	능동성	엔도싱 피어의 역할을 명확히 규정하고 선택 가능하도록 설계.	피어 서비스 모듈
	기기 간 소통	기존시스템 연동시 API 종류 선택과 통신 방법 신중을 기할 것.	기존 시스템 연동 모듈
인지된 유용성	신속한 업무처리	블록체인의 보안에 중점을 둘것. 출자증권의 소유권부분을 블록체인에 포함시켜 위 변조에 주의 할것.	블록체인 모듈 자산코인 모듈
	생산성 향상		
	업무에 유용함		
	업무성과 개선		
인지된 사용 용이성	익히기 쉬움	사용자 업무 메뉴얼을 Dapp에 반영하고 매뉴에 기능창을 토글 옵션에 배치 하면 유용함.	신원 확인 모듈(Dapp)
	이해하기 쉬움		
	기능 숙달 쉬움		
	통제하기 쉬움		

5.8.2. 제안시스템 아키텍처에 실증분석 결과 세부 항목 반영

수용의도에 영향을 미치는 요인에 대한 세부지표 선정 결과를 제안시스템 아키텍처에 반영한 결과는 [그림 5-87]과 같다. 시스템 품질의 세부 지표를 보면 시스템과 사용자의 접점을 강화에 초점이 맞춰진다. 사용자 편의에 초점을 맞춘 세부지표는 총 8개이며, 그 다음을 차지하는 것이 기존시스템과 연동 문제를 중요시하였다. 시스템의 안전성에 초점을 맞춘 것이다. 그 다음이 분산원장 DB인데 데이터의 안전성과 보안에 관심을 가진 것으로 나타났다.



[그림 5-87] 제안 시스템에 수용도 제고 세부지표 반영

Ⅵ. 연구 결론

6.1. 연구결과 요약

본 연구는 건설업체의 만성적인 보유현금 부족 상태를 개선하고자 공제조합에 출자되어 비유동자산으로 계상된 출자증권을 유동화하는 방안을 제시하는 것을 전제로 하고, 유동화 방법으로는 출자증권 대차거래를 선택하였고, 기반 기술은 신뢰성과 안정성을 최고의 속성으로 하는 블록체인 기술을 선택하여 블록체인 기반 대차거래 시스템의 아키텍처를 디자인하는 것이 연구의 목적이다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 출자증권은 공제조합에서 발행하는 것이므로 공제조합을 떠나서는

거래될 수 없다. 따라서 공제조합을 대차거래 플랫폼으로 하여 비즈니스 아키텍처를 설계하였고, 기술기반 아키텍처는 블록체인 아키텍처를 사용하였다. 비즈니스 아키텍처와 기술기반 아키텍처를 통합하여 제안시스템인 블록체인 기술 기반 출자증권 대차거래 시스템 아키텍처를 개발하였다.

둘째, 비즈니스 아키텍처 설계를 위해 증권 대차거래 모델을 적용하여 출자증권 대차거래 비즈니스 모델을 디자인하였다.

셋째, 비즈니스 아키텍처는 공제조합 블록체인 플랫폼을 기반으로 피어신원관리 모듈, 신용평가등급 관리 모듈, 초과 출자증권 관리 모듈, 출자증권 소유권 관리 모듈, 자산코인 발행 모듈, 스마트계약 관리 모듈, 분산원장 관리모듈 등 8개 하위 모듈을 디자인하였다.

넷째, 시스템 기반 기술 아키텍처는 블록체인 기술과 이더리움 플랫폼, 하이퍼레저 패브릭 플랫폼을 연구하였고, 플랫폼 선택 의사결정 트리를 이용하여 하이퍼레저 패브릭 플랫폼을 선택하였으며, 제안시스템을 디자인하기 위해 비즈니스 아키텍처와 결합하였다.

다섯째, 완성된 제안시스템 아키텍처의 수용성 제고를 위해 스마트시스템의 스마트 특성모델과 신기술 수용모델, 정보시스템 성공모델을 연구하고 수용성 제고 요소를 선정하였으며, 블록체인 스마트시스템의 시스템품질, 정보품질, 고객지향성과 지능성이 기술수용모형의 인지된 유용성과 인지된 사용용이성 그리고 사용의도에 미치는 영향을 정보시스템 수용 측면에서 분석하였다. 아울러 인지된 유용성과 인지된 사용용이성이 사용의도에 미치는 영향과 시스템의 인지된 유용성과 인지된 사용용이성이 시스템품질, 정보품질, 고객지향성과 지능성과 사용의도의 관계를 매개하는지 여부를 확인한 결과 가설이 대부분 채택되었다.

여섯째, 블록체인 스마트시스템의 시스템품질, 정보품질, 고객지향성과 지능성은 인지된 유용성과 인지된 사용용이성 및 제안시스템 수용의도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 블록체인 스마트시스템의 시스템품질, 정보품질, 고객지향성과 지능성이 높아 질수록 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성의 수준 및 수용의도가 높아진다고 해석할 수 있다.

일곱째, 인지된 유용성과 인지된 사용용이성은 시스템품질, 고객지향성, 지능성 및 인지된 사용용이성과 사용의도의 관계를 매개하는 것으로 확인되었다. 이는 시스템품질, 고객지향성, 지능성 및 인지된 사용용이성은 인지된 유용성의 수준이 높을수록 수록 제안시스템의 수용의도가 높아진다고 해석할 수 있다.

여덟째, 제안시스템 수용제고 영향요인을 결정하고, 영향 요인들의 세부 사항을 파악하기 위해 전문가 인터뷰를 실시하였다. 그 결과 20개의 세부 사항을 확정하고 제안시스템 관련 모듈과 연계시켜 제안시스템의 수용성을 높이는 방안을 마련하였다.

아홉째, 제안시스템은 독자적으로 운용하기 위해서는 매우 많은 시간과 시스템 자원이 필요하다. 기존 공제조합 시스템과 연동하면 시간과 자원측면에서 매우 효과적이므로 기존시스템과 연동 방안을 연구하였다.

이상과 같은 결과는 선행연구의 결과들과 대부분 일치하고 있음을 알 수 있었다. 김정석(2016), 박정홍(2018), 이다정, 권광현(2020)은 블록체인 특성이 신념변수에 영향을 미치는 것을 확인했는데 본 연구 결과와 대부분 일치했다. 기술수용모델의 신념변수를 연구변수로 활용하여 블록체인 기반 시스템을 연구한 Kwon, You, & Lee, (2020) 및 증권거래 시스템을 연구한 한영주 (2020), 미디어 플랫폼을 연구한 김성영, 안승범(2018), 물류시스템을 연구한 이다정, 권광현(2020)의 연구 결과와 대부분 일치하였다.

6.2. 연구의 시사점

본 연구는 보증공제조합이 발행하고 건설업체가 보유하고 있는 출자증권을 임대차할 수 있도록 블록체인 기술을 기반으로 대차거래를 위한 스마트시스템의 아키텍처를 디자인하고, 동 시스템의 잠재적 사용자들의 수용요인을 선정하고, 제안시스템의 수용요인 제고를 위해 세부 사항을 도출하는 것이 목적이다. 연구목적과 결과를 연계하여 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

첫째, 제안시스템이 실무적으로 도입된다면, 최저가 낙찰제가 현실인

건설업체의 만성적인 현금 유동성을 해소하는데 기여할 것이다.

둘째, 출자증권 대차거래는 블루오션이다. 기존에는 존재하지 않았던 제도를 비즈니스 모델로 디자인하여 실무에 도입된다면, 공제조합에 새로운 가치가 창출되며, 출자증권에 대한 새로운 수요가 창출되고, 자본이 확충되는 기반이 마련될 것이다. 이로써 공제조합은 보증 용자를 기반으로 한 아날로그 비즈니스 모델을 영위하는 기업에서 디지털 비즈니스 플랫폼을 비즈니스 모델로 하는 디지털 트랜스포메이션의 계기가 될 것이다.

세째, 선행 연구가 부족한 대차거래 시스템의 스마트 특성이 기술수용 모형의 신념변수와 시스템 수용의도에 영향을 미치는지 탐색했다. 시스템의 스마트 특성, 즉 고객지향성과 지능성이 높을수록 인지된 유동성, 인지된 사용용이성 및 수용의도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 미래의 시스템은 스마트 특성을 더욱 요구할 것이다. 본 연구를 계기로 정보시스템의 스마트 특성에 대한 연구가 확대되는 계기가 되기를 기대한다.

네째, 프라이빗 블록체인 시스템의 대표적인 하이퍼레저 패브릭을 적용한 연구가 부족한 상황에서 본 연구가 비즈니스 목적에 적합한 블록체인 플랫폼인 하이퍼레저 패브릭을 다른 시스템에 적용한 연구가 확대되는 기반이 되었으면 한다.

다섯째, 블록체인 시스템의 수용성을 높이기 위해서는 시스템과 사용자의 접점인 Dapp의 사용방법 습득이 쉽도록 설계하고, 기존시스템과의 연동을 원하도록 설계하여야 하고, 타 시스템과 통합이 용이해야 잠재 사용자들의 수용성을 높일 수 있을 것이다. 또한 미래 시스템은 스마트 시스템의 중요한 특성인 지능성을 탑재하도록 요구하고 있다. 즉, 시스템은 사용자와 소통할 수 있도록 아키텍처를 설계하여야 하며, 축적된 데이터의 패턴을 분석할 수 있도록 설계하여, 시스템 수용자들의 편의를 도모할 수 있도록 하여야 할 것이다.

여섯째, 자산의 소유권과 관련된 블록체인 시스템의 블록을 설계할 때, 소유권에 해당하는 정보의 종류와 내용을 블록헤드에 포함시키는 방법에 아이디어를 얻는 계기가 될 수 있을 것이다.

일곱째, 제안시스템의 수용성을 높이기 위해서 본 연구가 취한 방법들을 참고하면, 하위시스템 모듈을 어떻게 설계하고 어떤 요소에 집중해야 하는지

에 대한 고민을 다소 해결할 수 있을 것이다.

여덟째, 시스템 아키텍처는 시스템구성을 위한 청사진이다. 비즈니스 아키텍처와 시스템 아키텍처를 설계할 때, 비즈니스 요구사항(ASR)과 비즈니스 시장조사를 철저히 하고, 아키텍처 설계원칙에 따라 모델을 설계하고 구현해야 할 것이다.

본 연구에서 검토된 시스템 성공요인과 신기술 수용요인을 반영하여 데이터 아키텍처, 솔루션 아키텍처 및 테크니클 아키텍처를 설계한다면 연구 목적 시스템의 성공을 이룰 수 있을 것이다.

6.3. 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구의 한계점 및 향후 연구 방향은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 제안한 시스템 아키텍처를 실제 코딩과정을 통해 확인하지 못하였다. 하이퍼레저 패브릭 프로젝트에서 제공하는 API를 활용하여 검증해 볼 필요가 있다. 이러한 과정을 통해 수정 모델이 도출되기를 기대한다.

둘째, 블록체인 기술을 적용한 시스템을 도입한 기업의 성과 향상에 대한 연구가 필요하다. 성과에 향상에 긍정적이라면 성공요인이 무엇이고 시스템 수용 행위의도에 영향을 미치는 요인이 무엇인지 확인해 볼 필요가 있다.

셋째, 본 연구의 대상인 건설업체의 표본 수가 전체 건설업체 수와 대비하여 작은 수준이므로 일반화의 문제가 있을 수 있다. 통계적인 유의성은 문제가 없었으나, 보다 객관적인 연구 결과로 제시되기 위해서는 표본수를 확대할 필요가 있다. 또한, 건설업종만을 대상으로 조사하였으나, 활용성을 보다 제고하기 위해서는 건설업의 업종별로 세분하고, 업종별 층화추출을 통해 세분화된 조사를 할 필요가 있다.

넷째, 블록체인 기술에 대한 성공 또는 실패 사례를 조사하는 사례연구가 필요하다. 기술도입 성공사례를 기반으로 실무 데이터를 활용한 분석이 수행될 필요가 있다.

다섯째, 블록체인 기술이 산업 실무에 도입한 사례를 밀도있게 조사하고

실무에 도입한 경험이 있는 오피니언 리더를 대상으로 델파이 조사나 AHP등을 수행하여 시스템 품질 평가기준을 마련하는 등 지속적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 강승준. (2018). 블록체인 기술의 이해와 개발현황 및 시사점. 『이슈리포트 2018-제13호』. 서울: 정보통신산업진흥원.
- 강연성. (2019). “블록체인 기반의 특허거래 시스템 수용의도에 영향을 미치는 요인 연구”. 경희대학교 테크노경영대학원 석사학위논문.
- 고석하. (2012). 『소프트웨어 아키텍처의 구성요소에 대한 포괄적 모델』. 19(2), 135-147.
- 고용노동부. (2018). 블록체인 기반의 채용 정보제공시스템 구축방안 검토. 서울: 고용노동부.
- 고현희. (2005). “아키텍처 접근법 선정을 위한 평가 방법이 통합된 설계 방법론”. 숙명여자대학교, 박사학위논문.
- 곽재현. (2018). “블록체인 구조를 적용한 한국형 여행코인 제안과 소비자 수용의도”. 계명대학교 박사학위논문.
- 권보경. (2019). 기업용 블록체인, 무엇이 다른가? 『POSRI 이슈리포트』, 2019(1), 1-12.
- 권오준. (2010). 정보기술통합이론을 응용한 스마트폰 수용 고찰. 『한국경영정보학회 학술 대회논문집』, 2010(1), 180-187.
- 권태현. (2020). “하이브리드 클라우드 도입의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 금융보안원. (2017). 『블록체인 응용기술 개발 현황 및 산업별 도입 사례』.
- 금창섭. (2018). 블록체인 미디어 적용 가능성과 블록체인 아키텍처 분석. 『방송과 미디어』, 23(3), 85-91.
- 김건식, 정순섭. (2013). 『자본시장법』. 서울: 두성사.
- 김기웅. (2017). “중소기업의 사물인터넷 수용에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 한세대학교 박사학위 논문.

- 김남훈. (2016). 『비트코인의 거래 메커니즘과 사설블록체인 활용 동향』. In: 하나금융경영연구소.
- 김덕현. (2019). 『4차 산업혁명의 올바른 이해』. 서울: 퍼플.
- 김상민. (2019). “국가종합전자조달시스템에서의 입찰 문서에 대한 블록체인(Blockchain) 기술 및 활용 프레임워크”. 금오공과대학교 대학원 박사학위논문.
- 김석원. (2017). 『블록체인 펼쳐보기』. 고양: BJpublic :.
- 김성영. (2018). “블록체인 수용의도 및 기술도입 활성화를 위한 연구”. 인천대학교 동북아물류 대학원 박사학위논문.
- 김성환. (2020). “블록체인 기반 분산형 계약관리 플랫폼”. 한국산업기술대학교 지식기반 기술·에너지대학원 박사학위논문.
- 김수길. (2018). “비대면접촉 핀테크서비스 혁신저항이 추천의도에 미치는 영향 분석”. 강원대학교 박사학위논문.
- 김숙철. (2019). “블록체인 기술의 에너지 거래 모델 개발에 관한 연구”. 목포대학교 대학원 박사학위논문.
- 김원. (2018). 『비트코인 블록체인 동작원리 및 진화. 동향보고서』, 한국인터넷진흥원.
- 김원표. (2017). 『구조방정식모델분석』. 서울: 와이즈인컴퍼니.
- 김유리, 강반디, 조고운, 김지현. (2020). 『글로벌 기업과 주요국의 디지털 화폐 발행 현황과 시사점』. KIEP 기초자료, 20(6).
- 김일동, 김일동. (2018). “해운물류산업의 블록체인서비스 이용의도에 관한 연구”. 한국해양대학교 대학원 석사학위논문.
- 김정석. (2017). “블록체인 기술 수용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 송실대학교 대학원 박사학위논문.
- 김정선. (2015). “혁신기술로서의 빅데이터 국내 기술수용 초기 특성 연구”. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 김제완. (2018). 블록체인 기술의 계약법 적용상의 쟁점 - ‘스마트계약(Smart Contract)’을 중심으로. 『법조』, 67(1), 150-200.
- 김종철. (2014). “소프트웨어 아키텍처 평가기법을 적용한 정보시스템 감리

- 개선 연구”. 건국대학교 정보통신대학원 석사학위논문.
- 김준영. (2017). 블록체인 기술을 활용한 새로운 금융수단의 법률문제. 『ICT 발달과 사법의대응』 .
- 김철진. (2019). 온라인 트랜잭션의 투명성 향상을 위한 블록체인 기반 서비스 아키텍처. 『한국지식정보기술학회 논문지』 , 14(2), 127-136.
- 나승성. (2001). Repo와 유가증권대차제도의 법적 검토. 『비교사법』 , 8(1), 639-666.
- 나은영. (1994). 태도 및 태도변화 연구의 최근 동향. 『한국심리학회지 사회 및 성격』 . 8(2), 3-33.
- 다니엘 드레셔, 이병욱. (2018). 『블록체인 무엇인가』 . 서울: 이지스.
- 렌 베스, 폴 클레멘츠, 릭 캐즈만, 전병선. (2015). 『소프트웨어 아키텍처 이론과 실제』 . 의왕: 에이콘출판.
- 문성훈, 임동원. (2013). 주식대차거래의 과세상 쟁점 및 개선방안. 『법학논고』 , 0(41), 227-256.
- 박성수. (2004). “자동차공제분쟁 해소를 위한 정책방안”. 인하대학교 국제통상물류 대학원 석사학위논문.
- 박세열. (2018). 하이퍼레저 패브릭 구조 및 주요 구축사례. 『SPRI FORUM』 .
- 박원선. (1973). 한국고유의 증권제도. [Legal papers]. 『연세논총』 , 10(1), 237-274.
- 박인근. (2016). “기업의 영업지원 소프트웨어 사용 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 실증적 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 박일환. (2019). 이더리움 코어. 『<https://www.slideshare.net/ihpark92/blockchain-2nd-ethereumcore>』 .
- 박재현, 오재훈, 박혜영. (2018). 『코어 이더리움 프로그래밍』 . 파주: 제이펍.
- 박정홍. (2018). “Private 블록체인 특성이 의료분야 수용의도에 미치는 영향”. 성균관대학교 일반대학원 박사학위논문.

- 박종태. (2019). “통합기술수용이론을 적용한 블록체인 인사채용시스템 설계 및 구현”. 전남대학교 박사학위논문.
- 박준, 한민. (2019). 『금융거래와 법』. 서울: 박영사.
- 박준한, 김유성, 공수채. (2018). 블록체인 구현측면 정보보안 동향 및 시사점. 『정보통신기술진흥센터 주간기술동향』 2018.8.
- 박철영. (2009). 증권대차거래에 관한 법적 고찰. 『증권법연구』, 10(2), 183-217.
- 박호진, 박광로. (2006). 『P2P 기술 동향 및 홈네트워크 응용』.
- 백상용. (2009). 조절변수 탐색을 위한 기술수용모형 메타분석. 『경영학연구』, 38(5), 1353-1380.
- 법원행정처. (2003). 『법원실무제요』. 서울: 법원행정처.
- 산업연구원, 조현승, 김상훈, & 김승민. (2019). 『블록체인 산업 현황과 활용 확산을 위한 정책 방향』. 서울: 산업연구원.
- 서은영. (2008). “공제조합의 회계제도에 관한 연구 : 자동차 공제조합 중심으로”. 경남대학교 경영대학원 석사학위논문.
- 성은중. (2011). “건설보증제도의 문제점과 그 개선방안에 관한 고찰”. 경희대학교 행정대학원 석사학위논문.
- 성태제. (2014). 『SPSS/AMOS/HLM 을 이용한 알기 쉬운 통계분석』. 서울: 학지사.
- 성태제, 시기자. (2014). 『연구방법론』. 서울: 학지사.
- 손영철. (2011). 환매조건부매매 및 대차거래에서의 세법상 실질주의 적용에 관한 연구. 『조세법연구』, 17(3), 193-229.
- 손진홍. (2013). 『채권집행의 이론과 실무』. 서울: 법률정보센터.
- 송재준, 류정필. (2019). 『(밑바닥부터 시작하는) 비트코인』. 서울: 한빛미디어.
- 송종준. (2001). Repo거래의 법적 성질론. 『증권법연구』, 2(2), 179-201.
- 송지준. (2015). 『(논문작성에 필요한) SPSS/AMOS 통계분석방법』. 파주: 21세기사.
- 송해창. (2010). “데이터 아키텍처 구축과 품질지표 평가 방안에 관한 연구”.

- 한양대학교 공학대학원 석사학위논문.
- 시미즈, 사이토, 사토우, 오가사와라, 우에노하라, 이와사키. (2019). 『하이퍼레저 패브릭 철저 입문』. 파주: 위키북스.
- 신건권. (2016). 『(석박사학위 및 학술논문 작성 중심의) Amos 23 통계분석 따라하기』. 서울: 청람.
- 신동익. (2011). 엔터프라이즈 아키텍처 심사 모델 연구: 주요성공요인과 정보화경영 모델. 『정보기술아키텍처연구』, 8(4), 317-331.
- 신현기. (2016). “건설공사대금 보증제도의 개선방안 연구”. 광운대학교 대학원 박사학위논문.
- 아카하네, 요시하루. (2017). 『블록체인 구조와 이론』. 파주: 위키북스.
- 안토폴로스, M., 최은실, 김도훈, 송주한, 코인플러그. (2015). 『비트코인, 블록체인과 금융의 혁신』. 서울: 고려대학교 출판문화원.
- 양동현, 안준모, 민형진, 이석준. (2014). BPO 환경 하에서 DeLone & McLean의 정보시스템 성공모델 실증 테스트에 관한 연구. 『상경연구』, 39(1), 113-133.
- 양영식, 송인방. (2018). 블록체인 스마트계약의 상용화 대비를 위한 법적 과제. 『법학연구』, 18(2), 105-130.
- 양희원. (2019). “Repo거래와 증권대차거래에 관한 연구”. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 에이이피(AEP)코리아네트. (2017). 『비트코인 시스템에서 사용하는 암호 기술. 암호이야기』,
- 오명운. (2017). 가볍게읽어보는블록체인이야기. 『마이크로소프트웨어, 390호: 오픈의 꿈』, 30.
- 오영수, 김경환, 박정희. (2011). 일반공제사업 규제의 합리화 방안. 『정책.경영보고서』, 2011(2), 1-152.
- 우종필. (2012). 『(우종필 교수의) 구조방정식모델 개념과 이해』. 서울: 한나레아카데미.
- 유거송 (2018). 블록체인. 『한국과학기술기획평가원(KISTEP), 기술동향브리프』 2018-01호.

- 유연재, 김정식. (2012). 전자제품에서 기술수용모형의 확장. 『한국심리학회지 소비자·광고』, 13(3), 365-402.
- 유재현, 박철. (2010). 기술수용모델(Technology Acceptance Model) 연구에 대한 종합적 고찰. 『Entrue Journal of Information Technology』, 9(2), 31-50.
- 윤경. (2000). 『보전처분(가압유.가처분)의 실무』. 서울: 법률정보센터.
- 윤경. (2011). “국제 증권대차거래계약에 관한 법적 고찰”. 성균관대학교 일반대학원 석사학위논문.
- 윤재운. (2003). 건설관련 보증. 『인권과 정의』. 324(-), 4.
- 이광수. (2012). “고등교육기관 통합정보시스템 구축을 위한 성공모형에 관한 연구”. 성균관대학교 일반대학원 박사학위논문.
- 이광수, 안성진. (2014). 컴퓨터과학 : 고등교육기관 통합정보시스템 구축을 위한 성공모형에 관한 연구. 『컴퓨터교육학회 논문지』, 17(1), 83-96.
- 이규욱. (2019). “블록체인 기술 기반 스마트 컨트랙트에 관한 법적 연구”. 성균관대학교 법학전문대학원 박사학위논문.
- 이동기, 임치현. (2018). 블록체인 기반 서비스 시스템 아키텍처 정의. 『대한산업공학회 춘계학술대회논문집』, 2018(4), 2578-2582.
- 이동헌. (2006a). “건설보증제도에 관한 고찰”. 고려대학교 법무대학원 석사학위논문.
- 이동헌. (2006b). 『건설판례의 정리와 의문의 제기』. 파주: 한국학술정보.
- 이명활. (2020). 중앙은행 디지털화폐의 이해. 『국제금융연구』, 10(1), 65-104.
- 이미숙, 최재훈, 석재환. (2018). 정보시스템성공모델(ISSM)에 기초한 이러닝 품질, 학습자 만족, 전자구전행동 연구: 직장인과 비직장인 학습자 비교. 『경영교육연구』, 33(2), 1-21.
- 이병욱. (2018). 『비트코인과 블록체인』. 서울: 에이콘.
- 이병욱. (2019). 『블록체인 해설서』. 서울: 에이콘.
- 이석준, 김혜정, 민정익, 신다울. (2016). 성공적인 정보화 아키텍처 구현에

- 영향을 미치는 요인에 대한 연구: 한국 전자정부 사례를 중심으로. 『정보기술아키텍처연구』, 13(2), 203-216.
- 이선웅. (2018). “UTAUT2 모델을 이용한 블록체인 기술의 수용의도: 한국과 중국의 실증비교를 중심으로”. 충북대학교 석사학위논문.
- 이선웅, 정진섭, 윤영호. (2019). UTAUT2 모델을 이용한 블록체인 기술의 수용의도에 대한 실증연구. 『기업경영연구』, 26(6), 1-28.
- 이승민. (2020). “통합정보기술수용 모형을 적용한 도서관활용수업 활성화 방안 연구”. 공주대학교 일반대학원 박사학위논문.
- 이승한, 이요한, 신태영. (2019). 『실전! 하이퍼레저 패브릭』. 파주: 위키북스.
- 이영미. (2002). “아키텍처 트레이드오프 분석 방법을 적용한 소프트웨어 아키텍처 설계 방법”. 서강대학교 정보통신대학원 석사학위논문.
- 이은복. (2013). 스마트,기능이 아니라 가치로 결정된다. 『LG Business Insight』. LG경제연구원
- 이장석. (2020). “확장된 기대일치모델과 정보시스템 성공모형을 통합 적용한 OTT 서비스 지속이용 예측에 관한 연구”. 중앙대학교 대학원 박사학위논문.
- 이재현. (2017). “비트코인 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 석사학위논문.
- 이제영. (2017). 블록체인 (Blockchain) 기술동향과 시사점. 『동향과 이슈』 (34), 1-21.
- 이제영. (2018). 블록체인 3.0 시대와 암호화폐의 미래. 『Future Horizon』 (37), 32-35.
- 이종광, 이의섭, 빈재익. (2009). 『건설보증시장 개방의 문제점과 정책대안』, 대한건설정책연구원. 한국건설산업연구원.
- 이종수. (2019). “계층화 의사결정법을 이용한 가상화폐 보유 의도에 미치는 영향 요인의 분석”. 서울벤처대학원대학교 석사학위논문.
- 이준복. (2011). 합리적인 공제조합 운영을 위한 법적 연구. 『세계헌법연구』, 17(1), 81-106.

- 이지혜. (2018). 『타 산업 공제조합의 건설금융시장 진출의 문제점 및 개선 방안』. 한국건설산업연구원, 건설이슈포커스.
- 이차웅. (2019). 『블록체인, 플랫폼 혁명을 꿈꾸다』. 파주: 나남.
- 이학식, 임지훈. (2017). 『SPSS 24 매뉴얼』. 서울: 집현재.
- 이혁준, 이수미. (2016). 비트코인의 신뢰구조와 이중지불의 위협. 『정보보호학회지』, 26(2), 25-30.
- 이현실, 양지안. (2017). 『(SPSS/AMOS 논문 통계분석) 내비게이션』. 서울: 한나래출판사.
- 이현우, 박찬석, 고석하. (2009). 객체지향 개발 프로세스에서 비즈니스 프로세스 모델과 소프트웨어 아키텍처의 관계 연구를 위한 접근 방법의 제언. 『Entrue Journal of Information Technology』, 8(2), 19-29.
- 이현우, 이혜진, 고석하. (2009). 점증적 객체지향 개발과 소프트웨어 아키텍처 정의에 대한 분석. 『한국경영학회 통합학술발표논문집』, 2009(08), 1-10.
- 이흥제, 김종윤, 오법영, 한경석. (2018). 정보시스템 지속적 이용과 성과에 미치는 요인에 대한 연구 - UTAUT와 IS성공모델을 중심으로. 『정보기술아키텍처연구』, 15(1), 17-30.
- 이후빈. (2020). 『부동산 유통화 수단으로 블록체인 기술의 활용가능성 연구』. 국토연구원.
- 임기수. (2018). 『배당 방식의 다양화를 통한 공제조합의 자본안정성 제고 방안』. 한국건설산업연구원 연구보고서, 2018(1), 1-122.
- 임명환. (2016). 『블록체인 기술의 활용과 전망』. 한국전자통신연구원 (ETRI).
- 임명환. (2018). 블록체인 기술의 특징과 산업활용 및 시장전망. 『대한경영학회 학술발표대회 발표논문집』, 2018(04), 21-21.
- 임창석, 김영대. (2014). 기술수용모형(TAM)에 관한 탐색적 연구. 『호남대학교 대학원 논문집』, 9(-), 27.
- 장상록. (2012). 지자체칼럼 : 출자증권 선점유 및 공매로 고질채납세 징수.

- 『지방세포럼』, 1(0), 99-107.
- 전문건설공제조합. (2020). 『조합업무안내 2020』. 전문건설공제조합.
- 전성현. (2005). 엔터프라이즈 아키텍처 ; 엔터프라이즈 아키텍처 이해 : 조직적, 기능적, 인지적 속성을 중심으로. 『한국경영정보학회 학술대회』, 137-145.
- 전우정. (2015). 증권담보화의 현행법상 제약 및 활성화 방안 연구. 『증권법연구』, 16(2), 53-90.
- 전웅찬. (2014). “전사 아키텍처 활용을 통한 IT혁신과 IT의존성이 IT-비즈니스 연계에 미치는 영향 연구”. 국민대학교 비즈니스 IT전문 대학원 박사학위논문.
- 전현철. (2009). 건설보증의 종류와 법률관계. 『법학논총』, 22(-), 213-249.
- 정경영, 백명훈. (2017). 『디지털사회 법제연구』. 서울: 한국법제연구원.
- 정기수, 김. (2019). 『블록체인 산업 현황 및 국외 정책 동향. 이슈리포트 2019-38호』 서울: 정보통신산업진흥원.
- 정보통신정책연구원. (2018.12). 『지능정보기술의 사회적 수용성 모형 개발 및 결정요인 분석. 기본연구 18-08-04』, KISDI publication.
- 정순섭. (2004). 국제증권금융거래에 관한 법적 고찰 - 리포 거래를 중심으로. 『경영법률』, 14(2), 153-206.
- 정승렬, 강재화, 이봉규. (2010). 전사 아키텍처(EA)의 기능 정의 및 측정지표에 관한 실증적 연구. 『정보처리학회논문지D』, 17(1), 77-86.
- 정승렬, 신동원. (2009). 정보수명주기관리(ILM) 기반의 전사적 아키텍처(EA) 시스템 구축을 통한 정보관리 시스템의 활용성과 효율성 증대 방안에 관한 연구. 『정보기술 아키텍처연구』, 6(2), 107-121.
- 정승화. (2015). 증권대차거래의 투자자보호 및 위험관리에 관한 고찰. 『증권법연구』, 16(1), 59-93.
- 정원준. (2017). “공제조합 참여도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 고려대학교 행정대학원 석사학위논문.
- 조대협. (2015). 『대용량 아키텍처와 성능 튜닝』. 부천: 프리렉.

- 조문옥, 이진수, 조성완, & 반장현. (2020). 『하이퍼레저 패브릭 실전 프로젝트』. 서울: 에이콘.
- 조성인. (2019). “전자금융거래에서 새로운 접근매체의 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 주영주, 임규연, 박수영. (2014). 교원 원격직무교육에서 시스템품질, 정보품질, 서비스품질, 사용수준과 사용자만족도, 학습, 학습전이 간의 구조적 관계 분석. 『교육과학연구』, 45(3), 45-67.
- 진정숙, 김현모, 박주석. (2017). 모바일 간편결제시스템의 성공요인에 대한 연구 : DeLone과 McLean의 정보시스템 성공모형을 중심으로. 『정보기술아키텍처연구』, 14(2), 175-188.
- 채서일, 김주영. (2017). 『사회과학조사방법론』. 서울: 비앤엠북스.
- 최공필, 서정호, & 이대기. (2017). 『금융업의 블록체인 활용과 정책과제. 금융리포트』, 2017(2), 1-130.
- 최병삼. (2010). 『성장의 화두, 플랫폼』. SERI 경영노트.
- 최성수. (2019). “드론 배송 서비스 사용 의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 최수민. (2013). 『국내외 스마트 TV 시장 동향 분석』. 한국인터넷진흥원, NET Focus.
- 최정호, 양성은. (2013). 보증산업의 발전을 위한 보증공제조합의 문제점 분석 및 개선방안. 『보험학회지』, 95(-), 25-59.
- 최진명. (2010). 활용을 고려한 요구사항 기반 EA 구축 방안 연구. 『정보기술아키텍처연구』, 7(3), 237-248.
- 최창원. (2019). “가상화폐거래소에 대한 소비자 수용요인에 관한 연구”. 동의대학교 일반대학원 석사학위논문.
- 최창호. (2018). 『(논문 작성을 위한) SPSS·AMOS 한번에 끝내기』. 서울: 피오디컴퍼니.
- 최희석, Choi, H. S. (2007). “아키텍처 설계 결정 중심의 소프트웨어 아키텍처 평가 및 변형에 관한 연구”. 부산대학교 박사학위논문.
- 프리마베라 드 필리피, 아론 라이트. (2020). 『코드가 지배하는 세상』

- 온다』. 서울: 미래의창.
- 피넥터연구팀. (2016). 『블록체인 기술의 발전과정과 이해』. 피넥터 보고서.
- 한국예탁결제원, 이화택, 유춘화, 문판수, 박철영, 최경렬, 허항진. (2018). 『증권예탁결제 제도』. 서울: 박영사.
- 한국은행. (2016). 『분산원장 기술의 현황 및 주요 이슈』. 서울: 한국은행 금융결제국.
- 한국은행. (2019). 『중앙은행 디지털화폐』. 서울: 한국은행.
- 한국콘텐츠진흥원. (2019). GCC 6개국 블록체인 기술 도입동향 및 사례 분석. 『중동콘텐츠산업동향』, 2019년 6호.
- 한동범, 정찬기. (2011). MND-AF 기반 국방아키텍처 온톨로지 구축 및 활용방안 연구. 『정보기술아키텍처연구』, 8(1), 25-35.
- 한병성. (2018). “점포 IT관리의 서비스품질 및 시스템품질이 지속사용의도에 미치는 영향”. 숭실대학교 대학원 박사학위논문.
- 허분애, 정기원, 이남용. (2000). 4+1 뷰를 적용한 ERP 개념 모델 개발. 『한국전자거래학회지』, 5(2), 81-99.
- 홍수열, 백승관. (2018). 『공제조합 운영현황 및 개선방안』. 환경부, 자원순환사회경제연구소.
- 홍승필, 민경식, 김혜리. (2017). 『블록체인 방식을 활용한 온라인 투표시스템 적용 가능성 연구』. 선거연수원 연구용역보고서, 한국인터넷정보학회.
- 홍유석, 온병원, 문병로, 주시형, 천종식, 윤주현, 김흥기. (2017). 『인공물의 진화』. 서울: 서울대학교출판문화원.
- 황병선. (2012). 『스마트 플랫폼 전략』. 서울: 한빛미디어.
- 황선웅, 조영석. (2012). 주식대차거래와 자본시장 유동성.. 『금융공학연구』, 11(1), 83-104.

2. 국외문헌

- Adolphs, P. (2015). RAMI 4.0: *An Architectural Model for Industrie 4.0*. Platform Industrie, 4.
- Agarwal, R., & Prasad, J. (1997). The role of innovation characteristics and perceived voluntariness in the acceptance of information technologies. *Decision sciences*, 28(3), 557–582.
- Ahn, H., Kang, S., & Lee, S. (2018). Reconstruction of execution architecture view using dependency relationships and execution traces. *Paper presented at the Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on Applied Computing*.
- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological bulletin*, 103(3), 411.
- Androulaki, E., Barger, A., Bortnikov, V., Cachin, C., Christidis, K., De Caro, A., . . . Manevich, Y. (2018). Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains. *Paper presented at the Proceedings of the thirteenth EuroSys conference*.
- Antonopoulos, A. M. (2017). *Mastering Bitcoin: Programming the open blockchain*: O'Reilly Media, Inc.
- Arun, J. S., Cuomo, J., Gaur, N. (2020). *Blockchain for Business* (번역서:블록체인, 기업의 미래를 결정하다). 부천: 프리렉.
- Association, I. S. (2000). *1471–2000–IEEE Recommended Practice for Architectural Description for Software*. Intensive Systems. In.
- Bachmann, F., & Bass, L. (2001). Introduction to the attribute driven design method. *Paper presented at the Software Engineering, International Conference on*.
- Bachmann, F., Bass, L., Chastek, G., Donohoe, P., & Peruzzi, F. (2000). *The architecture based design method*. Retrieved from
- Bahsoon, R., & Emmerich, W. (2003). *Evaluating software architectures: Development stability and evolution*. Paper presented at the

- Proceedings of the ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications, Tunis, Tunisia.
- Bashir, I. (2019). *Mastering blockchain*(번역서:블록체인 완전정복 2/e). 서울: 에이콘.
- Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. (2013). *Software architecture in practice*. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley.
- Bass, L., Klein, M., & Bachmann, F. (2001). *Quality attribute design primitives and the attribute driven design method*. Paper presented at the International Workshop on Software Product-Family Engineering.
- Bernard, S. A. (2012). *An introduction to enterprise architecture*: AuthorHouse.
- Browne, R. (2017). Blockchain technology being considered by more than half of big corporations. According to Study, *CNBC*.
- Buterin, V. (2016). *What is Ethereum? Ethereum Official webpage*. Available: <http://www.ethdocs.org/en/latest/introduction/what-is-ethereum.html>.
- Buterin, V., & Vogelsteller, F. (2014). *Ethereum whitepaper*. Ethereum Foundation.
- Churchill, G. A. c. (1979). A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. *Journal of Marketing Research*, 16(1), 64-74.
- Clements, P., Kazman, R., & Klein, M. (2002). *Evaluating software architectures:: Methods and Case Studies*: Addison Wesley.
- Clements, P., Kazman, R., Klein, M., (2009). *Evaluating software architectures* (번역서:소프트웨어 아키텍처 평가). 의왕: 에이콘.
- Clements, P. C. (2000). *Active reviews for intermediate designs*. Retrieved from
- Council, C. (2001). *A practical guide to federal enterprise architecture*,

Version 1.0. Chief Information Officer Council.

- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319–340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8), 982–1003.
- De Filippi, P. D. F. (2018). *Blockchain and the law: The rule of code*: Harvard University Press.
- Delmolino, K., Arnett, M., Kosba, A., Miller, A., & Shi, E. (2016). Step by step towards creating a safe smart contract: Lessons and insights from a cryptocurrency lab. *Paper presented at the International conference on financial cryptography and data security*.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information systems research*, 3(1), 60–95.
- Delone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update. *Journal of management information systems*, 19(4), 9–30.
- Drescher, D. (2017). *Blockchain basics*(번역서:블록체인 무엇인가) (Vol. 276): Springer.
- Eeles, P. (2006). *What is a software architecture?* IBM. Retrieved March, 21, 2007.
- Epstein, Z. (2013). *Poll: People overwhelmingly prefer iOS7 design to iOS6*. BGR. In.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1977). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*.
- Gartner. (2018a). *The CIO's Guide to Blockchain Smarter with Gartner*.
- Gartner. (2018b). *The Future of Blockchain: 8 Scalability Hurdles to*

Enterprise Adoption.

- Gartner. (2018c). *Hype Cycle for Blockchain Business, 2018*.
- Gartner. (2018d). *2018 Worldwide Cybersecurity Forecast Report*.
- Gorton, I., Klein, J., & Nurgaliev, A. (2015). Architecture knowledge for evaluating scalable databases. *Paper presented at the 2015 12th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture*.
- Henderson, J. C., & Venkatraman, H. (1999). Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations. *IBM systems journal*, 38(2.3), 472–484.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS quarterly*, 75–105.
- Hitz, M., & Kappel, G. (1998). Developing with UML – Some pitfalls and workarounds. *Paper presented at the International Conference on the Unified Modeling Language*.
- Hou, W., & Trauboth, H. (1993). An approach to the development of the machine front end services in a CIM–OSA environment. *Paper presented at the Flexible Automation and Integrated Manufacturing, Proceedings of the Third International FAIM Conference*.
- ISLA. (2010). *Global Master Securities Lending Agreement*.
- ISO. (2018). 9241–11: 2018 (en). Ergonomics of human–system interaction—Part 11: Usability: Definitions and concepts.
- ISO/IEC JTC1 Directives. (1999). *Procedures for the Technical Work of ISO/IEC JTC1, ISO/IEC JTC1*. ISO, www.jtc1.org/directives/toc.htm.
- Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (1999). *The unified software development process*: Addison–Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Kasireddy, P. (2017). *How does Ethereum work, anyway?* published on Medium

- Kazman, R., Asundi, J., & Klein, M. (2001). Quantifying the costs and benefits of architectural decisions. *Paper presented at the Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering. ICSE 2001.*
- Kazman, R., Bass, L., Abowd, G., & Webb, M. (1994). SAAM: A method for analyzing the properties of software architectures. *Paper presented at the Proceedings of 16th International Conference on Software Engineering.*
- Kazman, R., Klein, M., Barbacci, M., Longstaff, T., Lipson, H., & Carriere, J. (1998). *The architecture tradeoff analysis method. Paper presented at the Proceedings. Fourth IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (Cat. No. 98EX193).*
- Killmeyer, J., White, M., & Chew, B. (2017). *Will blockchain transform the public sector.* Deloitte Center for Government Insights, Deloitte University Press.
- Klein, M. H., Kazman, R., Bass, L., Carriere, J., Barbacci, M., & Lipson, H. (1999). Attribute-based architecture styles. *Paper presented at the Working Conference on Software Architecture.*
- Kruchten, P. (1995). Architectural Blueprints—The 4+ 1 View Model of Software Architecture, *Software*, Vol. 12, Number 6. In: IEEE.
- Kruchten, P. (2004). *The rational unified process: an introduction:* Addison-Wesley Professional.
- Kwon, B. T., & You, Y. Y. (2019). The Effect of cash holdings on construction safety accidents and business failures – Focusing on Improvement of Risk Assessment model of small Construction trades. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 28(3), 91 – 99. Retrieved from <http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/274>
- Kwon, B. T., You, Y. Y., & Lee, S. K. (2020). Effect of Smart Attributes

- of SPA on Intention to Use of Blockchain System – Based on Securities Lending of Small and Medium Construction. *Research in World Economy*, Vol 11, No 2. doi:DOI: <https://doi.org/10.5430/rwe.v11n2p70>
- Lee, Y., Kozar, K. A., & Larsen, K. R. (2003). The technology acceptance model: Past, present, and future. *Communications of the Association for information systems*, 12(1), 50.
- Lin, S.-W., Miller, B., Durand, J., Joshi, R., Didier, P., Chigani, A., . . . Bleakley, G. (2015). *Industrial internet reference architecture*. Industrial Internet Consortium (IIC), Tech. Rep.
- Lopez, M. (2000). An evaluation theory perspective of the architecture tradeoff analysis method (ATAM). Retrieved from
- Menezes, A. J., Katz, J., Van Oorschot, P. C., & Vanstone, S. A. (1996). *Handbook of applied cryptography*: CRC press.
- Merkle. (2017). Wikipedia., <https://en.wikipedia.org/wiki/Merkletree>.
- Moore, S. (2018). *Top trends from Gartner hype cycle for digital government technology*, 2018. Gartner, September, 3.
- Mulligan, C., Scott, J. Z., Warren, S., & Rangaswami, J. (2018). Blockchain beyond the hype: A practical framework for business leaders. *Paper presented at the white paper of the World Economic Forum*.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.(2008). In.
- Offermann, P., Levina, O., Schönherr, M., & Bub, U. (2009). Outline of a design science research process. *Paper presented at the Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*
- Panetta, K. (2018). Widespread artificial intelligence, biohacking, new platforms and immersive experiences dominate this year's Gartner

Hype Cycle. *Smarter Gartner*.

- Peck, M. E. (2017). Blockchain world—Do you need a blockchain? This chart will tell you if the technology can solve your problem. *IEEE Spectrum*, 54(10), 38–60.
- Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (2011). *The experience economy*: Harvard Business Press.
- Pitt, L. F., Watson, R. T., & Kavan, C. B. (1995). Service quality: a measure of information systems effectiveness. *MIS quarterly*, 173–187.
- POW. (2017). Wikipedia.
- Rondeau, E., Divoux, T., Lepage, F., & Veron, M. (1995). MMS virtual manufacturing devices generation: the Paris subway example. *In Integrated Manufacturing Systems Engineering* (pp. 84–98): Springer.
- Rosenfeld, M. (2014). *Analysis of hashrate-based double spending*. arXiv preprint arXiv:1402.2009.
- Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. (2006). *Enterprise architecture as strategy: Creating a foundation for business execution*: Harvard business press.
- Seddon, P. B. (1997). A respecification and extension of the DeLone and McLean model of IS success. *Information systems research*, 8(3), 240–253.
- SEI. (2010). *What Is Your Definition of Software Architecture*. (Software Engineering Institute).
- Shaw, M., & Garlan, D. (1996). *Software architecture* (Vol. 101): prentice Hall Englewood Cliffs.
- Smith, C. U., & Woodside, M. (1999). Performance validation at early stages of software development. *System performance evaluation: methodologies and applications*, 383–396.

- Stevens, H., & Pettey, C. (2009). Gartner says worldwide smartphone sales reached its lowest growth rate with 3.7 per cent increase in fourth quarter of 2008. *Gartner Technology Business Research Insight*.
- Stoll, C. (2011). Multiscreen patterns. In: May.
- Struck, T. (2019). Blockchain technology—why does it matter? *WIPO Standards Workshop on Blockchain*.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. " O'Reilly Media, Inc."
- Swan, M. (2018). Blockchain for business: Next-generation enterprise artificial intelligence systems. *In Advances in computers* (Vol. 111, pp. 121–162): Elsevier.
- The Open Group. (2018). *The Open Group Standard_The TOGAF® Standard*. Version 9.2.
- Tvedt, R. T., Costa, P., & Lindvall, M. (2004). Evaluating software architectures. *Adv. Comput.*, 61, 1–43.
- Valenta, M., & Sandner, P. (2017). *Comparison of ethereum, hyperledger fabric and corda*. no. June, 1–8.
- Varga, P., & Janky, F. (2019). Blockchains for Industrial IoT—a Tutorial. *ResearchGate*
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2), 273–315.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186–204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425–478.

- Verge, T. (2011). *iOS: A visual history*. In: Recuperado el.
- West, S. G., Finch, J. F., & Curran, P. J. (1995). *Structural equation models with nonnormal variables: Problems and remedies*.
- Williams, T. J. (1994). The Purdue enterprise reference architecture. *Computers in industry*, 24(2-3), 141-158.
- WORLD ECONOMIC FORUM(WEF). (August 2016). *The future of financial infrastructure*.
- Wüst, K., & Gervais, A. (2018). Do you need a blockchain? *Paper presented at the 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT)*.
- Xu, X., Weber, I., Staples, M., Zhu, L., Bosch, J., Bass, L., . . . Rimba, P. (2017). A taxonomy of blockchain-based systems for architecture design. *Paper presented at the 2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA)*.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. *Paper presented at the 2017 IEEE international congress on big data (BigData congress)*.

부 록

설문지

안녕하십니까?

본 설문은 블록체인기반 출자증권 대차거래 시스템 수용요인에 관한 실증연구를 위해 진행되는 조사입니다.

응답 내용은 무기명으로 처리되고 본인의 연구 목적으로만 사용되며, 통계법 제3조(비밀의 보호 등)에 따라 철저한 보안이 유지됩니다.

본 설문 결과에는 좋고 나쁜 것이 없습니다. 느끼시는 바를 솔직하게 기록하여 주시면 감사하겠습니다.

설문에 대하여 궁금하신 점은 연구자에게 문의하여 주시기 바랍니다. 질문 모두가 연구 목적과 유기적으로 연결되어 있사오니 빠짐없이 답해 주시길 부탁드립니다. 귀하(사)의 협조에 다시 한 번 감사드립니다.

2020년 3월

※ 통계법 제3조(비밀의 보호 등)

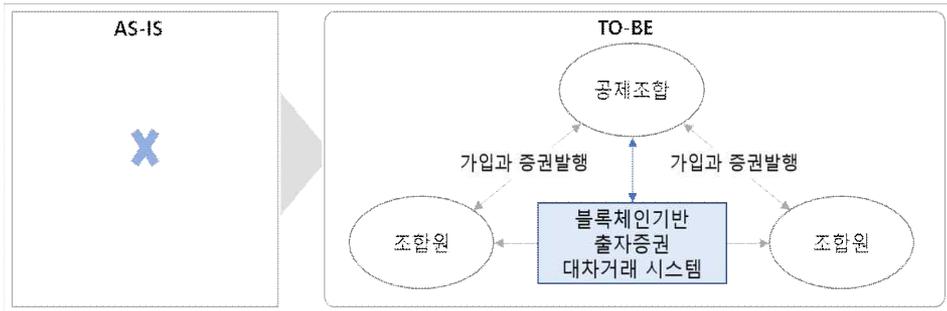
통계작성 과정에서 알려진 사항으로서 개인 또는 법인이나 단체의 비밀에 속하는 사항은 보호되어야 한다.

한성대학교 일반대학원 지식서비스&컨설팅학과 권병태 지도교수 유연우
문의 및 보내실 곳:

Tel. 010-9017-5148 / e-mail. a01090175148@gmail.com

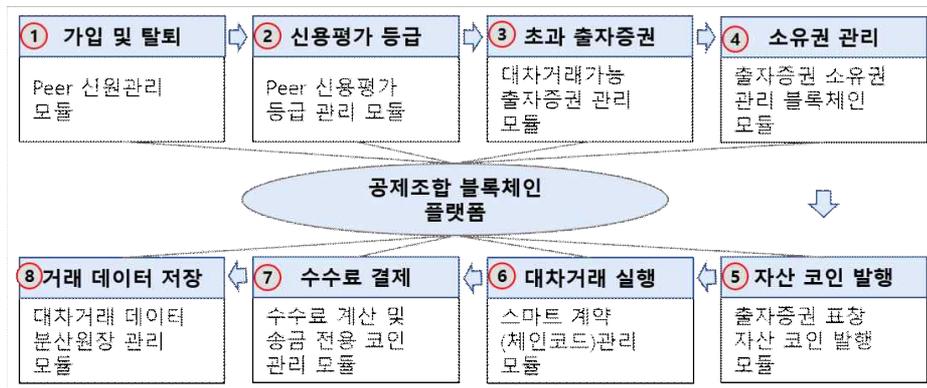
(출자증권 대차거래 시스템 기본 아이디어)

제안시스템의 현재는 시행하고 있지 않습니다. 새로 도입하려는 시스템의 기본 아이디어는 아래와 같습니다.



(제안 시스템의 거래 단계별 프로세스)

제안하는 시스템의 거래 단계별 프로세스는 아래 그림과 같습니다.



(블록체인 기반 출자증권 대차거래 시스템 설명)

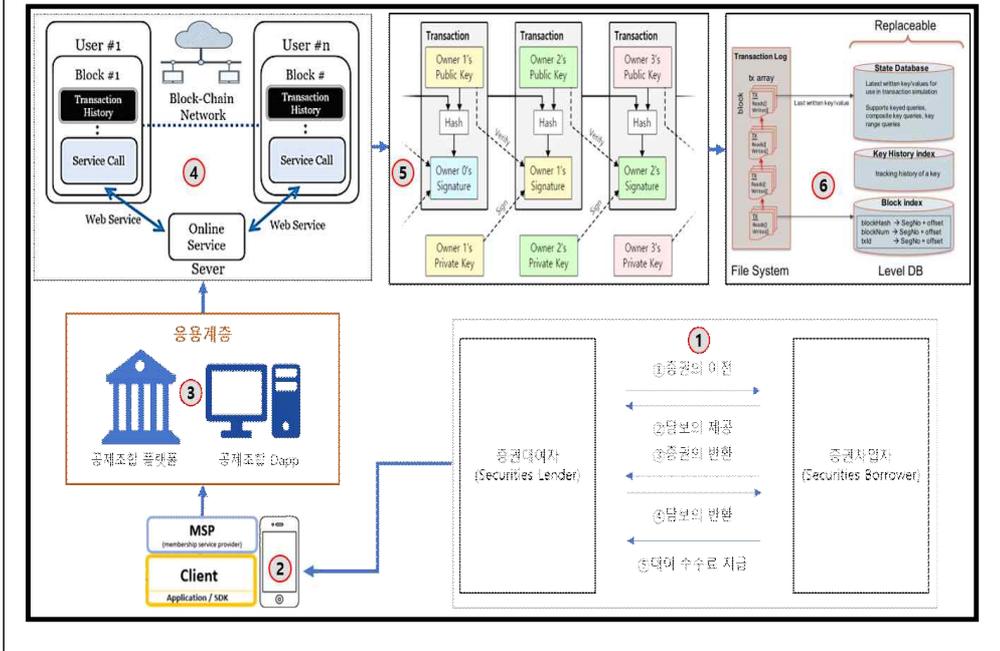
아래 그림은 블록체인을 기반으로 한 출자증권 임대 및 임차거래 시스템의 개요를 그림으로 표현한 것이다. 그림에 표시된 순서대로 시스템의 기능을 설명하면,

- ① 증권대여자와 증권차입자가 거래 계약을 체결한다.

- ② 공제조합 조합원의 PC나 모바일 기기로
- ③ 공제조합이 만든 거래 플랫폼에 스마트 폰 앱으로 접속
- ④ 거래를 한다.

이하는 서버에서 작동되므로 조합원은 인식하지 못한다.

- ④ (블록체인 기술이 작동되는 네트워크에 접속된다)
- ⑤ (각 거래는 블록에 암호화되어 기록되고)
- ⑥ (각 블록과 계정 및 암호키가 저장소에 체인으로 연결되어 저장된다.)



(연구 모형과 설문항목에 대한 설명)

아래 그림은 연구모형을 그림으로 표현한 것이다. 연구변수에 대한 정의를 설명하면 아래와 같다.

1. 시스템 품질

증권 대차거래를 하기 위한 컴퓨터를 포함한 하드웨어 (컴퓨터, 프린터)와 네트워크를 포함한 인터넷 그리고 보안 체계 등에 대한 품질

2. 정보 품질

블록체인 기반 증권 대차거래 시스템이 제공하는 스마트 계약거래 내용의 품질을 의미

3. 고객지향성

블록체인 기반 증권 대차거래 시스템의 사용목적에 효과적이고 효율적으로

달성하도록 돕는 기능을 의미

4. 지능성

고객의 거래 패턴을 정확하게 예측 할 수 있는 솔루션을 갖추었다고 믿는 정도를 의미

5. 인지된 유용성

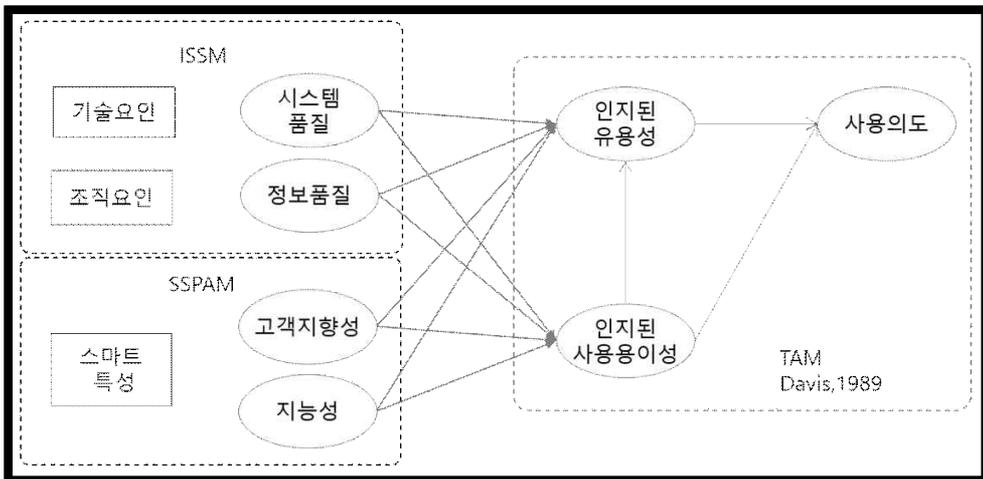
정보기술시스템을 사용함으로써 자신의 업무성과가 개선될 것이라고 믿는 정도를 의미

6. 인지된 이용용이성

정보기술시스템을 사용하는 것이 많은 노력을 필요로 하지 않는다고 믿는 정도를 의미

7. 사용의도

정보기술시스템을 실제로 사용하려는 의도



※ 설문작성 시 유의사항

각 문항을 읽고, 여러분의 생각에 가장 가까운 항목을 골라서 체크해 주시면 됩니다.

[작성 예시]

번호	설문문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	블록체인 기반 대차거래 시스템은 사용 방법을 알기 쉽게 설계되었다.	①	②	③	④ ✓	⑤

I. 이번 문항들은 연구 모형과 관련된 것입니다.

1. 이번 문항은 시스템 품질에 관한 질문입니다.

귀하의 생각과 가장 근접하다고 생각하는 부분에 체크(√)표시 바랍니다.

번호	설문문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	블록체인 기반 대차거래 시스템은 사용 방법을 알기 쉽게 설계되었다.	①	②	③	④	⑤
2	블록체인 기반 대차거래 시스템은 사용법이 쉬워 원하는 메뉴를 쉽게 찾아 업무를 처리할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
3	블록체인 기반 대차거래 시스템은 업무처리를 위한 다양한 기능을 제공하고 있다.	①	②	③	④	⑤
4	블록체인 기반 대차거래 시스템은 새로운 업무나 내·외부 요구에 적용할 수 있도록 잘 구성되어 있다.	①	②	③	④	⑤
5	블록체인 기반 대차거래 시스템은 타부서의 업무와 연계되어 정보공유가 쉽게 이루어지도록 구성되어 있다.	①	②	③	④	⑤

2. 이번 문항은 정보 품질에 관한 질문입니다.

귀하의 생각과 가장 근접 하다고 생각하는 부분에 체크(√)표시 바랍니다.

번호	설문문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	블록체인기반 대차거래 시스템은 완전한 정보를 담고 있다.	①	②	③	④	⑤
2	블록체인기반 대차거래 시스템에서 제공하는 정보는 신뢰할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
3	블록체인기반 대차거래 시스템에서 제공되는 정보는 사용자가 업무처리를 위해 필요로 하는 시기에 제공된다.	①	②	③	④	⑤
4	블록체인기반 대차거래 시스템에서 제공되는 정보는 업무처리를 위해 간결 명확한 정보를 제공하고 있다.	①	②	③	④	⑤
5	블록체인기반 대차거래 시스템에서 제공되는 정보는 업무처리를 위해 유용한 정보를 제공하고 있다.	①	②	③	④	⑤

3. 이번 문항은 고객지향성에 관한 질문입니다.

귀하의 생각과 가장 근접 하다고 생각하는 부분에 체크(√)표시 바랍니다.

번호	설문문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	블록체인기반 대차거래 시스템은 사용자의 요구사항에 맞는기능을 제공하여 선택하여 사용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2	블록체인기반 대차거래 시스템은 다양한 모듈을 사용하여 서비스 기능의 확장이 가능하다	①	②	③	④	⑤
3	블록체인기반 대차거래 시스템은 제품의 호환을 통하여 서비스 기능의 확장이 가능하다	①	②	③	④	⑤
4	블록체인기반 대차거래 시스템은 사용자의 참여를 통해 서비스/제품 기능의 다양성 확보가 가능하다.	①	②	③	④	⑤

4. 이번 문항은 지능성에 관한 질문입니다.

귀하의 생각과 가장 근접 하다고 생각하는 부분에 체크(√)표시 바랍니다.

번호	설문문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	블록체인기반 대차거래 시스템은 사용자가 서비스 기능을 통하여 기업 환경의 상황을 파악할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2	블록체인기반 대차거래 시스템은 시간에 따라 축적된 데이터를 통한 패턴 분석이 가능하다.	①	②	③	④	⑤
3	블록체인기반 대차거래 시스템은 분석기능을 통해 사용자의 의도나 행위를 미리 파악하여 대응할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
4	블록체인기반 대차거래 시스템은 다른 스마트 제품과의 통신 및 결합을 통해 확장된 서비스를 제공한다.	①	②	③	④	⑤

5. 이번 문항은 인지된 유용성에 관한 질문입니다.

귀하의 생각과 가장 근접 하다고 생각하는 부분에 체크(√)표시 바랍니다.

번호	설문문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	블록체인기반 대차거래 시스템은 신속한 업무처리가 가능하게 한다	①	②	③	④	⑤
2	블록체인기반 대차거래 시스템은 생산성 향상에 도움이 된다	①	②	③	④	⑤
3	블록체인기반 대차거래 시스템은 업무에 유용하게 활용 할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
4	블록체인기반 대차거래 시스템은 업무성과 개선에 도움이 된다.	①	②	③	④	⑤

6. 이번 문항은 인지된 사용용이성에 관한 질문입니다.

귀하의 생각과 가장 근접 하다고 생각하는 부분에 체크(√)표시 바랍니다.

번호	설문문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	블록체인기반 대차거래 시스템이 제공하는 메뉴는 쉽다	①	②	③	④	⑤
2	블록체인기반 대차거래 시스템은 사용할 때 기능이 쉽게 이해된다.	①	②	③	④	⑤
3	블록체인기반 대차거래 시스템은 사용자가 빠른 시간에 숙달할 수 있다	①	②	③	④	⑤
4	블록체인기반 대차거래 시스템기능은 사용자가 통제하기 쉬운 구조이다	①	②	③	④	⑤

7. 이번 문항은 이용 의도에 관한 질문입니다.

귀하의 생각과 가장 근접 하다고 생각하는 부분에 체크(√)표시 바랍니다.

번호	설문문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
----	------	-----------	--------	------	-----	--------

① 50억 미만 ② 100억 미만 ③ 200억 미만 ④ 300억 미만 ⑤ 400억 이상

7. 귀하의 회사내 직위는 무엇입니까?

① 대리급 직책 이하 ② 과장급 ③ 부장급 ④ 임원급 이상

8. 귀하의 회사 내 주요 근무 부서는 어디입니까?

① 토목 계열 ② 건축 계열 ③ 행정 관리 ④ 현장 및 기타

설문에 응답해 주셔서 감사합니다.

ABSTRACT

Acceptance Factors of Blockchain-based Subscription Certificate Securities Lending Smart System

Kwon, Byoung-Tae

Major in Management Consulting

Dept. of Knowledge Service & Consulting

The Graduate School

Hansung University

The purpose of this study is to establish a Securities Lending Smart System based on blockchain technology that can lease the Subscription certificate issued by the guarantee financial cooperative and held by construction companies, and to reveal the acceptance factors of potential users of the system.

In order to achieve the purpose of the study, the theoretical background and previous studies were reviewed. Prior research on the guarantee financial cooperative, which is an institution that issues Subscription certificate, on Subscription certificate, securities lending transactions, detailed information on blockchain, theory on information and trading systems, and models for characteristics of smart systems. Investigated. In addition, theoretical contents such as the technology

acceptance model (TAM), related prior research and components, which are representative theories related to the acceptance of new technologies, were reviewed. In order to find out the success factors of the blockchain-based securities lending transaction system, the theoretical contents such as the preceding research and components related to the success model of the information system were reviewed. As the research method, research design such as establishment of a research model, establishment of research hypothesis, and operational definition of variables, selection of samples and data collection, review of data normality, verification of reliability and validity of variables, and structural equation model analysis were used. As an empirical study, the research suitability of the collected data was reviewed, the fitness of the structural equation model was verified, and the results of the model and research hypothesis test were derived.

The implications derived by linking the research objectives and the results of the collection data analysis are as follows.

First, unlike previous studies, we explored whether the smart characteristics of the information and transaction system newly introduced in this study affect the belief variables of the technology acceptance model and the system acceptance intention. It was confirmed that the higher the smart characteristics of the system, that is, customer orientation and intelligence, the higher the perceived usefulness, perceived ease of use, and acceptance intention. As a result of checking, potential users wanted to reflect the requirements by grasping the user's requirements for system functions in advance, to be compatible with other systems, and to provide various modules.

Second, it is required to mount intelligence, which is an important characteristic of smart systems, in the system for research purposes. In other words, the system should be designed to communicate with users,

and the architecture should be designed to analyze the pattern of accumulated data, so that system users can be more comfortable.

Third, the system should be designed so that it is easy to learn how to use it, and it should be designed to have various functions for business processing, and it should be easy to apply to work and integrate with other systems to increase acceptance of potential users.

Fourth, transaction information and analysis information produced by the system and provided to customers must be complete, reliable, and timely to use information. In addition, information should be concise, clear, and useful for work to increase the acceptability of the system.

Fifth, the system should be designed to enable rapid business processing, and it should be helpful in improving productivity, and it should be helpful in improving the work performance of users in order to settle into a successful system.

Sixth, the system architecture is a blueprint for system configuration. When designing business architecture and system architecture, it is necessary to thoroughly conduct business requirements (ASR) and business market research, and design and implement models according to architectural design principles. I think that if you design the data architecture, solution architecture and technology architecture by reflecting the system success factors and new technology acceptance factors reviewed in this study, the success of the research purpose system will be achieved.