

박사학위논문

블록체인 활용 온라인 플랫폼 연구

－ 외국인 유학생의 이력관리를 중심으로 －

A Study on Online Platform with Exploiting Blockchain

－ Centered on Career Path for International Students －

2021년

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합제품전공

임 진 호

박 사 학 위 논 문
지도교수 김승천

블록체인 활용 온라인 플랫폼 연구

－ 외국인 유학생의 이력관리를 중심으로 －

A Study on Online Platform with Exploiting Blockchain

－ Centered on Career Path for International Students －

2020년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합제품전공

임 진 호

박 사 학 위 논 문
지도교수 김승천

블록체인 활용 온라인 플랫폼 연구

－ 외국인 유학생의 이력관리를 중심으로 －

A Study on Online Platform with Exploiting Blockchain

－ Centered on Career Path for International Students －

위 논문을 공학 박사학위 논문으로 제출함

2020년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합건설링학과

스마트융합제품전공

임 진 호

임진호의 공학 박사학위논문을 인준함

2020년 12월 일

심사위원장 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

국 문 초 록

블록체인 활용 온라인 플랫폼 연구 - 외국인 유학생의 이력관리를 중심으로 -

한 성 대 학 교 대 학 원
스 마 트 융 합 컨 설 팅 학 과
스 마 트 융 합 제 품 전 공
임 진 호

2019년 기준 약 16만명의 외국인 유학생이 한국에서 유학을 하고 있으며, 2023년까지 약 30만명의 외국인 유학생이 한국에서 유학을 할 것으로 예상되는 현실과 외국인 유학생과 이주노동자들에 대한 통합적이고 체계적인 온라인 이력 관리 플랫폼이 필요한 시점에서 본 연구를 통해 블록체인 기술과 플랫폼 경제를 활용한 가상화폐 보상형 통합 온라인 플랫폼 설계를 제시하고 구축 하였으며, 제시된 설계 방법론과 구축 방법론을 활용하여 온라인 플랫폼을 사용하지 않았을때의 비효율과 블록체인 기술을 활용함으로써 확보되는 데이터의 상호 신뢰성과 검증 확대를 증명하였다. 제시하는 온라인 플랫폼은 DoDream Chain으로 명명하며, 플랫폼의 구성은 첫째, 외국인 유학생, 현지유학원, 번역 공증기관, 간에 스마트계약(smart contract)를 통한 외국인 유학생 중심의 유학설계를 지원한다. 둘째, 유학 진로목표와 진로계획 수립을 통해 지속적인 한국유학의 동기부여와 경력관리가 가능토록 한다. 셋째, 주기적인 관찰로 중도탈락을 방지를 점검한다. 넷째, 외국인 유학생의 입학준비부터 유학과정 졸업후 전 과정에 대한 통합적인

이력관리를 한다. 다섯째, 취업매칭으로 외국인 유학생 동문과의 취업요건의 비교를 통해 현실적 유학생들의 맞춤형 설계가 가능하도록 구성하였으며, 본 연구는 한국으로 유학을 희망하고 유학을 하는 외국인 유학생들의 가장 큰 고민 사항인 유학 과정에서 발생하는 많은 문제를 블록체인 기술과 플랫폼 경제를 활용한 해결방안을 제시 하므로써 데이터의 신뢰성과 검증을 통하여 블록체인 기술을 적용한 가상화폐 보상형 온라인 통합 플랫폼을 제시하였다. 본 연구의 성과로 검증된 데이터를 활용한 온라인 플랫폼 구축으로 발생하는 정보를 외국인 유학생들에게 분석·제공하여 외국인 유학생의 유학결정과 경력관리 및 취업지원을 할수 있게 되기를 바라며, 외국인 유학생의 중도탈락 및 불법체류를 예방 할 수 있도록 외국인 유학생 개개인의 맞춤형 지원 서비스 구축을 위한 등대지기가 되기를 기대한다. 특히, 가상화폐 보상형 온라인 플랫폼으로써 다양한 플랫폼 경제 환경에서 활용성이 증대될 수 있는 방향으로 본 연구를 활용한 추가 연구를 기대한다.

【주제어】 블록체인, 외국인 유학생, 온라인 플랫폼, 가상화폐, 이주노동자

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구의 배경 및 필요성	1
1) 학령인구 감소와 외국인 유학생 유입	3
2) 외국인 유학생 증가 및 현황	6
3) 저출산 고령화에 따른 이주노동자 유입	13
4) 이주노동자 증가 및 현황	16
제 2 절 연구의 목적 및 방법	31
1) 외국인 유학생 및 이주노동자의 이력관리	31
2) 가상화폐 보상형 온라인 플랫폼 구현	37
3) 블록체인을 활용한 정보의 신뢰성	38
제 3 절 연구의 범위	41
1) 이력관리 플랫폼 아키텍처 설계	41
2) 이력관리 플랫폼 구현 및 성능검증	43
3) 외국인 유학생과 이주노동자의 가상화폐 활용	44
 제 2 장 관련기술 및 선행연구 분석	 45
제 1 절 블록체인	45
1) 블록체인 개요 및 특징	45
2) 스마트계약	56
3) 프라이빗 vs 퍼블릭 블록체인	57
4) 해외 주요국의 블록체인 동향	59
제 2 절 블록체인을 활용한 이력관리 제공사례	63
1) 블록체인 기반 취업 서비스 개발 필요성	63
2) 블록체인 기반의 채용 정보제공 시스템	64
3) 프랑스의 탈라오(TALAO) 블록체인 기반의 프리랜서 추천정보 제공 플랫폼	66

4) 미국 MIT 및 키프로스(Cyprus)의 University of NICOSIA	67
제 3 절 이력관리를 위한 유학 및 취업지원 플랫폼 연구	70
1) 이력관리 플랫폼 유형	70
2) 공공 유학 및 취업정보 플랫폼	72
3) 민간 유학 및 취업정보 플랫폼	73
제 4 절 요약 및 시사점	74
제 3 장 블록체인을 활용한 온라인 이력관리 플랫폼 설계	75
제 1 절 온라인 이력관리 플랫폼 아키텍처 설계	75
1) 온라인 이력관리 플랫폼 아키텍처 설계 방법론	75
2) 블록체인 기반의 아키텍처	75
제 2 절 온라인 이력관리 플랫폼 설계 방향 및 모델	78
1) 온라인 이력관리 플랫폼 설계 방향	78
2) 온라인 이력관리 플랫폼 아키텍처 설계	80
3) 분산형 DB 와 중앙집중식 DB	91
제 3 절 가상화폐	100
1) 가상화폐의 정의	100
2) 가상화폐 생태계	101
제 4 장 블록체인을 활용한 온라인 이력관리 플랫폼 구현	107
제 1 절 온라인 이력관리 플랫폼 구현범위	107
1) 온라인 이력관리 플랫폼 구현	107
2) 온라인 이력관리 시스템 및 인프라 구성	115
3) 시스템 성능지표	126
4) 온라인 이력관리 플랫폼 참여자를 위한 가상화폐의 생성	135
5) 온라인 이력관리 플랫폼 참여자를 위한 가상화폐의 보상	137
제 2 절 온라인 이력관리 플랫폼 성능 검증	139
1) 온라인 이력관리 플랫폼 기능 테스트	139
2) 블록체인을 활용한 경력관리 플랫폼 성능 테스트	153

제 3 절 연구의 성과	161
1) 온라인 이력관리 플랫폼 활용 일반적 기대효과	161
2) 온라인 이력관리 플랫폼 활용 외국인 유학생 관리 측면	162
3) 온라인 이력관리 플랫폼 활용 시사점	162
 제 5 장 결 론	 163
 참 고 문 헌	 165
 ABSTRACT	 174

표 목 차

[표 1-1] 2019년 우리나라 외국인 유학생수 비교	4
[표 1-2] 연도별 유학생수	6
[표 1-3] 대학유형별-지역별 중도탈락 외국인 유학생수	10
[표 1-4] 대학유형별-지역별 중도탈락 외국인 유학생 수 변동추이	11
[표 1-5] 외국인 유학생 불법체류 현황	12
[표 1-6] 이주노동자 입국절차	14
[표 1-7] 이주노동자 교육프로그램 안내	15
[표 1-8] 일본 체류자격별 외국인 근로자 추이	25
[표 1-9] 일본의 국적·체류 자격별 외국인 근로자 추이	25
[표 1-10] 한국유학을 선택한 이유(복수응답)	26
[표 1-11] 사회통합 프로그램과정 운영기관 현황	27
[표 1-12] 사회통합 프로그램 과정과 이수시간	28
[표 1-13] 이주노동자 지원센터 현황	28
[표 1-14] 외국인 유학생 이력관리 문제	32
[표 1-15] 교육국제화역량 인증제	34
[표 2-1] 블록체인 기술의 특징	50
[표 2-2] 블록체인의 주요기능	51
[표 2-3] 블록체인의 다양한 특징	52
[표 2-4] 블록체인 유형별 특징 및 사례	57
[표 2-5] 블록체인 네트워크 참여자 범위에 따른 유형	58
[표 2-6] 해외주요 ICT기업의 블록체인을 활용한 주요 개발현황	59
[표 2-7] 세계 각국의 블록체인 기반 서비스 활용 현황 및 계획	60
[표 2-8] 글로벌 블록체인 컨소시엄 현황	61
[표 2-9] 국내 주요기관의 블록체인 활동 현황	62
[표 2-10] 채용 관련 증명서 기존 전달체계 vs. 블록체인 활용 전달체계	65
[표 2-11] 가상화폐의 발전과 이더리움	71
[표 2-12] 이더리움 블록의 주요 요소들	73

[표 2-13] 트랜잭션의 필드 구성	74
[표 4-1] 온라인 플랫폼 시스템 운영환경	121
[표 4-2] 온라인 플랫폼 시스템 성능지표 실험	127
[표 4-3] 블록체인 기술 적용을 위한 네트워크 구조의 정의	133
[표 4-4] 시스템 운영 환경	140
[표 4-5] 실험 항목 및 정의	142
[표 4-6] 실험 세부 절차	143
[표 4-7] 실험 항목(TPS)	144
[표 4-8] 실험 항목(성공률)	145
[표 4-9] 실험 항목(리소스 소비)	146
[표 4-10] 실험 항목(탐지율)	147
[표 4-11] 실험 결과	149
[표 4-12] TPS 성능 수치 결과	150
[표 4-13] 블록에 저장되는 성공률 결과	152
[표 4-14] 평상시 대비 부하발생 시 리소스 사용량 결과	153
[표 4-15] 중복 데이터 탐지 성공률 결과	154
[표 4-16] 기능성 검증 시나리오 PoC	156
[표 4-17] 품질 검증 PoC	157
[표 4-18] 유지보수 검증 PoC	158
[표 4-19] 성능검증 PoC	159

그 립 목 차

[그림 1-1] 대학입학 희망자의 정원 추이와 연도별 외국인 유학생 현황	5
[그림 1-2] 지역별 유학생 수	6
[그림 1-3] 외국인 유학생 주요 국가별 현황	7
[그림 1-4] 외국 유학생 중도탈락 현황	9
[그림 1-5] 외국인 유학생 불법체류 현황	12
[그림 1-6] 외국인 주민현황	18
[그림 1-7] 고용허가제 고용동향(이주노동자 수)	20
[그림 1-8] 대만내 이주노동자 현황	22
[그림 1-9] 일본의 인력부족 인원 전망	24
[그림 1-10] 일본의 신규 이주노동자 수용제도 개요	24
[그림 1-11] 이주노동자 이력관리 문제	36
[그림 1-12] 스마트 계약을 통한 외국인 유학생 입학절차	43
[그림 1-13] 두드림 토큰(DRM) 흐름	44
[그림 1-14] 블록과 블록구조	45
[그림 1-15] 블록구조	46
[그림 2-1] SHA-256 Logic	54
[그림 2-2] 취업준비용 항목별 예상 지출금액	63
[그림 2-3] MIT Global Entrepreneurship Bootcamp 디지털 증명서 조회 화면	67
[그림 2-4] Nicosia 대학의 블록체인 기반 증명서 발행(예시)	68
[그림 2-5] Skillchain社 의 Life Skill Passport 개념도	69
[그림 2-6] DoDream Chain 플랫폼의 취업 구인·구직 매칭 모형	71
[그림 2-7] 교육부 및 고용노동부 운영 플랫폼	72
[그림 3-1] 시스템 구성별 기능	76
[그림 3-2] DoDream Chain 플랫폼 아키텍처	76
[그림 3-3] DoDream Chain 플랫폼 네트워크 구성도	77
[그림 3-4] 외국인 유학생을 위한 온라인 플랫폼 단계별 설계 방향	78

[그림 3-5] 외국인 유학생을 위한 온라인 플랫폼 대상별 설계 방향	79
[그림 3-6] 목표 시스템 구성도	81
[그림 3-7] EVM을 적용한 시스템 구성도	82
[그림 3-8] 시스템에 적용되는 스마트계약	84
[그림 3-9] 전체 시스템 구성	85
[그림 3-10] 외국인 유학생 화면 기능 구조	86
[그림 3-11] 유학원 서비스 기능 구조	88
[그림 3-12] 공증기관 서비스 기능 구조	89
[그림 3-13] 대학 서비스 기능 구조	90
[그림 3-14] 중앙집중형 DB 형태의 대학 이력관리 시스템	93
[그림 3-15] 두드림체인 블록체인 검증 흐름	94
[그림 3-16] 스마트계약 구조	95
[그림 3-17] 스마트계약 구조 소스화면	96
[그림 3-18] 개인정보와 증명서의 블록구조	97
[그림 3-19] 스마트계약에서 문서등록 흐름	98
[그림 3-20] 스마트계약에서 문서조회 흐름	98
[그림 4-1] 유학생 조건 검색 사용자 화면	108
[그림 4-2] 대학교 검색 사용자 화면	109
[그림 4-3] 유학원 검색 사용자 화면	110
[그림 4-4] 유학원 검색 관리자 화면	111
[그림 4-5] TOPIK 문제관리 관리자 화면	112
[그림 4-6] 대학교 검색 관리자 화면	113
[그림 4-7] 다각도 검증을 위한 스마트 계약 구조	114
[그림 4-8] 온라인 이력관리 시스템 및 인프라 구성	115
[그림 4-9] 이력관리 사용자 정보입력 구조	115
[그림 4-10] 이력관리 스마트계약 구조	117
[그림 4-11] 두드림 데이터의 구성	118
[그림 4-12] 두드림체인의 개념도	119
[그림 4-13] 블록체인 구조	119

[그림 4-14] 작업증명(PoW)방식 처리 흐름도	122
[그림 4-15] 지분증명(PoS)방식 처리 흐름도	123
[그림 4-16] Hyperledger Fabric 구성도	124
[그림 4-17] 트랜잭션 처리 흐름도	125
[그림 4-18] 체인 소스코드 화면	130
[그림 4-19] 블록저장 화면	130
[그림 4-20] 블록생성 화면	131
[그림 4-21] 비교과 등록 화면	131
[그림 4-22] 진단 등록 화면	132
[그림 4-23] 상담 등록 화면	133
[그림 4-24] 가상화폐의 생성	135
[그림 4-25] 포인트가 가상화폐로 전환되는 과정 사용자 화면	136
[그림 4-26] 포인트가 가상화폐로 전환되는 과정 소스코드	136
[그림 4-27] 가상화폐의 보상	137
[그림 4-28] 가상화폐가 포인트로 전환되는 과정 사용자 화면	138
[그림 4-29] 가상화폐가 포인트로 전환되는 과정 소스코드	138
[그림 4-30] 실험환경 구성도	141
[그림 4-31] TPS성능수치 상세결과	149
[그림 4-32] DoDream 트랜잭션 비교	150
[그림 4-33] 블록에 저장되는 성공률 상세결과	152
[그림 4-34] 평상시 대비 부하발생시 리소스 사용량 비교결과	153
[그림 4-35] 외국인 유학생 증명서류 검증 절차	156

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 필요성

지난 2000년에 약 4,000명이던 국내 외국인 유학생 숫자는 2001년 ‘외국인 유학생 유치 확대 종합 방안’¹⁾²⁾ 등의 정부 유학생 정책 마련과 해외에서의 유학생 박람회 유치 등 외국인 유학생 모집을 위한 다양한 노력의 결과로 2005년에는 2만 2,526명으로 늘어나기 시작해 약 20년의 시간이 경과한 2019년에는 16만 명을 넘어섰다.³⁾ 이주노동자의 경우도 2004년에 고용허가제를 도입한 이후 이주 노동자를 고용한 사업장은 2019년 기준 약 7만여 개, 이주노동자(E-9)는 약 22만 명 수준이며 제조업, 농축산업, 건설업, 어업 등에 주로 종사하고 있다.

외국인 이주노동자 권리협약(정식명칭은 ‘이주노동자와 그 가족의 권리보호를 위한 국제협약’, ‘International Convention on the Protection of the Rights of All Migrant Workers and Members of their Families’)을 1990년에 UN은 채택하였다.⁴⁾⁵⁾⁶⁾ 협약은 미등록 체류자를 포함한 모든 이주노동자들과 그 가족들의 인권 보장을 적극적으로 규정하고 있으며, 협약의 발효를 기념하여 2000년부터 매년 12월 18일을 UN이 정한 ‘세계 이주노동자의

1) 한국 중등교육의 국제화 활성화 방안: 한국과 중국의 중등학교 사례를 중심으로, 한국교원단체 총연합회 정책 추진국, 2018.

2) 백성준. (2015). 우수 외국인 유학생 유치 정책 개선 방향. KDI 국제정책대학원. 『HRD Review』, 7. pp. 66-79.

3) 대학저널. 2019.9.25. www.dhnews.co.kr

4) 장민영. (2018). 기후변화와 지속가능 법제연구: 인권-환경 이주민의 법적 지위 및 보호. 『한국법제연구원』, 기후변화법제 연구, 18-17. pp. 140.

5) 김태균, 김보경, 심예리. (2016). 국제개발 규범의 국내화 과정에 관한 연구: 지속가능발전목표(SDGs)와 한국의 국내이행 정책수립에 관하여. 서울대학교 국제대학원. 『국제지역연구』, 25(1). pp. 81-125.

6) 대구, 세계 이주노동자의 날 맞아 노동인권보장 법률제정 촉구.

날'로 지키고 있다. 따라서, 세계 이주노동자의 날은 이주노동자 와 그 가족의 보편적이고 기본적인 권리는 어느 국가에서든 보장되어야 한다는 것을 전 인류가 공유하는 날⁷⁾로서 의미를 가진다. 뿐만 아니라 모든 나라에서 이주 노동자들이 차별받지 않고 동등한 권리를 가질 수 있도록 적극적으로 실천하는 날이기도 하다.

이제 전 세계 국가들은 4차 산업혁명 기술을 활용하여 초연결, 초지능, 융합을 통해 서로 연결되고 더 지능적인 사회로의 변혁을 통해 자신의 과제를 해결하고 강점을 유지하고 강화하는 정책을 수립하고⁸⁾ 있으며, 블록체인 기술이 모든 종류의 등록, 보관, 거래에 적용 가능함에 따라 전 세계적으로 블록체인을 이용한 국가 차원의 시스템 개발이 한창 진행중에 있다.⁹⁾ 2016년 세계경제포럼(WEF, World Economic Forum)에 참가한 글로벌 전문가 및 경영진의 50% 이상이 '2025년까지 글로벌 GDP의 10%가 블록체인 플랫폼에서 발생할 것'으로 전망¹⁰⁾하였으며, Gartner는 블록체인 관련 비즈니스 규모가 '22년 100억 달러에 이를 것'으로 예상 하였다.¹¹⁾¹²⁾

세계적인 미래학자인 돈 탭스콧(Don Tapscott)은 블록체인 혁명이 향후 30년을 지배할 것이며, 차세대 핵심 기술¹³⁾로 모든 세상을 변화시킬 것이라 언급하였다.¹⁴⁾ 그동안 외국인 유학생의 중도탈락, 불법체류 문제 이주노동자의 취업지원에 대하여 파편적인 연구들은 진행되었지만, 통합화된 이력관리와 동기부여 방안은 미흡하다. 하여, 블록체인의 본질적인 특징인 온라인 플랫폼 참여자에 대한 네트워크의 참여범위, 무결성을 유지하기 위하여 가상화폐를 통한 보상으로 플랫폼 참여자의 동기부여와 활성화에 대한 연구가 필요

7) 대구, 세계 이주노동자의 날 맞아 노동인권보장 법률제정 촉구.

8) 이종엽. (2019). 공공서비스 분야 블록체인 기술 활용 확산 방안. 『정보통신기획평가원』, 주간 기술동향. pp. 16.

9) 김정호, 강성원, 안희정, 이찬건. (2018). 블록체인 오픈소프 플랫폼의 구축 및 평가. 『ICSE 소프트웨어 엔지니어링 제40회 국제컨퍼런스』, pp. 185-186.

10) 김성준. (2017). 블록체인 생태계 분석과 시사점. 『한국과학기술기획평가원』, pp. 66.

11) 김재생, 김정훈, 경태원. (2014). 대학생들을 위한 취업지원관리시스템의 설계 및 구축안 -사례연구. 『한국디지털정책학회』, ISSN:2713-6434, pp. 329-338.

12) 김성준. (2017). 블록체인 생태계 분석과 시사점. 『한국과학기술기획평가원』, pp. 66.

13) 미래를 바꿀 기술, 블록체인. (2016). 『한국과학기술기획평가원』, 주간기술 동향. pp. 26.

14) A. Kosba, A. Miller, E. Shi, Z. Wen and C. Papamandthou. (2016). Hawk: The Blockchain model of cryptography and privacy-preserving smart contract, Security and Privacy (SP), IEEE Symposium on, pp. 839-858.

하다.¹⁵⁾¹⁶⁾

1) 학령인구 감소와 외국인 유학생 유입

오늘날 비교적 동질적인 문화를 가지고 있었던 국가들이 자본, 노동과 교육의 세계화와 개방화의 영향으로 국가 간의 인적, 물적 교류가 활발해짐에 따라 외국인 유학생의 유입, 외국인 노동자의 이주와 함께 이에 따른 이질적 문화와 다양한 종교의 유입에 따른 다문화 사회의 도전에 직면하고 있다.¹⁷⁾ 우리나라도 1990년대 초부터 외국인들의 국내 이주가 증가하면서 다양한 영역에서 내국인과의 접촉과 교류가 확대되었다. 반만년의 역사를 자랑하는 우리 사회는 ‘단일민족’, ‘단일혈통’의 역사에 기반하여 우리 사회의 정체성과 전통성을 구축하여 왔지만, 오늘날의 우리 사회는 더 이상 이러한 과거 수천년에 걸쳐 이루어진 역사 기반으로 사회의 구성원을 정의하고 정책 방향을 제시하는 데는 한계에 직면해 있다. 현재, 외국인 유학생, 외국인 노동자, 결혼 이민자등의 외국인 주민 관련 행정은 대부분 지역별 다문화가족지원센터, 외국인 노동자지원센터, 출입국·외국인청의 사회통합 프로그램 운영기관 등을 통한 외국주민의 안정적 국내정착을 파편적 또는 분절화된 형태의 대면 접촉을 통한 단편적 안내에 그치고 있으며 외국인 유학생, 이주노동자에 대한 교육 기반 고도화 및 취업지원에 대한 현실적인 수요를 감당하기 위한 수요측면의 충분한 정보와 자료를 통한 수요자 중심의 맞춤형 지원과 안내가 필요하다.¹⁸⁾

특히, 2010년부터 발생한 저출산 기조는 가파른 학령인구의 감소를 유발하고 있으며, 이에 따라 대학교 입학생은 점점 감소하고 있어서 등록금 동결로 인한 재정난은 대학교로 하여금 새로운 돌파구를 필요로 한다. 또한, 한류의 영향

15) V. Buterin, (2014). A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. pp 21-23.

16) 서용철, 박성훈, 김영목, 이재엽, 김윤. (2019). 단일노드 인스턴스에서 키-값 저장소 기반 분산 NoSQL 데이터베이스 성능비교. 『디지털콘텐츠 학회 논문지』, 20(11), pp. 2227-2235.

17) 이용희, 오동주, 박수홍. (2015). 대학생의 활동중심 진로교육을 위한 웹기반 인터페이스 설계. 『한국디지털정책학회』, 19(3), ISSN:2733-8428, pp. 345-360.

18) 윤인진. (2016). 다문화 소수자에 대한 국민인식의 지형과 변화. 디아스포라 연구. 전남대학교 『세계 한상문화 연구단』, 10(19), pp. 125-154.

을 받아 한국으로 진학하고자 하는 외국인 학생은 점점 늘고 있다. 외국인 유학생은 경제, 정치외교 그리고 사회,문화 등 다방면의 장점을 갖고 있기 때문에 인재 유치를 위한 최고의 인적자본으로 간주된다.¹⁹⁾ 체류 중 유학생들이 발생시키는 소비 촉진과 교육수지 개선의 효과를 볼 수 있고, 졸업 후에는 본국의 언어와 해외 경험을 살려 우수인재로서 노동시장에서 긍정적 영향을 기대할 수 있다.²⁰⁾ 정치 외교적으로는 우호적인 인적 네트워크를 구축할 수 있고 문화적 경험을 공유할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 배경 아래, 교육부는 2023년까지 20만 명의 외국인 학생을 유치하겠다는 목표를 세웠으며 대학교는 캠퍼스의 글로벌 역량 강화를 위해 노력하고 있다. 다시 말하면, 우리사회에서 외국인 유학생 모집은 거스를 수 없는 흐름이라 할 것이다.²¹⁾²²⁾

[표 1-1] 2019년 우리나라 외국인 유학생수 비교

구분	총계	구분1		구분2			
		학위과정	비학위과정	대학	전문대	대학원	*기타
2019년	160,165	100,215	59,950	111,858	11,492	35,506	1,309
2018년	142,205	86,036	56,169	99,806	9,639	31,484	1,276
2017년	123,858	72,032	51,826	88,511	6,245	27,874	1,228
비교(2009)	75,850	258,283	167,945	300,175	27,376	94,864	3,813

(*기타는 방송대 및 사이버대 등)

2019년 우리나라 고등교육기관의 외국인 유학생 전체 현황은, 학위 과정의 유학생수가 크게 증가하고, 비학위과정(어학연수) 유학생수도 증가해 16만 165명으로 전년(14만 2,205명) 대비 1만 7,960명 (12.6%) 증가하였고, 10년 전인 2009년(7만 5,805명)과 비교하면 2배 이상 크게 증가 (8만 4,315명, 2.1배)

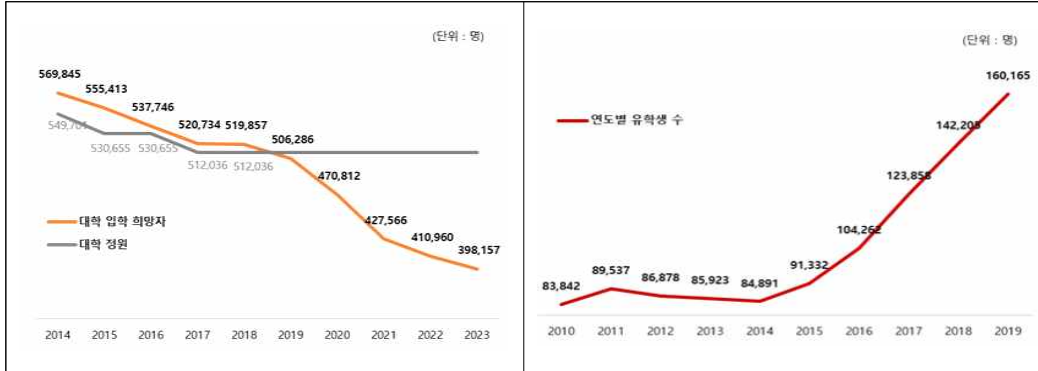
19) <https://blog.naver.com/dainleaders>, <https://medium.com/dodreamchain>.

20) K-H. Lee, and S-H. An. (2014). A Study on the educational tasks for revitalizing the competency-based education. The Korea Educational Review, Vol. 20. No. 1, pp. 141-173.

21) 이향수, 이성훈. (2016). 이주 노동자 정주화 방지 원칙에 대한 연구. 『디지털 정책저널』, ISSN: 1738-1916, 14(5), pp. 117-123.

22) 이윤환. (213). 정주외국인의 피선거권 도입 가능성에 관한 연구. 『한국디지털정책학회』, ISSN: 2713-6434, 11(3), pp. 13-22.

한 것으로 조사됐다.²³⁾



[그림 1-1] 대학입학 희망자의 정원 추이와 연도별 외국인 유학생 현황²⁴⁾

위 [그림 1-1]의 대학입학 희망자는 고교 졸업생과 재수생, 평생학습 수요 등을 포함한 추정치이며, 2018년 이후 대학 입학 정원 감축이 이뤄지지 않은 것으로 가정을 하였으며, 연도별 외국인 유학생 현황은 전문대학, 4년제 대학, 대학원, 원격대학, 각종 학교에 재학 중인 외국인 유학생을 모두 조사한 자료이다.²⁵⁾ 실제로 지난 5년 동안 유학생 수는 2010년 약 8만 4천 명에서 2019년 기준 16만 명까지 매년 20% 수준의 증가율을 보이고 있다.²⁶⁾ 이러한 추이가 이어진다면 교육부의 목표치를 뛰어넘어 2023년까지 30만 명 이상의 외국인 학생이 유학할 것으로 예상된다. 하지만, 외국인 유학생의 중요도와 관련 시장의 성장세와 다르게 유학생 모집과 관리 방식에는 큰 진척이 없다. 검증되지 않은 중개인이 대학교와 유학생 사이에서 부당한 수익을 올리고 있으며, 종이 서류를 이용한 행정관리 그리고 유학생들이 자생적이지 않고 형식적인 체류 지원정책에만 의존하고 있기 때문이다.²⁷⁾

23) <https://blog.naver.com/dainleaders>, <https://medium.com/dodreamchain>.

24) 교육부, 2019, 교육통계서비스, 대학알리미

25) 송문석, 황기식. (2020). 한국체류 외국인 유학생의 공공외교 강화전략 연구. 『한국민족연구원』, 민족연구 75, pp. 108-141.

26) <https://blog.naver.com/dainleaders>, <https://medium.com/dodreamchain>.

27) <https://blog.naver.com/dainleaders>, <https://medium.com/dodreamchain>.

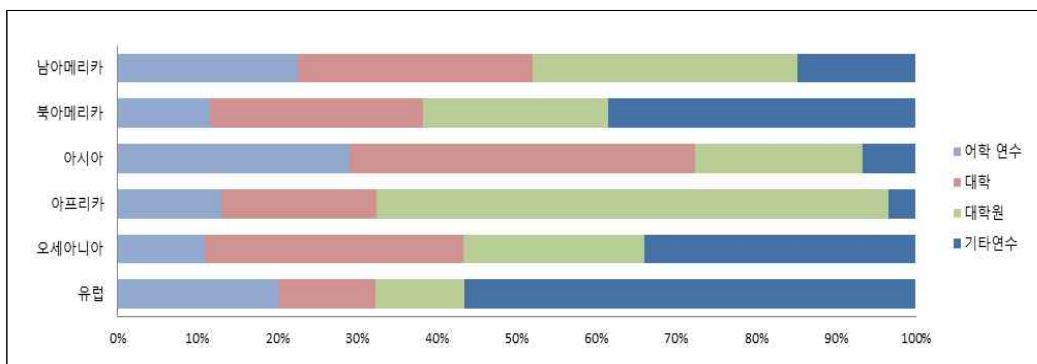
2) 외국인 유학생 증가 및 현황

교육부의 2019년도 국내 고등교육기관 외국인 유학생 통계에 따르면 160,165명(2019년 기준)이 재학중이다.

[표 1-2] 연도별 유학생수²⁸⁾

연도	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
유학생수	86,878	85,923	84,891	91,332	104,262	123,858	142,205	160,165

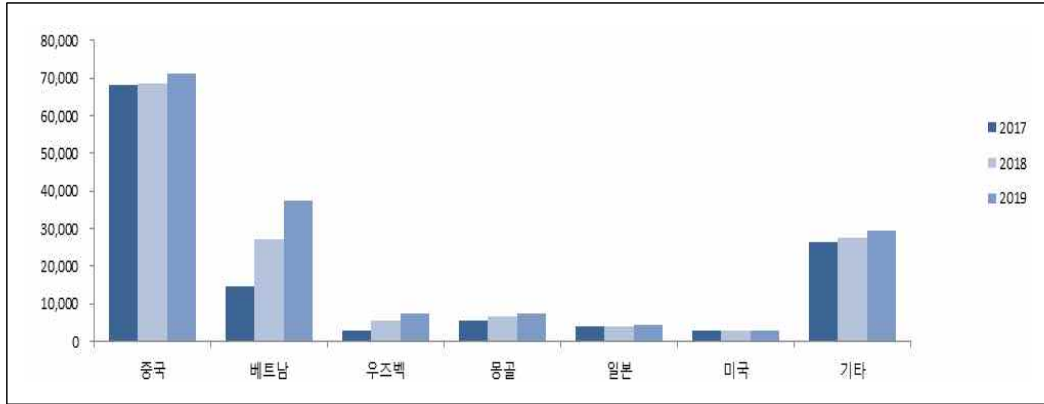
[표 1-2]와 같이 외국인 유학생수는 2012년 86,878명을 시작으로 2019년 160,165명으로 해마다 증가하고 있으며, 8년 사이에 약 54% 가까이 가파르게 증가하였다.



[그림 1-2] 지역별 유학생 수

[그림 1-2]와 같이 아시아권 지역의 외국인 유학생의 경우 단기 어학연수 보다는 정규 학위과정에 대한 분포가 약 70%로 높게 나타나 있으며, [그림 1-2]의 주요 국가별 현황에 보면 아시아 지역 국가중 중국이 약 80,000명에 육박하는 높은 유학생 분포를 보이며, 그 뒤로 베트남이 약 30,000명의 유학생으로 가파르게 증가하고 있다.²⁹⁾

28) 한국교육개발원 KEDI, 2019



[그림 1-3] 외국인 유학생 주요 국가별 현황 (출처: 교육부, 2019)

한국 유학을 준비하는 외국인 학생들은 필요한 정보를 얻고 제출할 서류들을 확인하기 위해³⁰⁾ 현지의 유학원 또는 현지의 중개인을 먼저 찾아서 필요한 정보를 얻고 제출할 서류들을 확인하는 경우가 많다. 하지만 정보의 비대칭으로 인한 의존적 관계가 형성되기 때문에 학생들은 어떤 유학원이 신뢰할 만한지 판단할 수 없으며³¹⁾ 언어 문제로 인해 원하는 정보를 온라인에서 찾는 것이 쉽지 않고, 유학절차 (상담, 서류준비, 서류접수, 한국어 교육, 비자 발급 등) 또한 까다롭기 때문에 대부분의 외국인 학생들은 오프라인 유학원이 주는 정보에 의존할 수 밖에 없는 것이 현실이다. 외국인 학생이 원하는 조건보다 유학원의 이익이 극대화되는 방향으로 유학 설계를 받게 되며, 이 과정에서 발생하는 높은 수수료와 비용은 학생들에게 전가되어 유학에 대한 부담을 가중 시킨다. 또한, 외국인 유학생이 한국에 입국하여 입학 후 대부분의 유학원은 학생들의 유학 생활 및 체류에 대한 관심을 갖지 않으며, 이는 도움을 받을 곳이 없는 유학생들의 중도탈락 유발과 한국 유학 생활 부적응 및 한국 유학 만족도를 떨어뜨리게 되는 요인이 된다.

국내 대학에서 중도 탈락하는 외국인 유학생 수는 해마다 2016년 2,753명, 2017년 3,593명, 2018년 4,742명으로 대학알리미 공시자료 통계로 나타

29) 김재생, 김경훈, 경태원. (2014). 대학생들을 위한 취업지원관리시스템의 설계 및 구축안—사례연구. 『한국디지털정책학회』, ISSN:2713-6434, pp. 329-338.

30) <https://blog.naver.com/dainleaders>, <https://medium.com/dodreamchain>.

31) wiki.hash.kr/index.php/두드림체인

난다.³²⁾ 중도탈락 하는 학생 수가 매년 빠르게 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 이처럼 학업에서 이탈하는 외국인 유학생들의 경우 소재 파악이 쉽지 않으며 불법체류자로 전락할 수 있는 가능성이 커지게 된다.³³⁾ 이렇게, 유학정보의 비대칭으로 인해 외국인 유학생이 한국으로 유학을 오는 과정에 대한 첫 단추를 잘못 채우는 셈이다. 유학 진학에 대한 설계 과정이 투명하지 않은 정보 접근 구조로 인해 만족도를 떨어뜨리고 유학생 관리 측면에서 효율적이지 못한 진학 설계가 형성되어서, 그에 따른 결과는 국내 대학교의 평판과 대한민국 국가 이미지의 저하로 이어지게 된다.³⁴⁾ 즉, 외국인 유학생들은 장기간에 걸쳐 한국에서 다양한 방식으로 접촉하고, 문화를 경험하면서 한국과 한국인에 대한 가치와 태도를 형성하게 되는데, 이는 외국인 유학생 모국의 일반인이 대부분 자국 언론을 통해 간접적인 형태로 한국에 대한 정보를 습득하고 이를 바탕으로 한국에 대한 태도를 형성하는 방식과 차이가 있다.³⁵⁾ 직접적인 경험에 의해 형성된 한국과 한국 국민들에 대한 태도는 간접 경험으로 형성되는 태도보다 더 강력하며 지속적일 수 있다.³⁶⁾ 따라서, 유학생의 한국에 대한 태도는 학기중이나 학업을 마치고 모국으로 귀국한 뒤에 자국민들에게 전파되며 그들의 태도 형성에 영향을 미친다. 많은 국가들은 공공외교(Public Diplomacy)관점에서 외국인 유학생을 통해 자국에 대한 긍정적인 태도를 조성하고 이해를 증진 시키려는 목적으로 외국인 유학생 유치 목적과 노력이 경제적 이득에만 국한하지는 않는다.³⁷⁾ 가치를 중시하는 측면이 있다. 한국에 유학을 온 외국인 유학생의 경우 본인들 출신국가에서 경제적으로 안정된 환경과, 사회 문화적으로 평균 이상의 지위를 갖고 있는 경우가 많으며, 문화 자본으로 귀결되는 학력 자본 측면에서 외국인 유학생이 학위를 취득하고 본인 출신 국가로 귀국하여 신분 상승 도는 신분의 재생산을

32) wiki.hash.kr/index.php/두드림체인

33) wiki.hash.kr/index.php/두드림체인

34) wiki.hash.kr/index.php/두드림체인

35) 송문석, 황기식. (2020) 한국체류 외국인 유학생의 공공외교 강화전략 연구. 『한국민족연구원』, 민족연구 75, pp. 109-134.

36) 송문석, 황기식. (2020) 한국체류 외국인 유학생의 공공외교 강화전략 연구. 『한국민족연구원』, 민족연구 75, pp. 109-134.

37) 대한민국 공공외교법 제2조에서, 국가가 직접 또는 지방자치 단체 및 민간부문과 협력하여 문화, 지식, 정책 등을 통해 외국인들이 한국에 대한 이해와 신뢰를 높이는 외교활동이라고 정의한다.

할 가능성이 높다. 특히, 한국대학에서의 학위가 경제 자본으로 전환될 개연성도 높다.³⁸⁾ 결국, 외국인 유학생들이 장기적으로 본국에 귀국한 이후에는 여론형성에 영향을 줄 수 있는 오피니언 리더로 성장할 확률이 높다. 이 경우 유학을 했던 국가에 대한 가치와 태도를 본인 출신 국가 국민에게 전파할 때 상대적으로 영향력을 발휘 할 수 있다는 의미가 될 수 있으며 향후 외국인 유학생의 모국과 유학 체류 국가 간의 여러 형태의 국제협력과 외교정책의 결정에 관여하는 그에 상응하는 신분적 지위를 획득했을 때 상당한 영향력을 행사할 수 있다. 또한, 장기적으로 공공외교적 관점에서 외국인 유학생이 갖는 사회적 문화적 경제적 특성은 매우 중요하며, 외국인 유학생은 중요한 전략적 자산임에도 불구하고 한국은 이를 제대로 활용하지 못하고있는 현실이다. 한국에 유학을 올 때는 한류와 정보기술, 높은 학문 수준과 선진 문화등에 기대를 걸고 왔지만 공부를 마칠 때에는 한국과 한국인에 대해 실망과 불만이 쌓인 상태에서 귀국하는 경우가 허다하다.³⁹⁾



[그림 1-4] 외국 유학생 중도탈락 현황⁴⁰⁾

외국인 유학생 중도탈락 현황은 [그림 1-4]에서 보여지는 것처럼 2016년

38) 송문석, 황기식. (2020) 한국체류 외국인 유학생의 공공외교 강화전략 연구. 『한국민족연구원』, 민족연구, Vol, No.75, pp. 108-141.

39) 송문석, 황기식. (2020) 한국체류 외국인 유학생의 공공외교 강화전략 연구. 『한국민족연구원』, 민족연구, Vol, No.75, pp. 108-141.

40) 교육부. (2019).

1,239명을 시작으로 2017년 1,328명, 2018년 1,563명으로 계속 증가하고 있다.⁴¹⁾ 또한, [표 1-3]과 같이 대학유형별-지역별 중도탈락 외국인 유학생수⁴²⁾를 보면 국공립 대학 보다는 사립대학이 수도권 대학 보다는 비수도권 대학의 외국인 유학생수가 매년 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 그 숫자를 보면 수도권 소재 사립대학의 경우 2017년 1,451명에서 2018년 1,797명으로 증가하여 2019년에는 2,039명으로 전체 중도탈락 외국인 유학생 비율의 45.21%를 차지하고 있다. 비수도권 사립대학의 경우는 그 정도가 더욱 심각하여서 2017년에는 761명에서 2018년 1,169명으로 증가하여 2019년에는 2,030명으로 전체 중도탈락 외국인 유학생 비율의 45.01%를 차지하고 있지만, 그 증가 비율은 약 38%를 넘을 정도로 중도탈락 증가율이 가파르게 나타나고 있다.⁴³⁾

[표 1-3] 대학유형별-지역별 중도탈락 외국인 유학생수 (2017~2019)⁴⁴⁾

(단위: 명, %)

전체		2017년	2018년	2019년
		2,535(100)	3,365(100)	4,510(100)
사립	소계	2,212 (87.26)	2,966(88.14)	4,069 (90.22)
	수도권	1,451 (57.24)	1,797(53.40)	2,039 (45.21)
	비수도권	761 (30.02)	1,169(34.74)	2,030 (45.01)
국공립	소계	323 (12.74)	399 (11.86)	441 (09.78)
	수도권	52 (2.05)	49 (1.46)	77 (1.71)
	비수도권	271 (10.69)	350 (10.40)	364 (8.07)

중도탈락 외국인 유학생 수 변동추이를 보여주는 [표 1-4]를 보면 국공립대학의 경우 2017년 대비 2018년에 중도탈락 인원이 수도권의 경우 -

41) 이향수, 이성훈. (2016). 이주 노동자 정주화 방지 원칙에 대한 연구. 『디지털 정책저널』, ISSN: 1738-1916, 14(5), pp. 117-123.

42) 송문석, 황기식. (2020). 한국체류 외국인 유학생의 공공외교 강화전략 연구. 『한국민족연구원』, 민족연구 75, pp. 108-141.

43) 백성준. (2015). 우수 외국인 유학생 유치 정책 개선 방향. KDI 국제정책대학원. 『HRD Review』, 7. pp. 66-79.

44) 대학알리미 2019년 10월 31일 기준

6.12% 감소와 비수도권의 경우 22.57%의 증가에 대해서 2019년에는 수도권
 권의 경우 36.36% 증가와 비수도권의 경우 3.85% 감소로 중도탈락 인원
 에 대한 증감폭이 매년 변동하고 있으며, 수도권 사립대학의 경우도 2017년 대
 비 2018년에 19.25%, 2019년에 11.87%로 증감추이에 대한 연도별 등락이
 있으나 비수도권 사립대의 경우 매년 외국인 유학생 중도탈락 수가 2017년
 대비 2018년 34.09%, 2019년 42.41%로 증가하고 있어서 그에 대한 관리
 대책이 필요하다.⁴⁵⁾

[표 1-4] 대학유형별-지역별 중도탈락 외국인 유학생 수 변동추이
 (2017~2019년)⁴⁶⁾

(단위: 명, %)

전체		2017년	2018년		2019년	
			중도탈락 외국인 유학생수	전년대비 증감(%)	중도탈락 외국인 유학생 수	전년대비 증감(%)
		2,535	3,365	830(24.67)	4,510	1,145(25.39)
사립	소계	2,212	2,966	754(25.42)	4,069	1,103(27.11)
	수도권	1,451	1,797	346(19.25)	2,039	242(11.87)
	비수도권	761	1,169	408(34.09)	2,030	861(42.41)
국공립	소계	323	399	76(19.05)	441	42(9.52)
	수도권	52	49	-3(-6.12)	77	28(36.36)
	비수도권	271	350	79(22.57)	364	14(3.85)

[그림 1-5]에서 보여주는 외국인 유학생 불법체류 현황⁴⁷⁾은 2016년
 5,652명에서 2017년 8,248명으로 2018년 13,945명으로 매년 40%이상 증
 가하고 있다.⁴⁸⁾

45) 이용희, 오동주, 박수홍. (2015). 대학생의 활동중심 진로교육을 위한 웹기반 인터페이스
 설계. 『한국디지털정책학회』, 19(3), ISSN:2733-8428, pp. 345-360.

46) 대학알리미 2019. 10. 31.

47) 백성준. (2015). 우수 외국인 유학생 유치 정책 개선 방향. KDI 국제정책대학원. 『HRD
 Review』, 7. pp. 66-79.

48) 송문석, 황기식. (2020). 한국체류 외국인 유학생의 공공외교 강화전략 연구. 『한국민족
 연구원』, 민족연구 75, pp. 108-141.



[그림 1-5] 외국인 유학생 불법체류 현황⁴⁹⁾

외국인 유학생 불법체류 현황의 경우 [표 1-5]와 같이 정규과정의 학위 과정 유학을 하는 경우보다는 단기 어학연수 신분의 외국인 유학생들의 불법체류 현황이 높게 나타났으며, 유학생의 입국 단계부터 분명한 유학목적을 갖고 입학할 수 있도록 개선이 필요한 부분이다.

[표 1-5] 외국인 유학생 불법체류 현황

연도	총계	정규과정 유학	어학연수	증감 추이(전년 대비)
2013	7,551	2,644	4,907	—
2014	6,782	2,157	4,625	-10.18% ↓
2015	5,879	1,585	4,294	-13.31% ↓
2016	5,652	1,034	4,618	-3.86% ↓
2017	8,248	1,112	7,136	45.93% ↓
2018	1만1,176	1,112	1만64	35.50% ↓

49) 법무부, 외국인 유학생 불법체류 현황, 2018

3) 저출산 고령화에 따른 이주노동자 유입

이주노동자는 영어로 Migrant worker로 표현하는데, 사전적 의미는 외국에서 온 노동자라는 뜻으로 우리나라의 이주노동자의 고용등에 관한 법률의 정의에 따르면 “국내에서 대한민국의 국적을 가지지 않은 상태에서 직업의 종류에 관계없이 노동의 대가인 임금, 급료, 기타 이에 준하는 수입을 목적으로 노동을 제공하는 사람”⁵⁰⁾ 정도로 표현할 수 있다. 우리나라에서는 이른바, 3D 업종 이라고 하여 Dirty (더러움), Difficult (힘듦), Dangerous (위험함)을 뜻하는 곳에는 근로 기피 현상으로 인해 극심한 인력난이 발생하여 산업 수요에 못 미치는 노동 공급으로 1980년대 후반부터 동남아시아지역에서 노동자들이 들어오면서 이 용어가 사용되기 시작했고, 1993년에 본격적으로 외국인 산업연수제도를 시작하며 우리에게 점점 더 익숙한 용어가 되었다. 2004년 중소기업 인력난 완화와 국민경제의 균형 있는 발전을 위해 시행된 고용허가제는 2004년 첫 해 필리핀 근로자 92명에서, 한해 평균 5만 여명의 국내 유입으로 2019년 기준 27만 여명의 외국인 근로자가 제조업, 농축산업, 건설업, 어업 등 대한민국 산업 전반에 종사중이다.⁵¹⁾ 중소기업 연구원에 따르면 중소기업 10곳 중 8곳 (80.5%)은 인력 채용에 어려움을 겪고 있으며, 외국인 근로자가 창출한 경제적 가치는 74조 1,000억원에 이를 정도로 우리 사회에서의 중요한 역할을 수행하고 있다.⁵²⁾ 특히, 2000년대 이후 급격한 출산율의 저하는 2005년 출생아 수 435,031명으로 최저수준을 보인 이후에 저출산 현상은 장기간 지속되고 있으며⁵³⁾, 2019년 기준 30만 3천 1백명으로 지속 감소세를 보이고 있으며⁵⁴⁾, 인구성장률은 점차로 줄어들어 2031년부터는 마이너스 성장을 시작할 것으로 추계되어 2010년 연 0.46%이었던 인구 성장률이 2020년에는 연 0.28%에 불과하고, 2031년에 마이너스 성장을 시작하여, 이후 점차 감소세가 가파라져 2060년에는 연-0.1%에 다다를

50) 외국인 근로자의 고용등에 관한 법률 제2조

51) 한국고용정보원 (www.keis.or.kr)

52) 이민정책연구원 (<http://mrtc.re.kr>)

53) 이삼식, 이지혜. (2014). 초저출산현상 지속의 원인과 정책과제. 『한국보건사회연구원』, pp. 78.

54) 통계청, 2019년 출생·사망통계 잠정결과

것으로 추계된다.⁵⁵⁾ 65세 고령인구는 2010년 545만명에 비해, 2030년 1,269만명, 2060년에는 1,762만명으로 증가할 것으로 추계되며, 생산가능인구(15-64세)는 2016년 3,704만명을 정점으로 감소세를 유지하고 있어서, 산업인력 수요에 따른 외국인 인력은 지속적으로 증가할 수 밖에 없다.

이주노동자가 본국에서 한국으로 취업을 목적으로 입국하는 과정은 [표 1-6]의 이주노동자 입국절차와 같다.

[표 1-6] 이주노동자 입국절차⁵⁶⁾

근로자 입국절차	세부내용
1. 근로계약 체결 송출기관 <-> 근로자	근로자는 송출기관을 통해 근로계약을 확인 후 근로계약 체결의사 전달
2. 사전교육 실시 근로자 <-> 송출기관	근로계약이 체결된 근로자는 현지 사전교육기관에 입소하여 한국 취업에 필요한 기본교육 이수
3. 사증 신청·발급 송출기관 >재외공관	송출기관은 한국산업인력관리공단에서 송부한 사증 발급인정서를 수령하여 사전교육을 이수한 근로자에 대한 비자 (E-9) 신청 ※건강검진 실시 시기가 장기간(3개월)이상 소요된 경우 건강검진 재실시후 입국하는 것이 바람직
4. 입국 가능 여부 통보 및 입국자 확정 송출기관 <-> 한국산업인력 공단	송출기관은 한국산업인력관리공단에서 수립·통보한 입국 계획에 따라 근로자의 입국을 준비하고, 대상 근로자의 입국 가능 여부 ⁵⁷⁾ 를 입국 예정일 최소 7일전에 공단에 통보 ⁵⁸⁾ 근로자는 송출기관의 안내에 따라 입국에 필요한 사항을 준비하는 등 수립된 입국계획이 차질없이 진행될 ⁵⁹⁾ 수 있도록 적극 협조
5. 근로자 입국 송출기관 > 한국 산업인력공 단	‘최종 입국 확정자’는 송출기관의 안내하에 지정된 입국일에 입국

55) 통계청 (2019), 장래인구추계

56) 외국인 근로자 입국절차, 한국산업인력 공단

57) <http://www.slideshare.net/>

58) <https://thitenghan.blogspot.com/>

59) <http://www.slideshare.net/>

6. 근로자 취업교육 및 인도 취업교육기관 > 사용자	근로자는 인천공항 입국후 취업교육기관으로 이동하여 취업교육 이수 (20시간) 취업교육기관에서 건강검진 재 실시 ※ 건강검진에 불합격할 경우 본국으로 강제송환 취업교육 이수한 근로자는 근로계약을 체결한 사업장으로 배치 ⁶⁰⁾
----------------------------------	--

반면, 이주노동자의 사회생활 및 취업실태 분석 (경기도가족여성연구원, 2015)에 따르면 외국인의 경우 대다수가 제조업 (78.3%)에 종사하되, 기능 또는 기술 습득에 대한 욕구가 높고, 이주노동자가 기사 또는 기능사 자격증을 취득할 경우 영주자격 또는 귀화 신청 시 우대가 가능하여 해당 교육 및 전문자격 취득에 관심이 높다.⁶¹⁾ 하지만, 이주노동자를 위한 교육은 [표 1-7]에서 보여주듯이 이주노동자가 한국에 체류하는 동안 한국어 및 필요기술을 습득하여 체류 기간 만료시 본국에 안정적으로 재정착할 수 있도록 지원하는 교육프로그램으로 한국 산업인력 관리공단에서 외국인 고용지원의 일환으로 진행하고 있다.⁶²⁾

[표 1-7] 이주노동자 교육프로그램 안내⁶³⁾

귀국예정자 재정착 지원교육·훈련	
교육대상	입국후 3년이상 외국인 근로자(E-9) 및 성실·특별 재입국 외국인 근로자
교육과정	-한국어 능력시험(TOPIK) 3급 이상 취득을 목표 ⁶⁴⁾ 60시간, 일요일 운영원칙, 1일 교육시간 3~5시간 -취창업 직업훈련과정 취·창업 연계가능한 자동차 정비, 한식조리, 제과제빵 직종 훈련 60시간, 일요일 운영원칙, 1일 훈련시간 6시간

60) <https://blog.naver.com/matongyeu/30147807717>

61) 경기도 가족여성연구원 (2015)

62) <https://eps.hrdkorea.or.kr/e9/user/programs/programs.do?method=programsGuid>

63) 외국인 고용지원, 한국산업인력공단

64) <https://eps.hrdkorea.or.kr/>

재직 외국인 근로자 직업능력 개발훈련	
교육대상	고용허가제를 통해 입국하여 재직중인 외국인 근로자(E-9)
교육과정	기초기능 중심의 중장비 운전, 자동차 정비, 전기·전자, 기계절삭가공 5개 직종 운영 48시간, 일요일 운영원칙, 1일 교육시간 6시간 ⁶⁵⁾

특히, 이주노동자의 학습대상에 따라 민원서비스에 수요가 다르게 나타나고 있으며, 학습 단계별 학습기회와 학습지원에 대한 민원 서비스를 요구하고 있다. 이주노동자는 직업교육에 대한 민원 서비스에 불편을 느끼고 있으며, 이에 대한 문제점은 교육 기회 부족과 교육기관이 생활권과 원거리에 있는 것에 대한 불편 사항으로 파악되고 있다. 이주노동자는 취업을 위해서는 직업교육을 이수하여야 하지만, 교육기관을 쉽게 접하기 어려우며, 언어습득의 문제와 직업교육 이수 어려움 불편 민원으로 제기하고 있다.⁶⁶⁾

4) 이주노동자 증가 및 현황

1980년대 중반을 기점으로 국제적 경쟁력 및 인지도 향상에 따른 이주노동자의 선호와 더불어 중소기업 및 3D 업종 분야의 인력난 해소를 위한 노동시장의 노력이 맞물려 이주노동자에 대한 관심이 높아졌다. 이에 정부에서는 1991년 이주 노동자의 도입에 대한 합법적 시행을 시작으로, 1993년부터 산업연수생 제도를 운영 하였으며, 2007년 1월 1일부터 고용허가제로 일원화된 정책을 시행 중이다. 그러나 이들 이주노동자들의 경쟁력, 생산성 향상을 위한 직업능력개발 측면에 있어서의 노력은 부족한 실정이다. 특히, 현재처럼 단순 노무인력 위주의 도입정책을 지속할 경우 중장기적으로 한국사회나 노동시장, 경제에 바람직하지 않은 파급효과들이 나타날 것으로 예상된다. 사업장내에는 사업장 내 외국 인력을 활용하는 소규모 업체들의 외국인력 의존도 심화로 소규모 영세사업장에서의 임금체불, 이주노동자의 높은 산업재해율 등 부정적 국가 이미지를 부각시킬 우려가 있으며, 산업의 생산성 저하 문제나 산업 구조조정을 어렵게 하여 양질의

65) <https://eps.hrdkorea.or.kr/e9/user/programs/programs.do?method=programsGuid>

66) 한국지방행정연구원 ‘외국인 주민 민원사각지대 해소방안’ 정책연구 (2019)

일자리 창출 기반을 저해할 수 있다. 통계청·법무부(2018)의 조사 결과에 의하면 2018년 5월 상주인구를 기준으로 15세 이상 이민자는 모두 135만 3천명이다. 이들 이민자 중 외국인인 130만 1천명, 최근 5년 이내 귀화허가자는 5만 2천명이다. 외국인 중에서 경제활동 인구는 92만 9천명이며, 경제활동 인구 중 취업자는 88만 4천명(고용률 68.0%), 최근 5년 이내 귀화 허가자는 3만 5천명(고용률 66.2%)으로 조사되었다. 이주노동자들은 우리 경제에서 상당한 역할을 하고 있음에도 불구하고 직장이나 일상생활에서 여러 가지 이유에서 차별을 받고 있다. 이러한 차별을 해소하고자 1990년대 초반부터 이주노동자에 대한 인권 침해 문제에 대해 시민사회가 개입하기 시작하였다.⁶⁷⁾

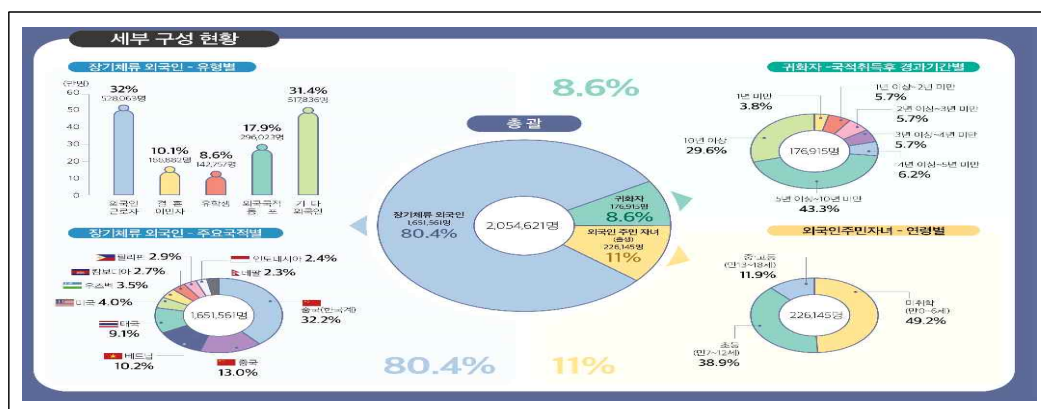
통계청·법무부(2018)의 자료에 의하면 이주노동자들이 우리나라에서 생활하는데 ‘어려운 점이 없다’는 응답이 가장 많았지만(29.2%), 어려움을 느끼는 부분에 대해서는 ‘언어문제’(25.4%)와 ‘외로움’(17.6%)의 순으로 나타났다. 그리고, 우리나라에서의 여가 활용은 주로 ‘TV시청’(47.8%), ‘휴식활동’(13.8%), ‘취미, 자기계발 활동’(8.2%) 순으로 나타났다. 2019년 말 지역별 이주 노동자의 비중은 경상남도 (54.4%; 50,113명), 전라남도 (47.5%; 17,409명), 경상북도 (46.6%; 28,267명)에 상대적으로 많으며 경기도가 이주노동자의 수가 204,280명으로 가장 많으나 외국인 인구 중 이주노동자 비중은 43.2%로 경상북도 (46.6%)와 충청남도 (43.9%)보다 낮다. 이주노동자가 가장 많이 거주하는 기초자치단체는 안산시 (41.6%; 28,134명), 화성시 (59.9%; 43,257명), 시흥시 (44.4%; 17,293명) 등이다.⁶⁸⁾ 이주노동자들의 직업교육에 대해 불편하다는 응답은 417명 중 128명 (30.70%)으로 나타나, 다른 응답 보다 상대적으로 불편을 인식하는 외국인이 많은 것으로 나타났다. 이주 노동자의 학습대상애 따라 취업지원 수요가 다르게 나타나고 있으며, 단계별 취업기회와 취업지원 서비스를 요구하고 있다. 특히, 이주노동자는 취업을 위해서는 직업교육을 이수하여야 하지만, 교육기관을 쉽게 접하기 어려우며, 언어습득의 문제와 직업교육 이수 어려움 불편사항으로 언급하고 있다. 저숙련

67) 김후년. (2019). 외국인 근로자를 위한 평생교육에 관한 연구. 『아시아문화학술원』 인문사회 21, (10)6. pp. 1621-1634.

68) 한부영, 김필두. (2019). 외국인 주민 민원사각지대 해소방안 정책연구. 『한국지방행정연구원』, pp. 2018-2021.

외국인 체류기간의 지속적 증가에 따른 ‘순환원칙’의 붕괴와 정주 가능성에 대해 이주노동자의 취업을 위한 직업교육을 수료하고자 하는 욕구가 매우 높게 나타나고 있으며, 이주 노동자의 경우 계속적으로 근로를 할 수 있으면서 일정 기술을 보유함으로 보다 높은 보수를 희망하고 있으나 체계화된 취업 관리와 평생교육에 대한 체계는 미흡한 실정이다. 즉, 교육을 받을 권리는 모든 인간이 누려야 하는 보편적인 권리이고, 특히 평생교육은 모든 이들에게 평등한 교육기회를 제공해야한다.⁶⁹⁾ 그동안 외국인을 위한 평생교육에 관한 연구는 주로 결혼 이주여성의 증가로 인한 다문화 사회나 다문화 가정을 중심으로 이루어져 왔을뿐, 이주노동자를 위한 평생교육에 대해서는 거의 논의되지 않고 있다.⁷⁰⁾

가) 이주노동자 유입 및 취업현황



[그림 1-6] 외국인 주민현황 (출처: 행정안전부, 2018)

[그림 1-6]과 같이 행정안전부의 2018년 외국인 주민현황 조사결과에 따르면 국내 거주 외국인수는 2,054,621명으로 전체 주민등록 인구의 4%를 차지했다. 국내 거주 외국인 수는 통계작성이 시작된 2006년 (54만명) 이후 연평균 14.4% 늘어났다. 이는 주민등록 인구 증가율 0.6%의 25배에 해당한다. 외국인 주민을 성별로 보면 남성이 1,098,135명(53.4%)으로 여성 (956,486명, 46.6%)

69) 이효영, “국내 취약계층 평생교육 연구 동향 분석”, 인문사회, 2019

70) 이로미, 최서리, “국내거주 중국동포의 사례를 통해 살펴본 이주민 평생교육의 과제”, 평생학습사회, 2015

보다 많다. 유형별로는 국적 미취득자가 1,651,561명으로 전체의 80.4%나 된다. 국적 취득자는 176,915명 (8.6%), 자녀는 226,145명 (11.6%)이었다. 국적 미취득자 중에서는 이주 노동자가 528,063명 (32%)으로 가장 많았으며, 외국국적 동포 296,023명 (16%), 결혼이민자 166,882명 (10%), 외국인 유학생 142,757명 (9%) 순이었다.⁷¹⁾ 특히, 한국의 노동시장은 1980년대 후반 양질의 일자리가 늘어나고 소위 3D (Difficulty, Dirty, Dangerous) 업종의 일자리가 일반 국민들로부터 외면당하면서 열악한 환경에 노출된 일자리에 대한 공급 부족 현상이 초래되었고 이를 해결하기 위한 대책으로써 정부에서는 산업연수생 제도를 도입하였다.⁷²⁾ 그러나, 산업연수생 제도는 외국인을 근로자 신분이 아닌 연수생 신분으로 고용함으로써 외국 인력의 편법 활용, 사업체 이탈, 임금체불, 이주노동자의 인권침해 등의 문제를 야기하였다. 또한 편법적인 제도라는 비판을 의식한 한국 정부는 연수생 도입규모를 매우 제한적으로 운용할 수 밖에 없었기 때문에 합법적인 외국인력 공급이 제대로 이뤄지지 않아 외국인의 불법 체류와 불법 취업을 양산하는 이유가 되었다.⁷³⁾ 우리 정부는 2003년“외국인 근로자의 고용 등에 관한 법률”이 통과되어 2004년 8월부터 외국인 고용허가제가 시행되고 있는데, 외국인 노동자 정책에는 몇가지 원칙이 있다. 우선 이주노동자는 한국인의 일자리를 침해하지 않는 범위 내에서 인정을 하고 있는 ‘보완성의 원칙’이 지켜지고 있다. 즉, 이주노동자의 일자리는 내국인으로 대체할 수 없는 직종에 한하여 허락한다는 것이다.⁷⁴⁾ 우리나라 근로자들로 공급이 어려운 분야에 한해 외국인 이주 노동자들로 보완한다는 의미를 가지는 것이다.⁷⁵⁾ 둘째, 이주 노동자의 인구 유입으로 국내 산업이나 기업의 구조조정에 영향을 미쳐서는 안 되는 ‘산업구조조정 방해방지 원칙’이다. 즉, 주로 외국인 이주노동자들이 종사하고 있는 국내

71) 행정안전부, 지방자치 단체 외국인 주민현황 (2018)

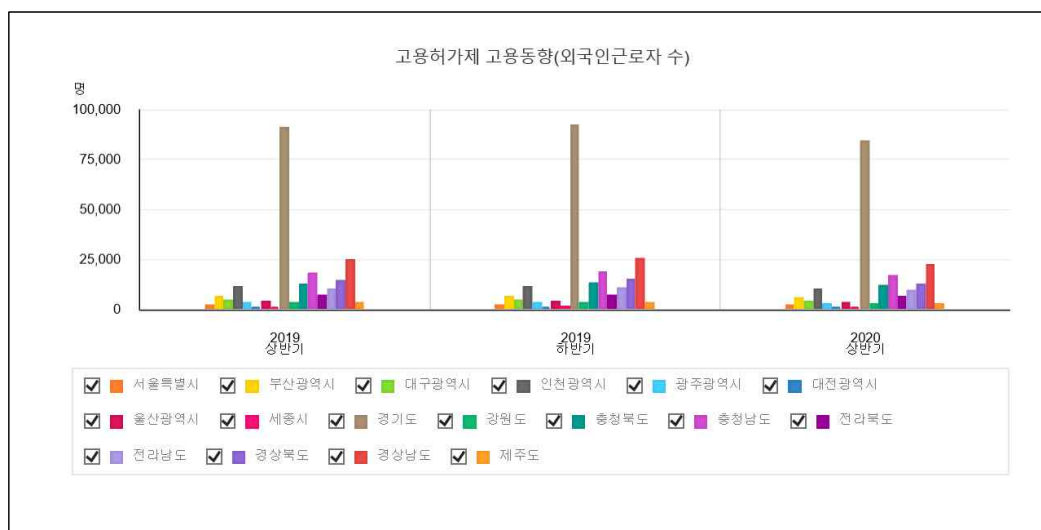
72) B. J. Chun. (2012). The Effects of Social Capital and Accumulation Stress on School Adaption of Adolescents of Multi-cultural Family. The Journal of digital policy & management, Vol. 10, No.11, pp. 29-38.

73) 문윤경, 이경재. (2015). 대학생의 역량개발을 위한 온라인 시스템 설계 및 개발, 『동국대학교 미래인재개발원』. ISSN: 1975-4701, 16(6), 3807-3818.

74) 이윤환. (213). 정주외국인의 피선거권 도입 가능성에 관한 연구, 『한국디지털정책학회』, ISSN: 2713-6434, 11(3), 13-22

75) 이향수, 이성훈. (2016). “이주 노동자 정주화 방지원칙에 대한 연구”, 디지털 정책 저널, ISSN: 1738-1916,

산업의 경우 3D업종인 경우가 많으며 우리 사회 내에서 경쟁력이 없는 산업에 종사하는 경우가 많은 편이다.⁷⁶⁾ 셋째, 이주노동자들이 우리 사회에 정주하여 대한민국 국민이 되는 것을 막고자 하는 ‘정주화 원칙’이 고수되고 있다. 이러한 원칙에 따라서 이주 노동자들은 내국인이 꺼리는 직종에 근무하는 경우가 대부분이다. 그들은 보통 3년의 기간 동안 해당 분야의 기술을 습득 하므로써 전문성을 갖추게 된다. 사실 몸으로 체득한 암묵지의 경우 다른 이들과 공유가 매우 어려우며 이로 인해 해당 분야의 전문성이 단절되거나 사장될 가능성 역시 매우 높아 지게된다. 더구나 이들은 3년이 되면 자동적으로 퇴출되어야 하는 상황이어서 이러한 기술들을 전달하기가 어렵게 된다. 특히, 정부가 강제 추방의 우선 대상으로 삼고 있는 5년 이상 장기 체류자들은 한국어 사용에 능숙하고 작업 숙련도가 높아 생산 현장에서 고용주들이 가장 선호하는 고용대상이며 한국 정부가 이들을 모두 내쫓으려 하는 것은 국가 이미지에도 부정적 영향을 줄 뿐 아니라, 단속에 투입되는 인력과 비용, 그리고 낮은 단속 효과 등을 고려할 때 취업 지원에 대한 온라인 플랫폼과 같은 디지털 환경에 적합한 접근이 필요하다. ⁷⁷⁾



[그림 1-7] 고용허가제 고용동향(이주노동자 수)⁷⁸⁾

76) 한부영. (2019). 김필두, 외국인주민 민원사각지대 해소방안 정책연구, 『한국지방행정연구원』, 2018-11.

77) http://withmigrants.org/xe/data_01/2856

[그림 1-7]과 같이 고용허가제 고용동향을 전국 지역별로 살펴보면, 연도별, 지역별 증감의 미세한 차이와 상관없이 경기도 지역에 가장 많은 이주노동자들이 취업하여 거주하는 것으로 나타난다. 외국인 고용허가제는 순수 외국인을 고용 허가하는 일반 고용허가제와 외국 국적 동포를 고용 허가하는 특례 고용허가제로 구분되며, 일반 고용허가제에 의한 고용허가 국가는 2019년 현재 필리핀, 태국, 인도네시아, 스리랑카, 베트남, 몽골, 우즈베키스탄, 캄보디아, 파키스탄, 중국, 방글라데시, 키르기스스탄, 네팔, 미얀마, 동티모르, 라오스 16개 국가로 되어있고, 고용허가제 근로자의 고용허용 업종은 제조업, 건설업, 농축산업, 서비스업, 어업등 5개 업종이다.⁷⁹⁾ 2019년 6월말 기준 이주노동자를 고용하고 있는 사업장 수는 66,221개이며, 이중 경기도의 이주노동자 사업장 수가 27,763개소로 가장 많고, 고용허가제를 통해 근무하고 있는 일반 이주노동자 수는 218,581명, 이중 경기도에서 근무하고 있는 이주 노동자의 수가 90,894명으로 가장 많다. 이와같은 현황은 내국인을 구하지 못한 중소 제조업 사업장이 경기도에 밀집되어 있고, 이주 노동자가 경기도에 다수 분포하는 것으로 분석된다.

나) 외국의 사례로 살펴보는 대만의 이주노동자 유입 및 현황

전통적인 이주의 목적지로 여겨지던 유럽과 북미등과는 달리, 동아시아 몇몇 국가들은 1990년대부터 본격적으로 새로운 이주의 목적지로 떠올랐다 (Castles & Miller, 2009)이중에서 압축적 근대화 및 유사한 사회인구학적·경제적 변화를 경험한 대만의 사례를 비교해보고자 한다.⁸⁰⁾ 대만은 현재 주민의 다수를 차지하고 있는 한족이 이주 하기전 부터 말레이 폴리네시아계의 원주민족이 거주하고 있었다.⁸¹⁾ 14세기 후반부터 한족, 일본인, 포르투갈인 등의 해상무역 거점으로 이용되면서 외부인이 들어오게 되었으며, 17세기 초

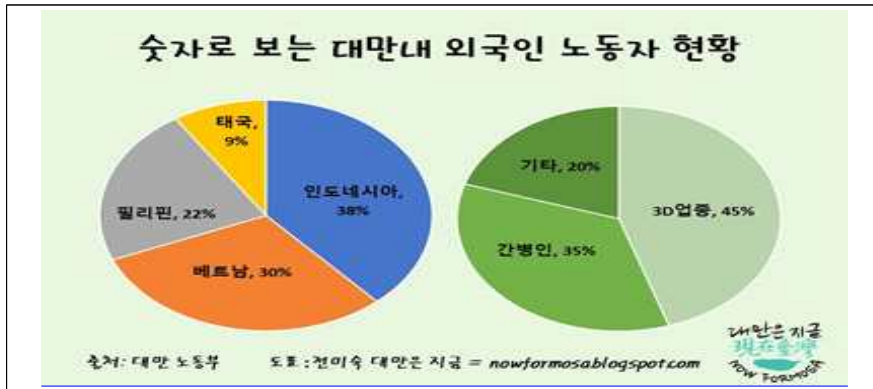
78) 2020. 한국고용정보원

79) <http://www.moel.go.kr/index.do> 고용지표 현황

80) 이현옥. (2016). 동아시아 맥락에서의 돌봄레짐 변화와 이주의 여성화-한국과 대만을 중심으로. 『비관사회학회』, 경제와 사회. pp. 239-269.

81) 변수정, 조성훈, 이상림, 서희정, 정준호, 이윤석. (2014). 동아시아 국가의 다문화가족 현황 및 정책 비교연구. 『한국보건사회연구원』, Vol. 22, No. 5, pp. 32-35.

에는 네덜란드가 대만의 남부지역을 점령하고, 필요한 노동력의 확보를 위해서 푸젠성 지역의 한인을 대규모로 이주시키면서 한족 인구가 급속하게 증가하기 시작하였다.⁸²⁾



[그림 1-8] 대만내 이주노동자 현황

외국의 사례로 살펴보는 대만내 외국인 노동시장 현황을 살펴보면 [그림 1-8]과 같이 대만 노동부 통계에 따르면 2017년 10월 기준으로 대만에 체류 중인 외국인 노동자는 67만여 명이고 그중 외국인 전문인력은 3만여 명이며 노동부의 통계에 따르면, 동남아시아에서 온 외국인 노동자는 총 67만1천228명으로 그 중 인도네시아인이 25만7천 596명(38%)으로 가장 많았고, 베트남인이 20만3천613명(30%)으로 두 번째로 많았다.⁸³⁾

이들이 가장 많이 종사하는 일은 3D업종 과 간병인이다. 3D업종 종사자는 29만8천858명(45%)이고 다음으로 간병인 종사자가 23만1천615명(35%)이다. 3D업종을 포함한 산업 분야에는 총 42만2천822명이 일하고 있으며 그 중 베트남인이 17만 6천명 이며, 간병인을 포함한 사회복지 분야에서는 총 24만8천406명이 일하고 있으며, 그 중 인도네시아인이 18만9천601명(76%)으로 가장 많았다. 아울러 외국인 전문인력은 3만1천721명이었다. 국가별로는 일본인이 8천284명(26%)으로 가장 많았고, 다음으로 미국이 4

82) 변수정, 조성훈, 이상립, 서희정, 정준호 이윤석. (2014). 동아시아 국가의 다문화가족 현황 및 정책 비교연구. 『한국보건사회연구원』, 22(5), pp. 32-35.

83) <https://nowformosa.blogspot.com/2017/12/foreigner-workers-in-taiwan>

천933명(16%)이었다. 한국은 1,214명(4%)으로 6위로 집계됐다. 업종별로는 전문직/기술 인력이 1만8천523명(58%), 외국어 학원강사가 4천469명(14%), 화교/외국인 투자자가 2천 641명(8.33%), 학교 교사가 2천360명(7%) 순으로 나타났다.⁸⁴⁾

라) 외국의 사례로 살펴보는 일본의 이주노동자 유입 및 현황

일본 정부는 북미나 유럽 국가와는 달리 20세기 후반에 들어서 경제가 급속히 발전하여 노동자에 대한 수요가 많았지만 외국인 이주노동자들을 받아들이기를 꺼렸다.⁸⁵⁾ 특히, 단순 육체노동자의 입국을 전혀 허락하지 않았다. 그러다가 1980년대 후반이 시작되면서 서서히 외국인 이주노동자들이 일본에 들어오기 시작했는데, 이것은 서비스업의 발전과 더불어 기업들이 경쟁력을 확보하기 위해 저임금 노동력을 원하게 되었고, 변화하는 경제적 상황에 탄력적으로 대처하기 위한 하나의 방편이었다.⁸⁶⁾ 일본 후생노동성이 발표한 통계에 따르면, 일본내 이주노동자는 약 166만명에 달하며, 국가별로 보면 중국인(홍콩 포함)이 41만8천327명으로 25.2%를 차지해 일본내 이주노동자 가운데 가장 많았으며, 베트남인 40만1천326명(24.2%), 필리핀인 17만9천685명(10.8%)등의 순이었다.⁸⁷⁾ 일본 내 전체 이주노동자 중에 한국인이 차지하는 비율은 4.2%로 중국, 베트남, 필리핀, 브라질, 네팔에 이어 6번째로 높았다.⁸⁸⁾⁸⁹⁾ 일본 총무성에 따르면 일본의 생산연령 인구(15~65세 인구)는 '95년 8,716만명을 기록하여 최고치에 도달한 이후 지속적⁹⁰⁾으로 줄었으며 2018년 7월에는 7,484만명으로 감소하였다. 이러한 추세는 지속되어서 2030년과 2060년의 생산연령 인구는 각각 6,773만명과 4,416만명으로

84) <https://nowformosa.blogspot.com/2017/12/foreigner-workers-in-taiwan>

85) 주종택. (2012). 중남미 이주노동자의 이주과정과 사회문화적 적응; 한국과 일본의 비교 연구. 『Asian Journal of Latin American Studies』, 25(1). pp. 113-143.

86) 주종택. (2012). 중남미 이주노동자의 이주과정과 사회문화적 적응; 한국과 일본의 비교 연구. 『Asian Journal of Latin American Studies』, 25(1). pp. 113-143.

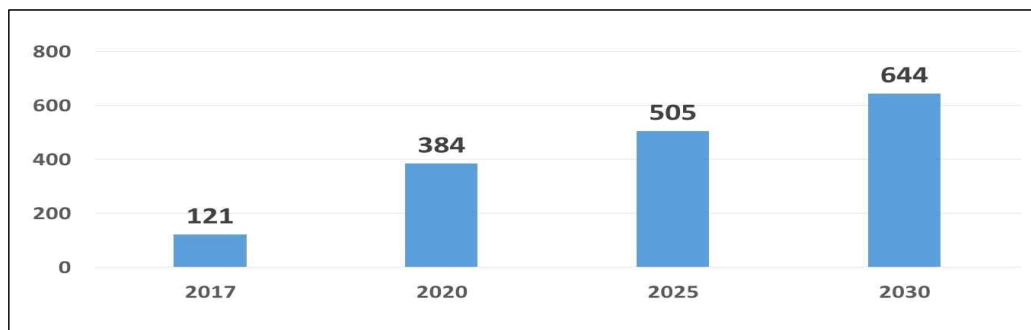
87) www.yonhapnews.co.kr/

88) 이병하. (2013). 한국과 일본의 외국인 노동자 정책과 외국인 노동자 운동 - 이중적 시민사회와 정치적 사회구조. 『기억과 전망』, pp. 264-268.

89) www.hankyung.com/

90) news.kotra.or.kr/

감소할 것으로 보인다. 퍼솔(PERSOL) 종합연구소와 주오(Chuo)대학이 공동 연구한 ‘노동시장 미래추계 2030’에 따르면, 인력 부족 수는 ‘17년 121만명에서 ’30년 644만 명으로 5.3배 증가 할 것으로⁹¹⁾ 나타난다.

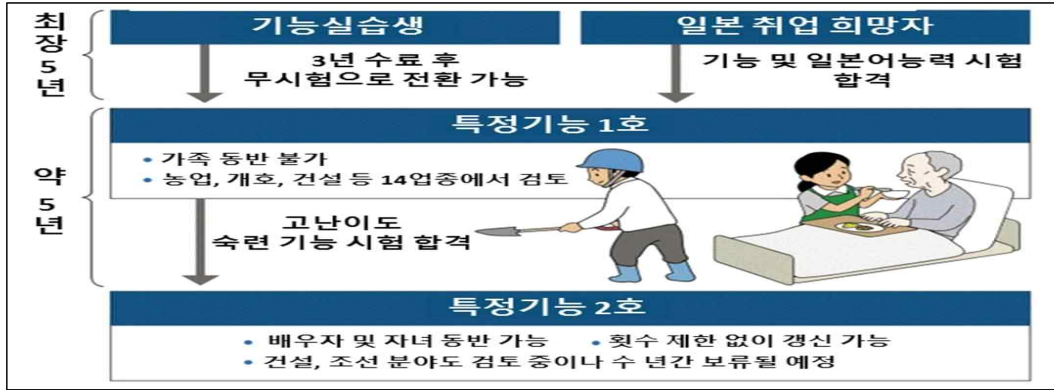


[그림 1-9] 일본의 인력부족 인원 전망 (단위: 만 명)

[그림 1-9]와 같이 일본의 인력부족 현황은 2017년 121만명에서, 2020년 384만명, 2025년 505만명, 2030년 644만명으로 증가할 것으로 예상된다. 일본 법무성은 인력난이 심각한 간병(개호)·농업·건설 등 14개 단순 노동 업종 합계를 기준으로 ‘18년에는 58만6,400명, ’23년에는 145만 5,000명 수준의 인력 부족이 예상된다고⁹²⁾ 밝혔다. 일본에서는 ‘특정기능’체류 자격을 [그림 1-10]의 신규 이주노동자 수용제도 개요에서 보여 주듯이 지금까지 단순 노동에 종사하는 이주노동자가 취한 체류 자격은 주로 ‘유학’과 ‘기능실습’이 많았다. 전자는 아르바이트, 후자는 기술실습생이라는 형태로 단순 노동업종에 종사한다. 기존의 ‘유학’ 및 ‘기능실습’ 체류 자격 보유 이주노동자 수는 ‘17.10월 기준 51만 7,392명으로, 전체 이주노동자 중 40.5%를 차지했으며, 정책과 현실 사이에 괴리가 있었다고 볼 수 있다.

91) news.kotra.or.kr/

92) <http://blog.naver.com/gnonmin/221419621068>



[그림 1-10] 일본의 신규 이주노동자 수용제도 개요⁹³⁾⁹⁴⁾

[표 1-8] 일본 체류자격별 외국인 근로자 추이⁹⁵⁾

구분	2013	2014	2015	2016	2017
전문적·기술적분야 체류자격	132,571	147,296	167,301	200,994	238,412
－ 기술·인문지식·국제업무	－	－	121,160	148,538	180,367
－ 인문지식·국제업무	54,259	61,033			
특정활동	7,735	9,475	12,705	18,652	26,270
기능실습	136,608	145,426	168,296	211,108	257,788
자격외 활동	121,770	146,701	192,347	239,577	297,012
－ 유학	102,534	125,216	167,660	209,657	259,604
－ 기타	19,236	21,485	24,687	29,920	37,408
신분에 따른 체류자격 (영주권등)	318,788	338,690	367,211	413,389	459,132
총계	893,501	995,322	1,221,367	1,471,835	1,755,993

[표 1-8]과 같이 일본 후생성의 ‘외국인 고용 현황신고’에 따르면, 2013년 이후부터 전문적·기술적 분야 체류 자격이 132,571명에서 시작하여 2017년에는 238,412명으로 증가하였으며, 유학 인원도 2013년 102,534명에서 2017년 259,604명으로 증가하였다. [표 1-9]에서는 일본의 국적·체류 자격별 외국인 근로자에 대한 추이가 나오는데 중국이 단연 많고, 이어서 한

93) 니혼게이자이 신문, KOTRA오사카 무역관 편집

94) <https://blog.naver.com/maryhyeyum1/221420604508>

95) 일본 후생노동성 ‘외국인 고용현황 신고 현황’(17.10월)

국과 동남아 출신 국가들이 다수 구성되어 있다.

[표 1-9] 일본의 국적·체류 자격별 외국인 근로자 추이

구분	전체	전문적·기술적 분야	신분에 따른 체류자격	기능실습	특정활동	자격 외 활동
중국	372,263	95,583	97,207	84,179	4,278	91,014
한국	55,926	24,694	20,619	110	2,688	7,815
필리핀	146,798	7,862	108,369	26,163	2,800	1,601
베트남	240,259	20,109	10,837	105,540	2,544	101,221
네팔	69,111	6,453	3,167	361	3,118	56,009
총계	884,357	154,701	240,199	216,353	15,428	257,660

마) 한국유학 및 이주노동 선호 현황

[표 1-10] 한국유학을 선택한 이유(복수응답)⁹⁶⁾

내용	남(%)	여(%)	계(%)
다른 나라에 비해서 우수한 교육과정이라고 생각해서	38.5	24.8	30.9
내 관심 분야와 잘 맞는 전공과정이 개설이 되어서	40.1	45.0	42.8
공부하려는 분야와 한국과 관련된 것이어서	22.0	27.9	25.3
한국 학위의 취득이 모국 또는 제3국가에서 취직하는데 도움이 될 것 같아서 ⁹⁷⁾	35.8	30.5	32.9
입학허가 받기가 다른 나라보다 비교적 쉬워서	10.9	9.7	10.3
다른 나라에 비해 유학비용이 적게 들어서	15.9	21.1	18.8
장학금 혜택이 있어서	32.7	26.2	29.0
가족, 친인척, 친구, 교수 등의 권유로	29.0	22.0	25.2
한국에서 유학한 친구, 동료등이 주위에 있어서	17.7	20.2	19.1
예전에 방문한 적이 있어서 한국이 친숙하게 느껴졌기 때문에	6.1	11.0	8.8
한국에 대한 호기심과 동경 때문에	32.4	38.7	35.8
가족, 친척, 친구 등이 한국에 살고 있어서	4.3	6.1	5.2
기타	0.7	0.5	1.1

96) 통계청, 법무부, 이민자 체류실태 및 고용조사, 2019

97) 탕홍위. (2020). 중국유학생의 한국유학 결정요인 연구: 대구경북지역 중국유학생을 중심으로. 영남대학교 대학원. pp. 23.

[표 1-10]과 같이 외국인 유학생들이 한국유학을 선호하는 이유는 남자 응답자의 35.8%와 여자 응답자의 30.5%가 한국 학위의 취득이 모국 또는 제3국가에서 취직하는데 도움이 될 거 같다는 경제적 이유가 큰 것으로 나타났다.

바) 이주노동자 대상 평생교육 현황

이주노동자의 고용 등에 관한 법률(이하에서는 ‘외국인 고용법’이라고 한다)은 제22조에서 ‘사용자는 이주노동자라는 이유로 부당하게 차별하여 처우하여서는 아니된다.’고 하여 차별 금지를 규정하고, 제24조에서는 이주노동자에 대한 상담과 교육을 위하여 이주노동자 관련 단체 등에 대한 국가의 지원을 규정하고, 제24조의 2에서는 이주노동자의 권익보호를, 이주노동자 권익보호 협의회의 설치를 규정하고 있다. 국내에 체류하는 외국인과 관련한 정책은 법무부의 소관 사항이지만, 이주노동자와 관련한 정책은 고용노동부에서, 다문화 가족과 관련한 사항은 여성가족부에서 다루고 있다. 이주노동자에 대한 정책을 입안하여 시행하고 있는 고용노동부의 경우 고용허가제로 입국한 이주노동자(E-9) 및 방문 취업동포(H-2)에게 고충상담, 한국어 및 생활법률 교육 등을 통한⁹⁸⁾ 체류지원 서비스를 제공하고 있지만, 평생교육에 초점을 맞춘 정책은 찾아보기 어렵고, 여성가족부의 경우도 그 대상을 결혼이민자로 제한하고 있으며, 일부 지방자치단체들이 이주노동자를 위한 직업교육프로그램을 운영하고 있을 뿐이다.

(1) 법무부 사회통합 프로그램

법무부의 사회통합 프로그램은 거점 운영기관과 일반 운영기관에 의해 운영되고 있다. 법무부는 지역 출입국관리사무소를 통해 거점 운영기관을 관리·감독한다. 중앙거점 운영기관은 화상교육 및 평가관리 등 전국단위 업무를 수행하고, 거점 운영기관은 국고보조금 신청 및 집행 등 예산 제반 업무 및 일반운영기관에 대한 관리·감독 하고, 일반 운영기관은 이민자 대상 교육과정

98) <https://blog.naver.com/topzelkova/222009882997>

을 운영한다⁹⁹⁾. 이들의 운영기관 현황은 다음 [표 1-11]과 같다.

[표 1-11] 사회통합 프로그램 과정 운영기관 현황¹⁰⁰⁾

구분	거점운영기관	일반운영기관	합계
대학	31	28	59
다문화가족지원센터	4	72	76
자치단체 및 공공기관	5	8	13
민간단체	7	144	151
농 협	0	10	10
총 계	47	262	309

사회통합 프로그램의 과정과 이수기간은 다음 표와 같다.

[표 1-12] 사회통합 프로그램 과정과 이수시간

과정	기초	초급1	초급2	중급1	중급2	기본	심화
교육시간	15시간	100시간	100시간	100시간	100시간	50시간	20시간
평가	없음	1단계 평가	2단계 평가	3단계 평가	중간평가	영주용 종합평가	귀화용 종합평가

(2) 고용노동부 이주노동자 지원 프로그램

이주노동자 지원센터는 [표 1-12]의 프로그램처럼 이주노동자의 국내 생활 적응과 원활한 취업활동을 촉진하여 중소기업 사업주의 외국인력 활용의 원활화를 도모할 목적으로 문화적 차이와 언어소통의 한계로 인해 여러 가지 어려움을 겪고 있는 이주노동자에 대한 고충상담, 한국어·생활법률·한국 문화 교육 등¹⁰¹⁾ 지원한다. 고용노동부에서는 센터의 설립 및 운영과 관련한 정책을 결정하고 센터의 설립과 운영은 한국산업인력공단이 담당하고 있으며, 현재 9개소의 거점센터와 34개소의 소지역센터가 운영되고 있다.

99) 한국행정학회(2017), “사회통합 프로그램 교육의 사회·경제적 효과분석”, 과천: 법무부 출입국·외국인 정책본부

100) 법무부 사회통합 정보망(2019)

101) 전라남도 일자리 통합정보망, <https://job.jeonnam.go.kr/content>.

[표 1-13] 이주노동자 지원센터 현황

센터명	교육내용	교육시간
한국	한국어교육 컴퓨터교육 태권도교육 귀국지원교육	2시간/주, 22주/학기, 2학기/연 2시간/주, 22주/학기, 2학기/연 주1회, 한 학기 5개월 TOPIK 3급: 주4시간 취창업훈련: 총60시간
의정부	한국어교육 컴퓨터교육 법률·산업안전·귀국준비 교육	2시간/주, 20주/학기, 2학기/연 2시간/주, 20주/학기, 2학기/연 4월~11월/매년
김해	한국어 교육 정보화(컴퓨터)교육	주당2시간 주당2시간
창원	한국어교육 컴퓨터교육	2시간/주 2시간/주
인천	한국어교육 컴퓨터교육 범죄예방 및 법률교육 산업안전교육	2시간/주, 20주/학기, 2학기/연 2시간/주, 20주/학기, 2학기/연 2시간/회, 2회/월 -
대구	한국어교육 컴퓨터교육	2학기/연 2학기/연
천안	한국어교육 컴퓨터교육 태권도/합기도교육 법률교육 안전대비 응급치료교육 생활문화	2시간/주, 2학기/연 2시간/주, 2학기/연 2시간/주 연2회 연2회 연2회
광주	한국어교육 정보화교육 생활법률교육 안전교육 귀국의식교육 귀국예정자지원교육	2시간/주, 20~25주/학기, 2학기/연 2시간/주, 20~25주/학기, 2학기/연 분기별 1회/년 4회 실시 - - 토픽3급 4시간/1일(총 15일/60시간) 취창업직업훈련 60시간
양산	한국어교육 EBS 정보화교육 산업안전보건교육	매주2시간 매주2시간 -

※‘-’표시는 교육에 대한 소개만 있을뿐 교육시간이 구체적으로 표시되지 않은 경우

[표 1-13]에서 보듯이 소지역센터는 34개소가 운영되고 있는데 이를 지역별로 보면 경기지역이 13개로 가장 많고, 경북과 전남 각각 3개소, 경남, 광주, 충북, 인천이 각각 2개소, 강원, 대전, 부산, 서울, 전북, 제주, 충남 지역에 각각 1개소가 운영되고 있다. 그런데 이들 소지역센터는 9개 거점센터와는 달리 다문화 지원센터를 겸하고 있는 경우가 대부분이었다.

(3) 이주노동자 평생교육 필요성

사회통합을 위한 구성요소에 대한 다양한 의견이 있지만, 공통적인 요소로는 불평등, 다문화, 포용, 소속감, 신뢰, 참여 등이 포함되어 있다. 그리고 우리 사회는 이미 다문화 사회로 진입하였다. 이러한 다문화 사회에서 이주노동자들도 그들이 우리나라에 체류하고 있는 동안에는 우리 사회의 구성원이라고 할 수 있기 때문에 이들을 우리 사회의 구성원으로 포용하여 소속감을 갖게 하기 위해 가장 시급한 문제는 불평등을 시정하는 문제일 것이며, 이를 위한 방법의 하나로 평생교육 문제가 제기되며, 다문화 교육은 외국인 근로자를 포함한 우리 사회의 모든 구성원을 대상으로, 인종, 민족, 종교 등 다양성을 이해하고 공존하는 사회를 지향한다. 따라서 다문화 사회에 맞는 다문화 교육을 추진체계를 구축하여야 한다. 법무부의 사회통합 프로그램과 고용노동부의 외국인 근로자 체류지원사업, 여성가족부의 다문화 가족지원센터, 민간단체의 교육을 읍·면·동 평생학습센터 등 지역 평생교육기관과 연계하는 방안이 마련되어야 한다. 특히, 외국인 근로자들에게는 입국과 정착 그리고 출국 단계로 나누어 취업, 언어, 생활 등에 대해 체계화된 연계교육이 필요하다.¹⁰²⁾

102) 교육부·국가평생교육진흥원, “2018 평생교육백서”, 국가평생교육진흥원, 2019

제 2 절 연구의 목적 및 방법

1) 외국인 유학생 및 이주노동자의 이력관리

가) 외국인 유학생의 통합적인 이력관리 체계 부족

외국인 유학생이 관리해야 할 서류의 종류는 많지만, 여러 곳(기관)에 흩어져 있어서 불편함을 초래한다. 외국인 유학생들은 휴학, 거주지 변경 그리고 취업 등 체류에 관한 정보가 변경될 때마다 졸업증명서, 성적표, 재학증명서, 외국인등록증, 자격증, 면허증과 같은 서류들을 구비 해야 한다. 학생들은 해당 기관을 직접 찾아가거나 개별 사이트를 방문하여 서류 신청을 해야 한다. 이 과정에서 발생하는 비효율은 약 연간 73억 5천만 원으로 추산된다.¹⁰³⁾ 더 나아가 유학생 개인 이력에 대하여 체계적으로 관리할 시스템이 부재하다. 교육부 소속기관인 국립국제교육원이 발간한 ‘2018 외국인 유학생 한국생활 정착지원’에 따르면, 유학을 마친 후 진로계획에 대한 물음에 50% 이상의 학생이 한국에 잔류할 의사를 밝혔다. 한국에서의 취업 또는 상급학교로의 진학이 주목적이다. 이 때, 각 기관들이 참고할 수 있는 외국인 유학생들의 이력 검증 시스템의 부재는 해당 인력에 대한 정확한 평가를 어렵게 만든다. 결과적으로는 정보의 비대칭을 낳고 비효율과 경제적 손실을 양산한다.¹⁰⁴⁾ 본 연구에서는 외국인 유학생의 급격한 증가세와는 다르게 제도적 지원 및 체계적인 관리 시스템 부족으로 발생하는 문제들을 파악해 보면 아래 표와 같은 부분을 대표적으로 확인 할 수 있다.

103) 이천문, 이일용. (2014). 중국과 한국의 외국인 유학생 유치·관리 정책에 대한 비교분석, 『비교 교육연구』, 24(1), pp. 31-52.

104) <http://wiki.hash.kr/index.php/두드림체인>.

[표 1-14] 외국인 유학생 이력관리 문제

정보 비대칭	증명 서류의 위변조	커뮤니티 부재	유학생 관리체계
- 유학원과 한국 유학을 준비하는 외국인 학생 사이에 유학정보에 대한 비대칭 및 의존적 관계가 형성됨 - 대부분 학생이 원하는 조건이 아닌 유학원 중심의 진학 설계가 진행됨 - 유학원의 이익 극대화를 위한 높은 수수료와 비용은 학생 및 기관에 전가됨	- 불법 취업을 위해 유학으로 위장하여 한국으로 입국하는 외국인 유학생 수 증가 - 브로커와 결탁하여 부족한 자격을 위조하고 무리하게 유학을 시도하는 사례 발생 - 입학 서류 검토 과정에서 기술적인 방법이 아닌 해당 부서의 담당자가 일일이 진위여부를 확인할 수 밖에 없는 한계존재	- 외국인 유학생을 위한 선별되고 검증된 정보 공유가 가능한 플랫폼 부재 - 학업, 언어, 주거, 금융, 의료, 문화 차이 등 실질적이고 신뢰있는 정보를 찾기 어려움 - SNS와 한국에서 유학중인 학생과 현지 학생 사이의 교류도 원활하지 않아 유학원 및 온라인 상의 과편화된 정보에 기댈 수밖에 없음	- 외국인 유학생이 관리해야할 서류의 종류가 많고 여러 기관에 흩어져 있어 불편함 - 졸업증명서, 성적표, 재학증명서, 외국인 등록증, 자격증 등 체류에 관한 정보가 변경될 때마다 각 서류를 구비해야 함 - 유학후 한국에 잔류하는 외국인 유학생들의 이력을 검증하고 관리할 수 있는 시스템이 없어 정확한 평가가 어려움

나) 검증되지 않은 중개인

한국으로 유학을 준비하는 외국인 학생들은 현지의 중개인을 먼저 찾는 경향이 있다. 필요한 정보를 얻고 제출할 서류들을 확인하기 위함이다. 하지만 정보의 비대칭과 의존적 관계가 형성되기 때문에 학생들은 어떤 중개인이 신뢰할 만한지 판단할 수 없다. 결과적으로, 그들은 본인이 원하는 조건보다 중개인의 이익이 극대화되는 방향으로 진학설계를 받을 수 밖에 없게 된다. 이 과정에서 발생하는 높은 수수료와 비용은 다른 사람과 기관에게 전가된다. 학생들의 부담

을 가중시키고 유학 만족도를 떨어트리기 때문이다. 이와 같은 이유로 학업에서 이탈한 학생들은 소재 파악이 어려우며 자연스럽게 불법체류자로 전락하게 된다. 이처럼, 검증되지 않은 중개인은 첫 단추를 잘못 채우는 셈이다. 투명하지 않은 구조로 인해 만족스럽지 않고 효율적이지 못한 진학 설계가 이루어지며, 결과적으로 대학교의 평판 그리고 국가 이미지의 저하로 이어지게 된다.¹⁰⁵⁾

다) 증명 서류의 위변조

위변조된 서류들로 인해 외국인의 출입국 관리와 재적 파악에 구멍이 뚫리고 있다. 자격을 증명하고 확인해야 하는 절차지만, 위변조가 발생할 지점이 존재하기 때문이다. 실제로 브로커와 결탁하여 불법취업을 목적으로 유학으로 위장하여 입국하거나 부족한 자격을 위조하여 무리하게 유학을 시도하는 사례가 빈번하다.¹⁰⁶⁾ 규제 강화를 통해 해결하려는 노력이 있지만¹⁰⁷⁾, 해당 서류를 검토하는 단계에서 기술적인 방법보다 담당자들이 눈으로 확인하는 등 분명한 한계가 존재한다. 따라서, 체계적인 검증 시스템이 필요하다. 위·변조의 범위는 학점, 학위증명서, 등록금 고지서 등을 블록체인 기반 전자문서로 발급하여 문서 위·변조로 인한 범주의 사전 예방이 가능하다. 학점 위변조 방지의 학생들의 학기 또는 학년별 종합 성적결과를 블록체인 기반 전자 문서로 발급 및 공유하여 학점 변조가 불가능 하도록 조치할 수 있다. 출결 기록 위·변조 방지의 경우 학생들의 출결 시스템에 블록체인 기술을 적용하여 출결 정보의 효율적 관리 및 위·변조 방지를 할 수 있다. 증명서 위·변조 방지의 경우 졸업 또는 수료증, 각종 증명서 발급 간 블록체인 기술을 접목하여 구직 활동 간 증명서 위·변조가 불가능 하도록 조치 할 수 있다. 각종 고지서 위·변조 방지의 경우 등록금, 학과 행사비 등 금전적인 부분과 연계된 문

105) <http://wiki.hash.kr/index.php/두드림체인>.

106) 이종기. (2017). 블록체인에 의한 분산형 원장 처리. 기법의 탐색적 사례연구, 『전산회계 연구』, 15(1) pp. 25-38.

107) 우영희, 정혜령, 김용, 남창우. (2013). 원격고등교육에서 스마트 학습경력관리 지원을 위한 e-Portfolio 개발 방안 연구, 교육부, 『한국방송통신대학교』, pp. 9-11.

서를 블록체인 기반 전자문서로 발행하여 학비 지불 관련 사기 등을 예방 할 수 있다.

라) 대학교

교육부는 교육국제화역량인증제 (IEQAS : International Education Quality Assurance System)를 시행하여 국제화 역량의 자격을 갖춘 대학교를 선별하고 인증한다. 해당 인증을 받은 대학교는 진학하고자 하는 외국인 유학생에게 표준 입학 허가서만으로 비자 발급을 간소화할 수 있으며 해외 한국 유학박람회 참여, 언론보도 등의 홍보 혜택을 받을 수 있다. 그리고 정원에 제한받지 않고 자율적으로 외국인 유학생을 선별할 수 있게 되어 강력한 인센티브로 작용한다.¹⁰⁸⁾

[표 1-15] 교육국제화역량 인증제

영역	지표명	인증기준	대학	전문대학	대학원 대학
필수 지표	불법체류율*	2~4% 미만	1개 이상 반드시 충족		
	중도탈락률	6% 미만			
핵심 여건 지표	외국인 유학생 등록금 부담률	80% 이상	4개 중 3개 이상 충족	4개 중 3개 이상 충족	3개 중 2개 이상 충족
	의료보험 가입률	85% 이상			
	언어능력(한국어/ 영어)	30% 이상			
	신입생 기숙사 제공률	25% 이상			
국제화 지원지표 (정성)	국제화 비전 및 특성화(20)	70점(보통) 이상			
	외국인 유학생 생활적응 지원(40)				
	외국인 유학생 학습지원(20)				
	외국인 유학생 교육성과(20) ¹⁰⁹⁾				

* 100명 미만 : 4% 미만, 100명 이상~500명 미만 : 3%미만, 500명 이상 : 2%미만
(‘17.7.1~’18.6.30, FMS(법무부 산출자료) 기준)

※ 필수지표 중 중도탈락률 지표만 충족하는 경우, 불법체류율이 10% 미만이어야 함

출처: 교육부

108) <https://blog.naver.com/coinrocket/221815249737>

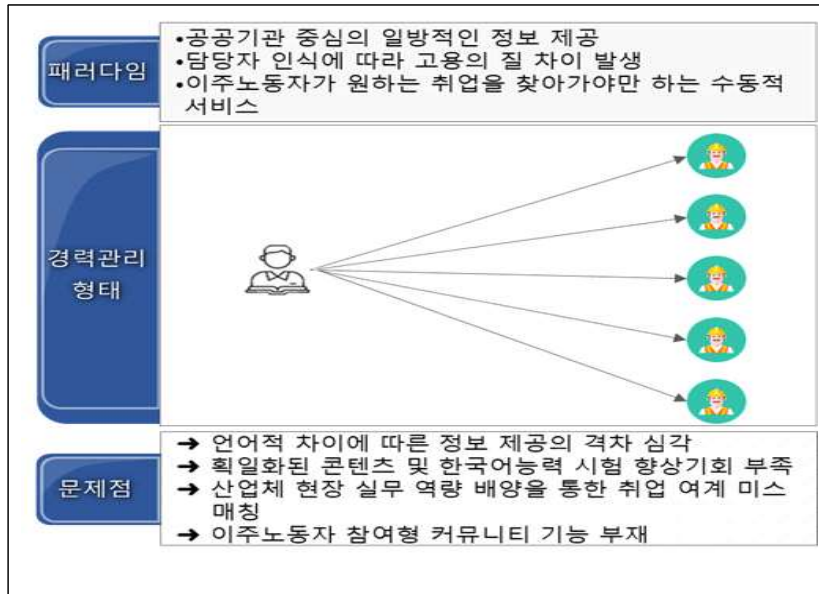
109) <https://moe.go.kr/>

[표 1-15]와 같이 교육국제화역량 인증을 받기 위해서는 필수지표 및 핵심여건 지표를 만족해야 한다. 필수지표의 구성은 외국인 유학생의 불법체류율과 중도탈락률로 구성되며 이들 항목을 확인하는 목적은 외국인 유학생의 체류율을 확인하는 것으로 불법체류율 2~4% 미만 또는 중도탈락률 6% 미만으로 관리되어야 한다. 핵심 여건지표는 외국인 유학생들의 등록금 부담률, 의료보험 가입률, 언어능력 (한국어/영어), 신입생 기숙사 제공률로 구성되어 있으며 교육기관별로 할당된 수 이상의 항목을 충족해야 한다.¹¹⁰⁾ 국내 대학들의 외국인 유학생 모집, 선발 그리고 체류관리에 노력을 기울일 수 있도록 위에 언급된 기준들은 적용된다. 국내 대학들은 본 논문에서 제안하는 외국인 유학생의 경력관리를 위한 통합 온라인 플랫폼을 통하여 현지 유학원과 직접 소통할 채널을 만들고 업무를 공유할 수 있으며, 유학원의 평판을 조회하여 지원한 유학생들의 검증, 신뢰도를 사전에 파악할 수 있다. 더 나아가 본 논문에서 제안하는 블록체인을 활용한 온라인 플랫폼의 데이터를 분석하여 제공하는 중도이탈 예측 프로그램을 사용하여, 외국인 유학생들의 체류 및 학업 성취도를 체계적으로 관리할 수 있다.

마) 이주노동자 이력관리 문제

저출산, 고령화로 이어지는 산업수요에 기반한 노동인구의 감소는 지속적인 외국인 인력 유입을 견인하고 있으며, 그에 따른 이주노동자의 현재 경력관리 현황은 공공기관 중심의 일방적인 정보제공과 이주노동자가 원하는 취업을 찾기에는 여러 가지 현실적 문제들을 직면하는 구조로 되어있다.

110) 교육부, 2018.



[그림 1-11] 이주노동자 이력관리 문제

향후, 이주노동자의 인력정책과 관련하여 기본방향은 우리사회의 산업수요 부족을 대체하는 이주노동자의 포용정책의 원칙하에 노동시장 지원 강화라는 방향으로 자리매김할 필요가 있으며, 구체적인 정책 방향을 살펴보면 다음과 같다.¹¹¹⁾

첫째, 적극적 취업 지원정책의 강화이며, 이주노동자의 취업정보를 사적 네트워크에 의존함으로써 취업업종 집중화를 초래하고 있다.

둘째, 취업지원 정책의 효율화를 위한 유인방안을 마련해야 한다. 내국인 기피업종 및 인력 부족률이 높은 업종(농,축산업, 지역 중소제조업 등)에 취업하는 이주노동자들에 대해서는 취업 기간에 따라 가족초청, 영주자격 등 인센티브를 부여하고, 필요한 경우 근로자지원 보조금 제도를 도입하되, 보조금 재원은 수익자 부담 원칙 하에서 접근할 필요가 있다.¹¹²⁾

셋째, 귀국지원 프로그램의 운영 및 실효성을 제고해야 한다. 한국에서의 취업경험이 귀국후 취업능력 및 경제적 지위 향상에 기여 하도록 취업부터 귀국지원까지 종합적인 관점¹¹³⁾에서 이주노동자의 취업지원 정책을 설계하

111) (재)경기도 가족여성연구원. <http://www.gfwri.kr/>.

112) 유경준, 이규용. (2009). 외국인력의 현황과 정책과제, 『한국개발연구원』, pp. 42-55.

113) 이민정책연구원. <http://www.iom-mrtc.org/>.

고 운영할 필요가 있다.

넷째, 경기변동에 탄력적인 공급체계 구축이 필요하다. 외국인력 공급체계의 실효성을 향상하기 위하여 국내 노동시장의 환경변화에 부합하는 제도적 개선등이 필요하다. 예를 들어서 도입 쿼터 조정, 업종별 수량할당, 노동시장 내 인력의 재배치 가능성을 유연하게 하고 이를 위한 제도적 유인체계를 마련해야 한다.

다섯째, 외국인력에 대한 제도적 관리 측면에서, 취업 허용업종 외 일하는 경우와 취업사실을 신고 하지 않은 외국인력에 대해서는 제재를 강화하고, 정책의 실효성을 제고 할 수 있도록 외국인력 노동시장의 단기/중장기 노동시장 변화(인력수급 부족)에대한 실태 파악을 하여 필요한 인프라 구축등을 통해 정책에 부합하도록 제도적 개선이 필요하다. 아울러 외국인력(이주노동자)의 고용 허용업종에 종사하는 내국인에 대한 노동시장 정책 활성화도 중요한 과제라 할 수 있다.¹¹⁴⁾

2) 가상화폐 보상형 온라인 플랫폼 구현

본 연구는 블록체인을 활용하여 외국인 유학생 및 이주노동자의 경력관리 및 취업지원 문제 해결을 위한 가상화폐 보상형 온라인 플랫폼 연구로 공공, 민간의 경력관리 플랫폼 자료를 수집하여 분산형 데이터베이스 기반의 블록체인 온라인 플랫폼을 설계 구축하고 가상화폐를 활용하여 외국인 유학생 및 이주노동자들에게 참여 보상형 온라인 플랫폼을 제공하는 것을 목적으로 한다. 외국인 유학생 및 이주 노동자들의 가장 큰 이슈사항인 중도 탈락율과 불법 체류율을 예방하는 차원에서 경력관리 및 취업지원을 블록체인을 활용해 해결해 나가기 위해서는 기록되는 사용자의 모든행위 (조회, 삭제, 추가 등)는 고유 Hash 값과 블록의 Line의 값으로 기록되어 모든 이벤트를 추적, 관리하며 사용자의 정보를 등록하고 분산형 데이터베이스에 저장하기 위한 모든 합의과정의 모든 부분에서의 라인 등록 주기, 노트의 크기, 신뢰 멤버 등을 스마트계약 (Smart Contract)을 통한 관리 감독하는 사용자 정보를 검증 저장하

114) 법무부. (2014). 불법체류자 비용 및 편익분석 연구. 『한국사회경제연구원』, pp. 7-36.

는 블록체인 구현으로 이력관련 정보를 제공 할 수 있는 플랫폼 구축을 목적으로 한다. 블록체인의 대두와 가상화폐 보상 적용과 함께 다양한 산업, 환경, 공공 등과 융합이 가속화 되고 있다. 빠르게 변화하는 경제, 기술 환경과 가파르게 증가하는 외국인 유학생 및 이주노동자의 구성으로 이루어지는 다문화 사회의 흐름은 거부할 수 없는 현실이며, 이러한 이력관리 문제 해결을 위해 통합 온라인 플랫폼 구축을 통한 외국인 유학생 및 이주 노동자들의 검증된 중요도가 높은 정보를 통합 관리하며, 경력관리와 취업을 지원하기 위한 플랫폼의 설계와 구현, 성능검증을 통해 외국인 유학생 및 이주 노동자들의 중도 탈락을 감소, 불법 체류를 예방에 기여하고자 한다.

3) 블록체인을 활용한 정보의 신뢰성

가) 블록체인 특징

블록체인은 모든 문제의 해결책을 제시하는 만능열쇠가 될 수 는 없지만, 보안성, 투명성, 안정성, 효율성 측면에서 기존의 중앙집중 관리방식 보다는 위험을 충분히 감소하고 효율을 극대로 높일수 있는 많은 장점을 갖고 있다.

(1) 향상된 보안성

보안성 측면에서 모든 자료를 중앙화된 구조의 데이터베이스에 저장하는 것 보다는 블록체인을 도입하여 자료를 저장하는 것이 상대적으로 높은 보안성을 가져다 준다.¹¹⁵⁾ 자료구조의 특성상 모든 데이터베이스가 한곳에 보관되고 관리가 된다면 해커들의 표적이 되어서 하나의 데이터베이스만 침입하는 것으로도 치명적인 피해를 유발할 수 있다. 하지만, 블록체인처럼 분산된 데이터 구조에 침입하는 것은 현실적으로 매우 어려우며, 중앙집중적인 관리가 불필요해 지므로 내부자에 의한 조작 또는 정보유출 위험 또한 크게 감소한다.¹¹⁶⁾

(2) 향상된 투명성

115) 김진화, 정명호, 김재모, 유영석. (2016). 블록체인의 기술적 이해 및 도입을 위한 첫걸음. KORBIT, pp. 77-85.

116) <https://blog.naver.com/mage7th/221337932252/>.

블록체인은 기본적으로 공개성이라는 특징을 가지고 있다. 각종 금융거래, 회계관리와 같은 투명성이 가장 중요한 곳에서 모든 참여자들이 장부를 공유하고 있기 때문에 기본적으로 모든 거래기록이 투명하게 공개된다.¹¹⁷⁾¹¹⁸⁾

(3) 안정성

블록체인의 분산구조는 기업이나 공공기관이 기존과 같이 한 곳에 모든 데이터를 보관해야 하는 잠재적 위험성을 피할 수 있게 해준다.¹¹⁹⁾ 즉, 단일 실패점(single point of failure)이 존재하지 않기 때문에 일부 시스템에 오류 또는 성능저하가 발생하더라도 전체 네트워크가 타격을 입을 가능성이 희박하며 쉽게 복구가 가능하다.

(4) 효율성

블록체인은 복잡한 거래기록 및 추적에 용이한 장점을 지닌다. 아울러 여러 기관이 참여하는 경우에도 시스템 통합에 따른 복잡한 프로세스와 그에 수반하는 고비용 구조를 우회하게 해 준다.¹²⁰⁾¹²¹⁾

나) 신뢰지수 및 이력서의 기준

신뢰성있는 이력관리를 위한 기본 전제로 외국인 유학생 및 이주노동자 의 이력항목은 다음과 같이 구성한다.

- 개인기본정보 : 유학생 사진, 주소(나라, 도시), 휴대폰, 이메일, 여권 사본, 가족관계
- 학력사항 : 고등학교명, 대학명, 대학원명
- 활동사항 : 동아리, 봉사활동 등의 교외활동 정보, 자격증명
- 어학사항: TOPIK, TOEIC, TOEFL etc
- 증명서류: 성적증명서, 졸업증명서, 여권사본, 어학증명서, 은행계좌 사본 등

117) <https://m.blog.naver.com/da91love/220742243133/>.

118) 김성준. (2017). 블록체인 생태계 분석과 시사점. 『한국과학기술기획평가원』, pp. 66.

119) <https://blog.naver.com/mage7th/221337932252>.

120) 김진화, 정명호, 김재모, 유영석. (2016). 블록체인의 기술적 이해 및 도입을 위한 첫걸음. KORBIT, pp. 77-85.

121) <https://blog.naver.com/mage7th/221337932252/>.

다) 인증절차

외국인 유학생 및 이주노동자의 이력서의 기본항목은 학력사항, 교육사항, 경력사항, 한국어능력(TOPIK)시험 등이 포함된다. 해당 항목을 등록하고 본인의 능력과 역량을 인증받기 위해서는 관련 증빙자료를 첨부해야 한다. 이후 해당 외국인 유학생이 등록한 활동과 관련이 있는 평판자/추천자를 참여한 대학 유학업무 관리자 기준으로 선정한다. 또한, 관련 활동을 인증하기 위한 기간을 설정한다. 평판자/추천자는 핵심 인재가 등록한 항목들에 대해서 승인 또는 거부의 버튼을 누른다. 항목을 등록한 외국인 유학생과 이를 평판/추천하는 사람들은 그들이 등록한 항목과 등록한 항목에 대한 평판/추천 결과에 따라 그들의 신뢰도가 상승할 수도 있고 떨어질 수도 있다. 외국인 유학생의 경우 등록한 항목이 타당하다고 판단될 시 또는 대부분의 평판자/추천자가 승인을 누를 시 외국인 유학생의 신뢰도는 상승하게 된다. 또한 평판자/추천자가 역시 승인 또는 거부에 대해 다수에 속할 경우 신뢰도는 상승하게 된다. 그렇지만 그 반대의 선택을 할 경우 핵심인재와 평판자/추천자 모두 신뢰도는 하락하게 된다. 인증 절차에 참여한 외국인 유학생과 평판자/추천자는 모두 해당 작업에 참여함으로써 가상화폐로 보상을 받는다.

라) 평판금고 접근 비용

외국인 유학생 및 이주노동자는 자신의 이력서에 등록된 정보를 기업의 인사 담당자에게 제공할 때 이에 대한 비용을 요청할 수 있으며 이는 참여인력 스스로 결정할 수 있다. 낮은 비용을 책정할 경우 보다 많은 사람들이 이력서 정보를 볼 수는 있지만 자칫 자신에게 맞지 않은 많은 연락을 받을 수도 있다. 또한, 높은 비용을 책정할 경우 소수만 관련 정보를 볼 수 있어 연락이 덜 올수도 있지만 자신에게 맞는 적합한 프로젝트를 고를 수도 있다. 기업 인사 담당자는 참여인력이 무료로 제공할 수 있도록 허락된 정보를 제외한 이외의 정보를 보고 싶을 경우 해당 참여인력에게 가상화폐를 제공한다.

제 3 절 연구의 범위

1) 이력관리 플랫폼 아키텍처 설계

본연구에서 구현하는 블록체인을 활용한 온라인 이력관리 플랫폼은 외국인 유학생 중심의 블록체인 네트워크로 DoDream Chain으로 명명한다. DoDream Chain은 외국인 유학생들의 유학 준비단계부터 한국에 정착하는 순간까지의 경험을 개선하고, 투명하고 검증된 정보의 공유를 통해 학업 성취도를 높일 수 있다. 외국인 유학생들의 모집이 신뢰를 바탕으로 이루어진다면 유학생들의 만족도가 상승하여 중도탈락률은 낮을 것이며, 그에 따라서, 유관기관들의 이미지를 긍정적으로 개선하고 외국인 유학생들의 관리 효율을 높일 수 있다. 디지털 자산으로 두드림 토큰(DRM)과 스마트 계약(Smart Contract)은 각 참여자로 하여금 정보를 공유하고 신뢰도를 향상하는 방향으로 유도한다. 디지털 자산은 초기 사용자에게는 경제적 인센티브를 제공하여 플랫폼 성장의 이익을 공유하고 장기적으로는 사용자 증가와 정보 축적에 따른 선순환 구조를 만들어 각 참여자들의 수요를 발생시킨다. 유학준비에서 유학후 취업 매칭까지 통합적이고 체계적인 관리를 할 수 있도록 한다. 외국인 유학생은 온라인 플랫폼의 핵심 사용층이고, 온라인 플랫폼은 외국인 학생들에게 유학 생활의 A to Z 플랫폼이다. 외국인 유학생들은 다음과 같은 활동을 할 수 있다.

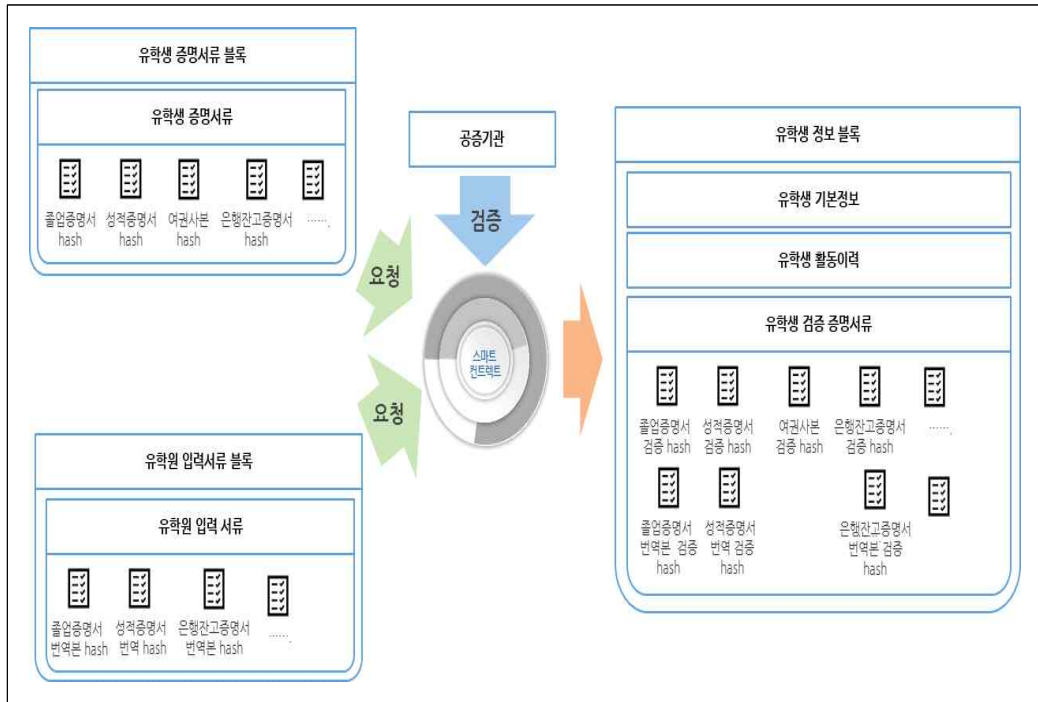
가) 현지에서 유학을 준비할 때는 맞춤형 유학 설계를 직접 할 수 있다. 유학 과정, 지역, 전공, 학비, 입학시기를 직접 입력하여 정보의 제한 없이 유학 과정을 찾아볼 수 있다.

나) 유학 준비생, 유학생, 졸업생 그 상태를 망라하고 커뮤니티에서 네트워크 활동을 할 수 있다. 유학과정의 학업에 필요한 각종 고충상담, 해외 체류 생활에 필요한 다양한 정보를 공유함으로써 심리적인 안정과 실질적인 도움을 얻을 수 있다.

다) 학업에 관련된 모든 서류 및 이력을 관리하고 정보 열람권을 스스로 관리함으로써 성장에 대한 동기부여를 만들고 더 많은 기회에 스스로를 노출

시킬 수 있다.

플랫폼의 생태계 확대에 유학생들의 모든 활동들은 기여할 수 있으며, 그 일련의 활동들은 보상을 받아야 한다. 온라인 플랫폼에 참여하는 외국인 유학생들은 동기부여 측면에서 마일리지 개념의 포인트 또는 가상화폐 개념의 토큰으로 인센티브 보상을 받을 수 있으며, 받은 보상은 플랫폼에서 제공하는 다양한 학습 콘텐츠 이용, 유학 원서 지원 과정에서 발생하는 각종 수수료를 지급할 때 사용할 수 있다. 결과적으로 외국인 유학생의 경제적 부담을 줄여주면서 학업과 체류에 도움을 주 수 있다. 현지에 있는 유학원은 한국으로 유학을 희망하는 예비 유학생들을 상담하고 유학 준비 절차를 돕는 기관으로 외국인 유학생과 한국의 대학교 모두에게 좋은 평판 유지를 통하여 유학원 경쟁력을 확보하게 된다. 국내 대학들은 해외에 있는 해당 유학원이 제공하는 예비 유학생들의 기초정보를 바탕으로 한국 유학 이후에 취합되는 정보인 성적, 중도 이탈률, 불법 체류율에 대한 지표에 활용 할 수 있다. 유학원은 온라인 플랫폼을 활용하여 입학 원서접수와 관련된 행정업무를 일원화할 수 있으며, 그 내역의 무결성을 보장받을 수 있다. 검증된 유학생을 선별하고 오랜 기간 동안 신뢰를 쌓아온 유학원들은 핵심 파트너로 자리 잡게 될 것이고 단기적 수익 극대화만을 목표로 하는 브로커 또는 중개인과 구분될 수 있다. 더 나아가 유학을 고려하는 현지 학생들을 대상으로 홍보할 수 있다. 본 연구에서는 스마트 계약(Smart Contract)을 통하여 외국인 유학생 입학 증명서류 검증을 할 수 있도록 외국인 유학생, 유학원, 공증기관을 통해 다각도로 검증된 입학 서류를 대학에서 조회 할 수 있도록 구현을 하기 위하여 서류등록의 과정에서는 외국인 유학생, 유학원이 입력한 증명서류를 프라이빗(Private)블록체인에 등록하고, 공증기관에 검증 요청을 하면 공증기관에서 검증이 완료된 서류는 퍼블릭(Public)블록체인에 등록하여 등록된 서류정보는 언제든지 확인이 가능하여 대학은 검증된 자료를 기반으로 입학 절차를 진행한다.

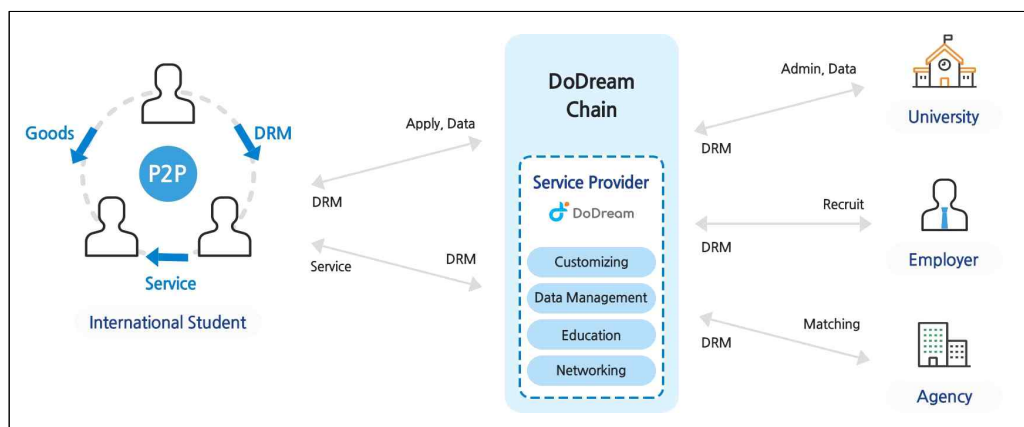


[그림 1-12] 스마트 계약을 통한 외국인 유학생 입학절차

2) 이력관리 플랫폼 구현 및 성능검증

온라인 플랫폼은 개인별 맞춤형 유학 설계이다. 국내 약 300여개의 대학교의 정보를 안내하고 유학생의 유학 희망 조건과 상황에 맞는 적합한 과정을 설계해준다. 예비 유학생에게 분절화되고 파편화된 정보를 한곳으로 모아서 해당 외국어로 쉽고 빠르게 확인할 수 있도록 정보 접근성을 향상 시키므로써 유학 진로설계에 대한 검증되지 않은 중개인으로부터 받는 피해를 사전에 예방하고 발생하는 각종 수수료 비용을 낮출 수 있다. 그리고 예비 유학생에게 꼭 필요한 정보인 좋은 평판이 확인된 현지 유학원을 유학 상담을 위해 안내해주기도 한다. 유학 과정을 직접 설계할 수 있는 온라인 플랫폼은 준비 단계에서의 첫 단추를 잘 꿰어주는 역할을 한다. 외국인 유학생들의 참여를 확대하고 참여 보상형 플랫폼이 될 수 있도록 다양한 콘텐츠를 플랫폼에 외국인 유학생 중심으로 업로드 하도록 한다.

3) 외국인 유학생과 이주노동자의 가상화폐 활용



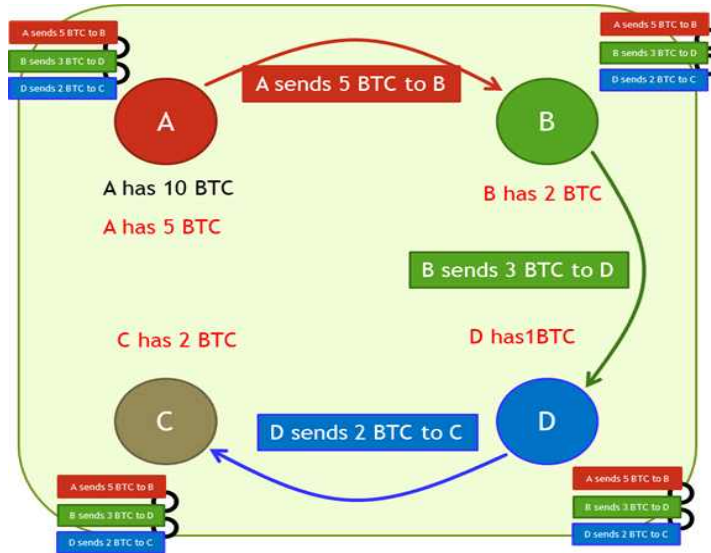
[그림 1-13] 두드림 토큰(DRM) 흐름

[그림 1-13]에서 보여지는 두드림 토큰(DRM)은 DoDream Chain 생태계의 성장에 기여를 하고 보상을 받음으로써 획득할 수 있으며, 이를 지불하여 DoDream Chain을 활용한 프로젝트의 서비스나 재화를 이용할 수 있다. 즉, 참여자의 경험 공유, 정보 등록, 이력 검증, 질문 대답 등 다른 참여자의 정보 획득에 도움이 되는 활동은 보상을 통해 장려된다. 해당 참여자는 두드림 토큰(DRM)으로 DoDream Chain을 거쳐 제공되는 다른 서비스를 이용하거나 매수자에게 판매하여 현금화할 수 있다. 외국인 유학생들의 경우에는 중고물품 거래, 학업 자료 공유와 같은 상황에서 쌍방의 합의 하에 두드림 토큰(DRM)을 사용하여 가치를 교환할 수 있다. 다양한 국적의 학생들이 송금, 환전 수수료 없이 개인 간 거래를 할 수 있게 된다. 또한, 참여자 간 매칭을 희망하는 경우, 사용자 상세정보를 조회하는 경우 그리고 특정 목적으로 홍보를 하는 경우에는 두드림 토큰(DRM)을 지급해야 한다. 해당 참여자들은 검증된 정보를 받아볼 수 있으며, 토큰의 지급내역을 남김으로써 당사자의 투명한 평판을 확보할 수 있다. DoDream Chain의 생태계 및 데이터가 풍부할수록 서비스 및 재화의 이용자로 하여금 더 많은 두드림 토큰(DRM)의 수요를 발생시킬 수 있다. 따라서, 두드림 토큰(DRM)을 보상으로 받는 사용자와 이해관계자들은 자발적으로 생태계를 활성화시킬 요인이 존재한다.

제 2 장 관련기술 및 선행연구 분석

제 1 절 블록체인

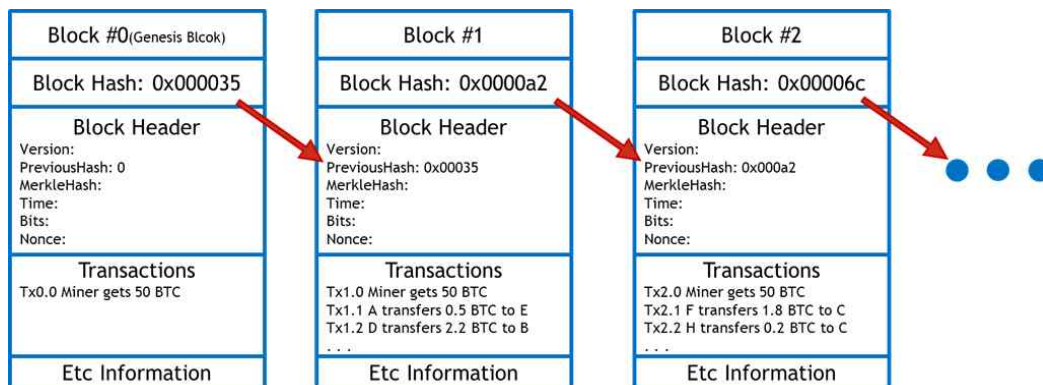
1) 블록체인 개요 및 특징



[그림 1-14] 블록과 블록구조

[그림 1-14]에서 각 블록은 무엇보다도 최근 트랜잭션의 일부 또는 전체에 대한 기록과 그 직전에 발생한 블록에 대한 참조를 포함한다. 또한, 풀기 어려운 수학 퍼즐에 대한 답도 포함되어 있다. 답은 각 블록에 고유한다. 한 블록에는 약 1,800개의 트랜잭션이 포함될 수 있으며, 평균 크기는 0.989MB이다. 블록의 구조는 블록헤더 (버전, 이전 블록해시, 머클해시, 시간, 비트, nonce)로 거래목록 (거래에 대한 다양한 정보)과 기타정보 (Hash에 포함되지 않은 기타정보)로 구성되어 있다.¹²²⁾

122) K. Schwab. (2016). The Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum.



[그림 1-15] 블록구조

[그림 1-15]에서 블록체인에서 거래가 기록되는 과정을 보여준다. 블록체인은 작업증명(Proof of Work)과정을 거쳐서 거래기록이 확정된다. 채굴자(miner)는 네트워크상에 중계된 여러 거래들을 모아서 하나의 블록을 형성한다. 이를 증명(proof)하고 이전 블록에 연결하기 위해 채굴자는 블록의 내용을 특정값(nonce)을 이용하여 SHS256(Secure Hash Algorithm256) 해시값으로 만들어 내는 과정을 거친다. 이 때 만들어지는 해시값을 시스템이 허락할 정도로 작게 만들어내는 특정값(nonce)을 찾은 경우 블록이 하나 생성되어 체인에 연결된다.¹²³⁾ 이 과정을 사용자 입장에서는 컨펌(confirm)이라고 하며 채굴자 입장에서는 채굴(mining)이라고 부른다. 이렇게 작업증명 과정을 거쳐 체인으로 연결되어 구조화된 거래기록은 위변조하기 매우 어렵다.¹²⁴⁾ 4차 산업혁명시대에 블록체인기술이 각광 받고 있다. 블록체인은 분산원장 처리 기술로 원장의 세부 내역을 블록 단위로 네트워크상에서 분산으로 저장하고 검증하는 보안에 뛰어난 기술중 하나이며 블록체인에 의한 분산형 원장 처리 기술은 4차 산업혁명 분야의 인공지능, 사물인터넷 등과 함께 인프라 기술로 그 활용 가능성이 매우 높은 기술로 융복합 기술의 핵심으로 부상한 블록체인 기술은 암호화 보안, 분산된 합의 및

123) S. Stone. (2017). Building Blockchain Apps with Hyperledger Computer. Node Summit. San Francico.

124) 금융보안연구원, 보안연구부. (2015). 『블록체인 및 비트코인 보안기술』, pp. 2.

적절하게 통제되고 권한을 가진 공유 된 공공원장 덕분에 우리의 경제적 사회적 제 활동을 체계화하는 방식을 근본적으로 바꿀 수 있다.¹²⁵⁾ 블록체인의 사전적 의미는 ‘공공거래장부’라고도 부르는데 엑셀의 ‘공유통합 문서’ 기능을 통해서 이해를 돕는다면 공유통합 문서는 엑셀 문서 파일을 여러사람이 한개의 파일로 관리하여 참여하는 다른 사람에게는 참조 권한만 부여하고 한명에게만 편집을 허용하는 기능이다. 즉, 통합문서기능은 같은 부분을 편집하는 것이 아니라면, 여러 사람에게 동시에 편집 할 수 있는 권한을 부여하는 등의 권한 관리를 해 주는 것으로 데이터베이스 시스템의 경우도 동시에 다수 사용자가 쓰기 요청이 오더라도 한 사람이 쓰기를 하고 있을때 다른 사용자가 쓸 수 없도록 데이터를 잠근다. 하지만, 분산원장의 경우 사용자로부터 쓰기 요청(블록생성)이 있는 경우 그 상태를 모든 시스템에 공유해 각 시스템이 그 상태를 저장하도록 만들어 동기화 한다. 블록체인 기술은 한 마디로 데이터가 저장된 블록을 잇따라 연결한 모음이다. 개인과 개인 간의 거래를 뜻하는 P2P(Peer to Peer) 방식을 이용해 바꾼 정보를 중앙 서버에 저장 하지 않고 여러 곳으로 분산해 동시에 저장하는 기술을 말한다. 이런 데이터를 기록한 블록을 장부라고 한다면 거래자만 보관을 하는 현실 속 장부와는 달리 내용을 모두에게 공개해 오히려 위변조를 막는 방법이다. 기존의 금융거래는 모든 내역을 은행과 같은 중앙 관리자가 가지고 있다. 블록체인은 제2의 인터넷으로 불리고 있으며, 기존의 ‘정보의 인터넷’을 넘어서 사회 시스템과 비즈니스를 변화시키는 ‘가치의 인터넷’으로 주목을 받고 있다.¹²⁶⁾ 한국은행에서는, ‘거래를 기록한 원장을 특정 기관의 중앙 서버가 아닌 P2P 네트워크에 분산하여 공동기록 및 관리하는 기술’로 정의하고 있다.¹²⁷⁾ 블록체인의 ‘블록(block)’은 거래 건별 정보가 축적되는 단위를 뜻하며, 이러한 블록들이 체인(chain) 형태로 연결된 데이터베이스를 의미한다.¹²⁸⁾ 블록체인은 기술적으로는 거래, 계약 등의 정보가 분산원장¹²⁹⁾ 상태로 연결되어 저장

125) 이종기. (2017). 블록체인에 의한 분산형 원장 처리. 기법의 탐색적 사례연구, 『전산회계 연구』, 15(1) pp. 25-38.

126) 김슬기, 박대우. (2017). 사이버보안 전문가 양성을 위한 연구. 『한국 정보통신학회 논문지』, 21(6), pp. 1137-1142.

127) 한국은행 금융결제국. (2016), 『분산원장 기술의 현황 및 주요 이슈』, pp. 253.

128) 포스코 경영연구원(2017), 『블록체인(Blockchain)의 등장과 기업 금융에 미치는 영향』, pp. 301-305.

된 데이터 사슬을 뜻하나, 보다 폭 넓게는 중앙서버 없이 프로그램의 자기실행(self-execution)이 가능한 분산원장 네트워크 및 그에 수반되는 기술을 의미한다.¹³⁰⁾

가) 블록체인 기술의 등장

2008년 재정위기 및 투자 관리 산업의 빈번한 사기 사례는 거액 융자 및 대체 자산을 헤드라인으로 만들었다. 지난 경기 침체 이후 일부 분야에서 발생한 막대한 부는 펀드 매니저들의 계급이 분리되어 있는 것처럼 보일 정도로 분화되었으며, 블록체인은 비트코인 및 에테르와 같은 암호화폐의 형태로 “P2P 전자 캐시 시스템”을 가능하게 하는 기반 기술로서 금융 위기를 계기로 등장했다.¹³¹⁾ 핀테크 서비스의 발전과 새로운 디지털 금융 기술의 등장과 같은 시대 변화에 따라 금융 산업에서의 블록체인 기술 도입의 중요성이 확대되고 있다. PC, 스마트폰 기반 온라인 거래가 보편화됨에 따라 해킹 및 위·변조가 불가능한 거래시스템에 대한 사회적 요구가 증대하고 보안성·투명성·안전성 취약 등 온라인 거래의 단점을 보완하기 위해 네트워크의 신뢰성 향상을 제공하는 블록체인 활용이 확산되고 있다. 블록체인은 거래의 기록 및 관리에 대한 권한을 중앙기관 없이 P2P (peer to peer) 네트워크를 통해 분산하여 블록 형태로 기록 및 관리하는 기술로 생성된 순서대로 정보의 저장 단위인 블록이 연결되면서 유효성을 검증하고 이를 통해 정보의 위·변조를 방지할 수 있다. 블록체인 기반 네트워크는 정보의 보안성, 신속성, 탈중앙성, 투명성, 확장성 등 다양한 측면에서의 이점을 제공한다. 네트워크상의 지속적인 정보 복제를 바탕으로 손실된 정보 복구에 강하며 시스템 해킹에 대한 강점을 제공한다. 모든 참여자가 정보를 공유하고 함께 거래의 신뢰성을 검증함에 따라, 은행, 거래소 등 공인된 제3자가 불필요 하다. 블록체인 기술은 높은 확장성을 바탕으로 금융뿐만 아니라 공공, 의료, 저작권 등 다

129) 분산원장: 데이터(거래내역 등)가 기록된 원장의 사본을 모든 참여자가 소유하고 중앙 관리자 없이 동시에 업데이트 하는 시스템

130) Buterlin, V.(2015), “Visions, Part 1: The Value of Blockchain Technology” (유거송·김경훈, “블록체인”, KISTEP 기술동향브리프 2018-01호에서 재인용)

131) S. Nakamoto. (2012). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.

양한 산업 영역과 접목하여 무궁무진한 확산이 가능하다. 공공행정 분야에서, 영국은 모든 공공서비스에 블록체인 기술 적용을 위한 연구에 돌입하였으며 스페인의 한 정당은 블록체인 기반 투표시스템을 구현하였다. 의료분야에서, 기록 관리 스타트업인 티에리온(Tierion)은 의료 데이터 기록에 블록체인 기술을 적용하여 비용을 절감하고 보안성을 제고하여 블록체인 도입으로 전자기록 관리 비용을 줄이고, 환자의 정보에 접근하는 해킹을 원천적으로 차단함으로써 의료 데이터 보안 및 공유 방식에 영향을 준다. 저작권에서는 저작권 관리 스타트업인 블록아이(Blockai)는 예술가들에게 블록체인 기술을 통해 안전성이 확보된 저작권 데이터를 저비용으로 제공한다. 블록체인 활용을 바탕으로 기존 고가의 저작권 보호 방식에서 벗어나 합리적인 가격과 안전한 보안 방식으로 서비스 제공이 가능하다. 블록체인의 향후 발전 방향은 산업과 공공 인프라로 확대될 것으로 보이며 암호화폐에서 기업으로, 기업에서 산업으로, 산업에서 정부 공공 서비스 및 인프라로 확대될 것으로 보인다.

나) 블록체인의 특징

블록체인 기술의 핵심 특징은 아래 [표 2-1]과 같이 ‘탈중앙화 및 분산화’, ‘되돌릴 수 없고 변경할 수 없음’, ‘실시간에 가까움’으로 요약될 수 있다.¹³²⁾ 블록체인의 주요 기능으로는 ①가치·자산 이전, ②기록보존, ③스마트 계약을 꼽을수 있다. 블록체인을 적용하고자 하는 경우에 거래가 단순하고, 거래 당사자들간의 신뢰도가 높으며, 이해 관계자 수가 적다면 블록체인을 도입하는 것은 큰 의미가 없을 수도 있다. 즉, 데이터 공유가 필요하고, 여러 이해관계자가 존재하며, 신뢰도가 낮은 상황에서, 감사 가능성(auditability), 비중개(disinter-mediation), 거래 상호작용을 하는경우에 블록체인 기술을 적용하는 것이 유용할 수 있다. 블록체인 기술은 P2P 네트워크를 이용하여 거래내용을 분산·저장함으로써 서버 설치 및 운영에 따르는 전산비용을 낮추면서도 보안을 강화할 수 있는 이상적인 기술이다.¹³³⁾ 기존

132) J. Condos. (2015). Blockchain Technology, National Association of Secretaries of State.

클라이언트-서버 구조에서는 서비스를 제공하기 위해 서버를 설치하고 운영하게 되는데 사용자가 늘어날수록 서버 및 네트워크 용량을 늘려야 하기 때문에 확장성에 따른 비용 증가의 문제가 있다. 블록체인을 이용한 분산네트워크 구조에서는 이러한 문제가 발생하지 않는다는 것이 가장 큰 장점으로 부각되고 있다.¹³⁴⁾ 블록체인을 활용하여 서비스 제공자가 서버와 데이터베이스를 구축하지 않고도 다양한 서비스를 제공할 수 있다는 것은 비용 측면에서 상당히 매력적인 기술이며, 금융거래나 핀테크에 다양하게 활용할 수 있다.

[표 2-1] 블록체인 기술의 특징

특징	내용
탈중앙화, 분산화 (원장 저장 및 무결성)	원장(ledger)이 네트워크 참여자들에게 복제되어, 해당 거래의 내용 전체를 각 참여자들이 동일하게 보관 시스템 운영이 분산되어 있으므로 단일한 실패 지점이 없다 (no single point of failure) 거래가 해시함수 표기법으로 검증되고, 모든 참여자에게 즉시 업데이트로 신뢰할만한 사실이 중단없이 시기 적절하게 기록
되돌릴 수 없고 변경 불가능(각 거래 기록은 기록할 수 없음)	검증된 거래 기록은 편집이 불가능하고, 무효한 거래 오류는 표면으로 드러나 인증이 거부당한다 - 즉시 조정
실시간에 가까움 (수 분 VS. 수일내로 거래가 검증 및 정산)	참여자들이 직접 소통 - 제3의 중개자 불필요 참여자들이 '정보교환'에서 '가치교환'으로 이동 특정 조건이 충족되면 시행되도록 하는 코드를 거래에 포함 가능 스마트계약의 자동화 및 시행을 가능하게 함

[표 2-2]에서는 블록체인의 주요 기능은 ①가치·자산 이전, ②기록 보존,

133) L. J. We, K. Meng and S. Xu. (2017). Democratic Centralism: a hybrid Blockchain architecture and its applications in Energy Internet, First IEEE International Conference on Energy Internet, pp. 176-181.

134) O. Alphand, Michele Amoretti and Timothy Claeys. (2018). IoTChain: A Blockchain Security Architecture for the Internet of Things." <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01705455>, pp. 1-7.

③스마트계약을 대표로 볼 수 있다.¹³⁵⁾

[표 2-2] 블록체인 주요기능¹³⁶⁾

구분	내용	사례
1) 가치·자산 이전 (Value transfer)	✓ 낮은비용, 거의 실시간에 가까운 속도 ✓ 중재자 없이 가능 ✓ “돈 거래” 이상의 것	✓ 국내외 송금 ✓ 내부 지급결제 ✓ 증권 결제 및 거래 청산 ✓ 유동성이 낮은 자산의 교환
2) 문서/기록 보존 (Record-keeping)	✓ 변경 불가능 기록을 만듦 ✓ 상호 동의된 합의 프로토콜 하에 진행됨 ✓ 신뢰할 수 있는 제3자의 중재에 의존하지 않음	✓ 유형 자산을 위한 디지털 소유 증명서 ✓ 디지털 자산의 거래 확인 ✓ 금융 계좌
3) 스마트 계약 (smart contract)	✓ 소프트웨어 프로토콜 ✓ 원장(ledger)의 내용에 기반 ✓ 조건이 충족되면 실행	✓ 디지털 수표/IOUs¹³⁷⁾ ✓ 자동 금융상품 ✓ 매개(parametric) 보험 계약 ✓ 자동화된 시장 조성

135) 변인섭. (2018). 블록체인 기반의 채용정보제공 시스템 구축방안 검토, 『고용노동부』, pp. 171-186.

136) 변인섭. (2018). 블록체인 기반의 채용정보제공 시스템 구축방안 검토, 『고용노동부』, pp. 171-186.

137) IOU는 ‘I Owe You’의 약자로, 아직 시장에 내놓아지지 않은 일정량의 코인을 미리 사고 파는 것을 말한다.

[표 2-3]에서는 블록체인의 주요한 특징인 보안성, 신속성, 탈중앙성, 투명성, 확장성을 특징으로 볼 수 있다.

[표 2-3] 블록체인의 다양한 특징

분류	설명
보안성	정보를 분산하여 다수가 공동으로 소유함으로써 해킹이 어렵고, 이에 따라 보안시스템 구축비용 절감
신속성	거래의 승인·기록·보관이 다수의 참여에 의해 자동 실행됨에 따라 신속성 극대화
탈중앙성	금융 기관 등 제 3자의 개입 없이 발행 및 거래가 이뤄짐에 따라 불필요한 수수료 절감
투명성	정보의 분산·공개화를 전락으로 모든 거래가 하나의 공개 장부에 기록되며 공개적 접근이 가능함에 따라 거래 양성화 및 규제비용 절감
확장성	오픈 소스를 활용하여 시스템의 용이한 구축·연결·확장이 가능함에 따라 IT 구축비용 절감

다) 해시기술

거래의 무결성 검증을 위한 기술로서, 보통 전자서명 및 전자화폐 등 전자상거래 진행시에 정보의 위·변조를 확인하기 위한 기술로서, 고정된 해시 값을 생성하는 알고리즘을 의미한다.¹³⁹⁾ 해시 함수는 이전의 연산 수행을 통한 해시 값을 만들어 내는 원본 데이터에 대한 역함수가 존재하지 않는다는 특성이 있기 때문에, 이를 알아내기 위해서는 기존의 원본 데이터를 변경해 가며 해시 값을 도출한 후 값을 일일이 비교해 가며 찾는 방법 밖에 없다. 해커가 임의의 블록을 지정하여 악의적으로 변경하다고 해도, 해당 블록의 해시 값이 변경될 것이며 이를 저장하고 있는 다음의 블록 해시 값도 연쇄적으로 변경되기 때문에 이 모든 과정에 대한 정보를 변경하는 것은 거의 불가능한 작업이다.¹⁴⁰⁾¹⁴¹⁾ 또한, 네트워크의 모든 참여자들이 동일한 분산 장부를

139) I. C. Lin and T. C. Liao. (2017). A survey of blockchain security issues and challenges, pp. 653-657.

140) 박홍진. (2016). 다양한 NoSQL 데이터베이스의 성능평가에 대한 연구. 『한국 정보전자』

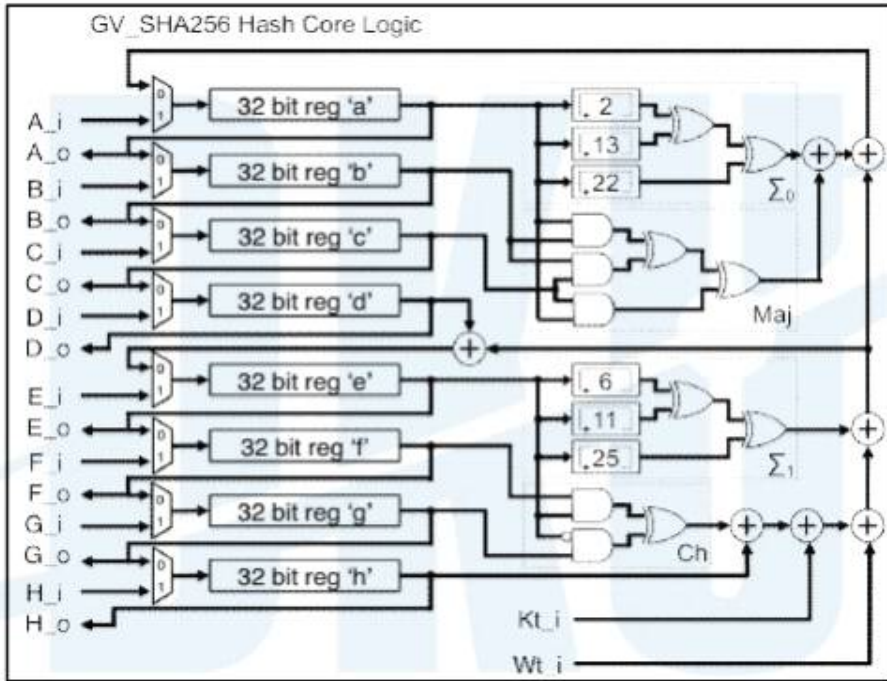
소지하고 있으므로, 이들에 대한 정보까지 모두 변경해야 하기 때문에 블록 체인의 불변성이 유지된다. 비트코인은 각각의 거래 내역의 해시값을 누적하는 머클트리 구조의 루트 해시를 가짐으로써 중간에 값이 변경되면 루트 해시값이 변경되어 변조 유무를 쉽게 판단 가능하다. 따라서, 데이터를 검증하고자 하는 사용자는 루트 노드의 해시값(루트해시 또는 마스터 해시)만 알면 데이터가 옳은 데이터인지 검증이 가능하다. 결과적으로, 체인의 무결성(integrity)은 다음 두 가지 해시값(hashing)을 사용하여 보장된다. 블록 안의 모든 거래는 머클루트(merkle root)라고 하는 해시 함수를 사용해서 그 블록에 압축 및 고정되고, 그 해시값은 블록의 헤더에 포함된다. 각 블록의 헤더는 이전 블록의 정보에 대한 해시를 포함한다.

해시는 임의의 크기의 데이터를 고정 크기의 데이터에 매핑 하는 기능이다. 해시 함수가 반환하는 값을 해시값, 해시코드, 해시 합 또는 해시라고 한다. 해시 함수는 주로 해시 테이블에서 사용된다.¹⁴²⁾

통신기술학회』, 9(3), pp. 298-305.

141) 안규황, 서화정. (2018). 블록체인을 활용한 자전거 관리 시스템 구축. 『한국 정보통신학회논문지』, 22(8), pp. 1139-1145.

142) A. Yosihalu and A. Manabu. (2017). "Consensus Algorithm," in Blockchain Structure and Theory, Wikibook, ch.8, pp. 109.



[그림 2-1] SHA-256 Logic¹⁴³⁾

해시 테이블은 나중에 쉽게 찾을수 있도록 저장되는 데이터 항목의 모음이다. 해시테이블의 각 위치를 슬롯이라고 하며, 슬롯은 데이터 항목을 보유 할 수 있으며 0부터 시작하여 정수 값으로 할당된다. 슬롯은 키로 식별되며, 슬롯에 저장된 데이터 항목을 값이라고 한다. 예를 들어, 각각 0,1,2...8로 이름 지정된 9개의 슬롯이 있다면 처음에는 해시 테이블에 데이터 항목이 없으므로 모든 슬롯이 비어있다. 첫 번째 해시 함수는 항목을 가져와서 테이블 크기로 나누면 나머지는 해시 값($h(\text{item}) = \text{item} \% 9$)으로 변환된다. 위에서 언급한 집합에 나머지 방법을 적용한 결과 해시 테이블은 다음과 같다. 사용된 슬롯은 로드 팩터라고 한다. SHA-1은 160비트 해시함수이며 MD5 알고리즘처럼 보인다. SHA-2 그룹에는 블록 크기가 다른 SHA-256과 SHA-512 두가지 해시함수가 있다. 그림의 SHA-256 알고리즘은 주어진 메시지를 512비트 블록으로 나누고 256 비트 메시지 요약을 만든다. SHA-512 알고리즘에서 메시지는 1,024 비트 블록으로 나누어지고 256 비트 메시지 요약을 만든다. MD5

143) OpenCores, SHA256 HASH CORE, https://opencore.org/projects/sha256_hash_core

및 SHA 알고리즘은 블록크기, 기존 길이, 암호화 분석, 반복 및 총 단계와 같은 일부 주요 매개 변수를 사용하여 비교할 수 있다. SHA 알고리즘은 MD5보다 2^{128} 비트 연산이 필요한 원래 메시지를 찾기 위해 2^{160} 비트 연산이 필요하므로 MD5보다 훨씬 안전한 것으로 간주된다. SHA에서 메시지 요약의 길이는 160비트이며 MD5에서와 같이 128비트이다. SHA는 80회 반복해야 하는 반면 MD5는 64회 반복이 필요하므로 SHA 알고리즘에 비해 빠르다.¹⁴⁴⁾

라) 타임스탬프(Timestamp)

타임스탬프(Timestamp)는 컴퓨터에 의해 기록된 로그 또는 메타데이터로 저장되는 이벤트와 관련된 시간 정보이다. 사용자의 요구 또는 타임스탬프를 생성하는 프로세스의 기능에 따라 모든 이벤트에 타임스탬프가 기록 될 수 있다. 타임스탬프는 대부분의 컴퓨터 관련 프로세스, 특히 동기화 목적에 필수적인 기능이다. 예를 들어, 날짜 수정 타임스탬프에 참조한 대로 변경되었는지 여부를 확인하여 백업 중인 파일과 현재 파일의 차이를 알 수 있으려면 백업이 필요한 파일의 타임스탬프가 필수적이다. 운영체제에서 자동으로 기록되는 타임스탬프의 일반적인 이벤트는 파일 생성 및 파일 수정이며 파일 속성을 확인할 수 있다. 서버가 생성하거나 프로그램을 디버깅 할 때 생성된 디버그 로그에서 발생하는 각 이벤트는 타임스탬프와 함께 기록되므로 관리자나 디버거는 발생한 상황과 시기를 즉시 알 수 있다. 타임스탬프는 여러 프로세스의 동기화에 필수적이다. 발신 측에서 보내는 모든 패킷은 타임스탬프가 필수적으로 포함되어 있어야 수신 측에서 데이터를 모두 정리하기 전에 데이터를 구성하는 방법을 알 수 있다. 사토시 나가모토라는 익명의 개인 또는 단체가 작성한 'Blockchain A peer-to-peer electronic cash system,' 논문에서 블록체인이라는 용어를 사용하지 않고 그에 해당되는 개념을 타임스탬프 서버(Time Stamp Server)로 설명했다.¹⁴⁵⁾

144) D. Randall, P. Goel and R. Abujamra. (2018). Blockchain Application and Use Cases in Health Information Technology, Top 10 Contributions on Bioinformatics & Systems Biology.

2) 스마트계약¹⁴⁶⁾

스마트 계약이란 계약 조건에 대한 디지털화된 거래 프로토콜 (a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract)¹⁴⁷⁾을 의미하는데, 디지털화된 거래 프로토콜이란 블록체인 기술이 거래의 각 단계별 과정에 적용된 것으로 거래 당사자간 거래(transaction)요청 시 거래 조건의 충족여부를 확인하는 중개자가 필요 없는 디지털화 되고 자동화된 계약 방식이다.¹⁴⁸⁾ 스마트 계약을 통해 생성되는 정보는 디지털 불변성(digital imutability)을 가진 정보로, 임의로 거래내용과 조건을 수정 할 수 없으며, 분산형 시스템에 저장된다. 스마트계약은 상호 합의된 규약을 이용하는 컴퓨터 네트워크를 통해 실행되므로, 모든 관계자가 계약 조건에 동의할 수 있고 자동적으로 실행될 것을 신뢰할 수 있으며, 오류나 조작의 위험이 줄어든다. 블록체인이 존재하기 전에는 계약 당사자들이 별도의 데이터베이스를 유지하고 있었기에 이러한 유형의 스마트계약이 불가능했다. 스마트계약은 제3의 거래 중개자 없이 블록체인 기술에 기반하여 거래 조건의 충족여부를 확인하기에, 거래 과정에서의 높은 신뢰성과 투명성을 확보할 수 있다.¹⁴⁹⁾ 모든 계약과정이 소프트웨어 기반으로 실행되기에, 다양한 디지털 기기에 범용적으로 적용할 수 있으며 거래의 일관성과 안전성도 확보할 수 있다. 스마트 계약 환경에서는 거래 당사자 간 디지털 자산의 이동이 미리 정해진 규칙에 따라 실시간으로 처리 가능하므로, 거래의 가장 핵심인 결제 역시 미리 정해진 시간 또는 거래 요청시 (사전에 정의된 거래 조건을 충족시키는지 판단하여) 실시간으로 처리될 수 있어 전반적 거래 과정에서 신속

145) K. Khamila, N. Skorski, J. Hadinoto, and K Kraft. (2018). Incorporating seller/buyer reputation-based system in blockchain-enabled emission trading application.

146) O. Alphan, M. Amoretti, and T. Claeys. (2018). IoTChain: A Blockchain Security Architecture for the Internet of Things."http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-0170545 pp. 1-7.

147) Z. Zheng, S. Xie, H.-N. Dai, and H. Wang. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey, Inter-science Enterprise Ltd. pp. 354- 361.

148) Helium Blockchain Alliance. (2017). Construction Operations Built Information Exchange Meets Blockchains, BIM & CoBie Blockchain, cobieblockchain.com.

149) 박건철, 유민주, 도성룡, 조대근. (2017). 디지털 기반 공유경제 활성화 방안 연구, 『서울디지털재단』, pp. 15-35.

성과 편의성을 제공한다.¹⁵⁰⁾ 다수의 관계자가 빈번하게 거래가 이루어지고, 계약 당사자들이 각각의 거래에 대해 수작업 또는 중복된 작업을 수행해야 할 때 스마트계약이 유용하게 활용될 수 있다.

3) 프라이빗 vs 퍼블릭 블록체인

블록체인 기술은 익명성, 제3자 개입의 불필요성(P2P), 확장성, 투명성, 보안성, 시스템 안정성 등의 측면에서 장단점을 동시에 지니고 있다.¹⁵¹⁾ 블록체인 기술의 구현 방법중 프라이빗과 퍼블릭 블록체인의 특징에 따른 장·단점을 표로 정리하면 아래와 같다.

[표 2-4] 블록체인 유형별 특징 및 사례

유형	퍼블릭 블록체인 (Public Blockchain)	프라이빗 블록체인 (Private Blockchain)
참여 권한	누구나 사용자 인증과정 없이 참여 가능	법적 책임을 지는 승인된 주체
열람 권한	모든 참여자가 익명으로 기록 열람 가능	거래당사자와 승인된 기관만 열람
권한 관리	참여자 누구나 읽기, 쓰기, 합의 등 모든 권한 보유	주체에 따라 사용 가능 권한 지정 가능
검증 및 승인	네트워크 참여자 누구나 거래 검증 및 승인	승인된 기관과 감독기관이 검증
합의 알고리즘	부분 분기를 허용하는 작업 증명(Proof-of-work: 채굴) 또는 지분증명(Proof-of-Stake) 알고리즘	부분 분기를 허용하지 않는 BFT 계열 합의 알고리즘
확장성	제한적 확장	높은 확장성
예시	비트코인, 이더리움 등	R3CEV, DAH, Clearmatics 등

150) 변인섭. (2018). 블록체인 기반의 채용정보제공 시스템 구축방안 검토, 『고용노동부』, pp. 171-186.

151) 이재영. (2017). 블록체인이 제고할 가치의 인터넷. 『과학기술 정책연구원』, KDI 경제정보.

블록체인은 네트워크 참여에 사전 승인이 필요한지 여부에 따라 허가형·비허가형 블록체인으로 구분된다. 152) 퍼블릭 블록체인의 경우 최초로 블록체인 기술이 활용된 형태로 인터넷을 통해 모든 구성원들에게 거래정보가 공개되는 방식으로 공개성 투명성이 높지만 네트워크 확장성이 낮은 한계가 존재하며 비트코인이 대표적인 사례로, 퍼블릭 블록체인의 보안은 암호와 각 블록에서 제공하는 금전적 이익에 의해 유지된다. 기록에 문제가 생기거나 시스템이 공격에 노출될 경우, 중재해 줄 수 있는 주체가 없어 시스템을 유지하기 위한 비용과 복잡성 그리고 불완전성이 존재한다. 기밀 데이터를 포함한 모든 데이터가 무차별적으로 공개되며 참여자들의 신원이 공개되지 않아 제도권으로의 유입에 한계가 발생한다. 프라이빗 블록체인의 경우 합의된 기관들의 특정 목적에 부합하도록 설계한 블록체인으로 네트워크에 참여하는 기준, 범위, 공개 등에 제한이 가능하다. 퍼블릭 블록체인의 단점을 보완하여 보다 다양한 서비스 개발·적용이 가능하게끔 보완한 방식으로 R3 CEV, HSBC, Citi, Barclays, Goldman Sachs, BoA 등이 대표적이 사례로 일기, 쓰기, 합의 과정에 참여할 수 있는 참여자가 미리 지정되어 있으며, 필요에 따라 특정 주체가 새로 추가되거나 제거가 가능하다.153)

[표 2-5] 블록체인 네트워크 참여자 범위에 따른 유형154)

허가형	프라이빗 블록체인	블록체인 네트워크 참여시 승인을 받아야 하며 (참여자 개개인 지정), 사전에 합의 방식에 관여 할 수 있는 노드가 결정됨 (예시) R3CEV, DAH, Clearmatics
	컨소시엄 블록체인	프라이빗 블록체인과 유사하나, 개인이 아닌 그룹 단위에서 사전에 허가된 그룹의 사용자만 참여 가능 (예시) 하이퍼레저 패브릭(Hyperledger Fabric), 코다(Corda)

152) 유거송, 김경훈. (2018). 블록체인, 『한국과학기술기획평가원(KISTEP)』 기술 동향 브리프 2018-01호, pp. 16-19.

153) 김태훈. (2016). 비즈니스 마케팅 및 금융 보안을 위한 디지털 통화 암호화에 대한 연구. 『아시아태평양저널』, 6(1), 365-376.

154) 변인섭. (2018). 블록체인 기반의 채용정보제공 시스템 구축방안 검토, 『고용노동부』, pp. 171-186.

4) 해외 주요국의 블록체인 동향

해외 주요국은 다양한 산업 영역에서 블록체인 기술을 기반으로 2차 가공기술(플랫폼 등)을 개발하여 블록체인 산업 생태계를 확장하는 중에 있으며 사진 등 콘텐츠 저작권 영역, 물류 및 유통 영역, 금융 및 보험산업 영역, 헬스케어 영역 등 다양한 산업에서 블록체인 기술을 활용한 연구를 활발히 추진에 있다. 가) 콘텐츠 저작권의 경우 Eastman Kodak은 2018년 1월 블록체인 사진거래 플랫폼이 ‘KodakOne’을 열고 이 플랫폼 안에서 쓰일 가상통화 ‘KodakCoin’을 발행하였으며 나) 물류 및 유통 분야에서는 IBMS은 Walmart, Nestle, Unilever 등 글로벌 유통기업들과 컨소시엄을 구성하여 소비자들에게 오염된 식품이 전달되지 못하도록 이력을 추적하는 데에 블록체인 기술을 활용할 것이라고 발표했다. 다) 금융 및 보험산업 분야에서는 AIG와 IBM은 2017년 6월 Standard Chartered 은행의 위험보장을 관리하기 위해 스마트 보험계약(Smart Insurance Policy)을 개발하였으며 라) 헬스케어 분야에서는 ONC HIT에서 2017년 3월 오픈소스 분산원장 기술과 건강관련 표준을 활용하여 3가지 트랙중 하나를 해결하는 ‘Blockchain in Healthcare Code-A-Thon’을 진행 하였다. 그 외 IBM, MICROsoft, Intel 등 글로벌 ICT 기업에서는 자체 플랫폼을 블록체인 기술과 연계시켜 새로운 차원의 생태계를 조성 중에 있으며 이를 도표로 정리하며 [표 2-6]과 같다.¹⁵⁵⁾

[표 2-6] 해외주요 ICT기업의 블록체인을 활용한 주요 개발현황

구분	주요 개발	협력 현황
Intel	• 시퀀스마이닝플랫폼(SMP) 기술특허 등록 • Sawtooth Lake 플랫폼 개발	• 블록체인 IoT칩과 연계 소프트웨어를 개발하여 R3 CEV, 하이퍼레저(Hyper Ledger) 프로젝트에 적극 참여

155) KOTRA. (2018). 美 블록체인 기술의 응용현황과 전망 및 기타 해외동향.2.16.

구분	주요 개발	협력 현황
IBM	IoT 적용을 위한 ADEPT 플랫폼 (Autonomous Decentralized Peer-to-Peer Telemetry)	- Walmart와 협력하여 블록체인을 통한 농·축산물 유통에 대한 추적 실험 - 금융 컨소시엄 블록체인인 R3 CEV에 주도적 역할 - 미국 FDA와 함께 블록체인 기반 네트워크로 환자들의 의료정보를 공유하는 시스템 개발 - 해운회사 머스크와 협력하여 블록체인 시스템으로 출입항기록 등 해상보험 관련 정보를 담은 기록을 추적
Microsoft	- 자사 클라우드 Azure에서 블록체인 기술을 활용하는 BaaS구축 - 컨소시엄 블록체인 네트워크를 구성할 수 있는 Coco Framework에 대하여 Github를 통해 공개 예고	- 블록체인 스타트업 ConsenSys 등과 생태계 조성 - 개발자와 기업이 이미 공개되어 있는 블록체인 기술로 분산형 애플리케이션 (Decentralized Application, dApp)을 개발하도록 노력

※ Gartner, Boston Consulting Group, Coindesk, Bloomberg, IBM, Business Insider, WSJ, HealthIT.gov 및 KOTRA 실리콘밸리 무역관 자료 종합

[표 2-7] 세계 각국의 블록체인 기반 서비스 활용 현황 및 계획¹⁵⁶⁾

구분	활용 현황 및 계획
영국	- 영국과학부는 관련 보고서를 토대로 공공서비스 전영역에 블록체인 기술 도입 논의¹⁵⁷⁾ - 각종 공과금 및 과징금의 징수, 납세, 공공서비스 관련 시민행정, 여권 발급, 토지등기 내역 등 일선 공공업무와 기록들을 통합 관리
미국	2017년 3월 DARPA는 군사용 암호화 메신저 개발 및 검증 - 우편서비스나 의료정보의 기록 및 공유 등에 블록체인기술 활용 검토¹⁵⁸⁾

156) 박 현. (2017). 블록체인(Blockchain)기술의 산업동향 및 특허동향. 『한국지식재산연구원』, pp. 2-12.

구분	활용 현황 및 계획
일본	일본 FSA(Financial Service Agency)에서 정부차원 블록체인 활용 지원 검토
두바이	2017년 2월 세관, 무역거래 관련 회사들에게 거래 물품의 실시간 이동정보 제공
에스토니아	Key 없는 전자서명 인프라스트럭처(KSI)를 공공서비스 분야에 도입하여 현장 업무에 활용 중
온두라스	국가 토지대장 관리를 단순 전산 데이터베이스 방식에서 블록체인 방식으로 전환하여 안전한 주택담보, 대출, 계약, 광물권리에 적용시킬 계획

* 자료: 한국지식재산연구원, “블록체인 기술의 산업동향 및 특허동향”

위의 [표 2-7] 세계 각국의 블록체인 기반 서비스 활용 현황 및 계획은 영국, 미국, 일본, 두바이, 에스토니아, 온두라스의 산업동향 및 특허동향을 조사한 것으로 국가 공공행정 서비스에 각 국가들이 블록체인 기술을 적용하는 것을 적극 검토하고 시행하고 있는 부분을 확인 할 수 있다.

[표 2-8] 글로벌 블록체인 컨소시엄 현황

컨소시엄명	구성	주요 내용
R3 CEV	2015년 9월 결성된 세계 최대 블록체인 컨소시엄 BoA, 씨티, 골드만삭스 등 50여개 금융회사가 회원사로 참여	불필요한 데이터 공유 방지 및 개별 금융회사 간 금융거래 데이터 공유 기능을 제공하는 CoRDA 시스템 개발
HYPER LEDGER	2015년 12월 결성 IBM, 시스코, Ripple 등 非금융권 IT 기업으로 구성	리눅스 운영체제 기반 오픈소스 블록체인 표준 개발에 주력
SHENSHEN	2016년 5월 결성 평안은행, 텐센트 등 31개 중국 기업으로 구성	증권거래 플랫폼, 무역거래, 디지털 자산 관리 등 서비스 연구 개발에 주력

157) 국가기록원. (2017). 차세대 기록관리모델 재설계 연구. 『명지대학교 산학협력단 디지털아카이빙 연구소』, pp. 405-408.

[표 2-9] 국내 주요 기관의 블록체인 활동 현황

구분	기관명	주요 내용
금융 기관	IBK 금융그룹	블록체인 대표 스타트업 ‘코빗’과 전략적 업무 제휴
	신한은행	블록체인 기술을 통해 위·변조 위험이 없는 골드바 구매 교환증 및 보증서 발급 기능을 제공하는 골드 안심서비스 출시(2016.8)
	KB 국민은행	非대면 실명확인 증빙자료 보관시스템 구축(2016.4) 블록체인 스타트업인 ‘코인플러그’와 협업하여 증빙자료 위·변조 여부 확인 시스템 개발
	KEB 하나은행	국내 최초로 ‘R3 CEV’ 컨소시엄에 참여 생체인증시스템(FIDO)을 연계한 거래 개발
	우리은행	블록체인 실무협의회 운영(2016.8) 문서인증 등 블록체인 기반 금융서비스 개발 추진
	NH 농협은행	블록체인 대표 스타트업 ‘코빗’과 제휴
非금융 기관	삼성전자	IBM과 블록체인 기술을 이용한 사물인터넷 적용 추진 자회사인 삼성리서치아메리카(SRA)는 블록체인 온라인 거래인증 기술 개발(2015.4)
	LG CNS	국내 최초로 블로코, 슈퍼스트링, 오메카 등 스타트업 5개사와 공동으로 블록체인 기반 금융상품 오픈 플랫폼 개발
	코인플러그	국내 최초로 안드로이드 및 iOS 기반 비트코인 전자지갑 및 비트코인 ATM 개발 KB 국민카드와 함께 ‘카드 포인트리-비트코인 전환 서비스’ 개발
	블로코	국내 최초로 블록체인 기반 문서공증 애플리케이션 ‘클라우드 스탬프’ 서비스 출시(2015.11) 전북은행이 제공하는 ‘뉴스마트뱅킹’ 서비스에 기술 탑재 블록체인 개발 플랫폼인 ‘코인스택 v3.0’ GS 인증 획득(2016.12)
	코빗	한국 최초의 비트코인 스타트업으로서, 국내 최대의 비트코인 거래소 운영 및 블록체인 컨설팅 사업 진행 국제송금 및 글로벌 결제 서비스를 제공하며 회원 수 약 3만 명, 가맹점 1,300개 확보(2016.4)

자료 : 금융보안원(2015.11), 금융신문(2016.10), 미래금융센터(2016.9)

제 2 절 블록체인을 활용한 이력관리 제공사례

1) 블록체인 기반 취업 서비스 개발 필요성

가) 취업과 관련된 문서 위변조 방지

최근, 반복되는 서류 전형 탈락 등 극심한 취업난으로 인해 졸업증명서와 경력증명서 등을 위조하여 취업한 사례가 지속적으로 발생하고 있는 현상에서 구직에 지속적으로 실패하는 구직자들이 자신의 스펙을 위변조하여 취업하려는 사례가 지속 등장하고 있다. 2018년 기준 공문서 위·변조 범죄는 1만 3,295건 발생하였으며, 사문서 위·변조 범죄는 9,478건이 적발되었다. 대기업 경력직 20%가 학력과 경력을 위조하여 입사하고 민간 구급 이송업체에서 실제로 근무하지 않고도 근무한 것처럼 속여 경력직 소방공무원 시험에 합격한 구급대원 87명이 적발되기도 하였다.¹⁵⁹⁾ 특히, 취업준비생들의 경우 취업과 관련된 서류 준비 및 제출 등에서 발생하는 비용에 대하여 부담감을 느끼고 있는 상황으로 2018년 3월 취업전문 기관인 인쿠르트에서 조사한 자료에 따르면 취업준비생이 취업준비 비용은 대부분의 비용은 어학능력 취득 관련 비용, 교통비, 사진촬영비 등에서 발생하나, 관련 서류를 발급받아 제출하는 과정 등 서류 준비에 대한 비용도 만만치 않은 것으로 나타났다.



[그림 2-2] 취업준비비용 항목별 예상 지출금액 (단위 : %)

159) 김재생, 김경훈, 경태원. (2014). 대학생들을 위한 취업지원관리시스템의 설계 및 구축안-사례연구. 『한국디지털정책학회』, ISSN:2713-6434, pp. 329-338.

취업준비생 뿐만 아니라 기업 역시 대부분 취업 포털을 통해 이력서 검토 후 최종 합격된 인원에만 증빙 서류를 제출받고 있으나, 기업의 규모가 커질수록 처리해야 하는 문서의 양 역시 증가하므로 다소 부담을 느끼고 있는 추세이다. 이에 따라, 상황에 따라서 매번 출력해야하는 인쇄물을 효과적으로 절감시키고 기업 입장에서 전자문서로써 관리할 수 있는 새로운 방안에 대한 수요가 지속증가하는 현상으로 블록체인 기반의 취업 플랫폼 수요는 증가한다고 볼 수 있다.

2) 블록체인 기반의 채용 정보제공 시스템

구직자가 각 기업의 채용 절차상 동일한 증명자료를 각각 제출함에 따라 불필요한 사회적 비용을 줄이고자 블록체인 네트워크 상의 기록을 통해 증명서 발급 주체가 사라져도 구직자가 해당 증명서에 대한 사실을 입증할 수 있어 데이터의 안정성과 불변성을 보증할 수 있으며, 서류의 위·변조등 부정행위가 불가능해짐에 따라 투명성이 제고되며, 정보추적이 용이해진다.¹⁶⁰⁾ 더불어, 중앙집중 거래 방식과 중앙집중 기록방식에 대한 의존도에서 탈피할 수 있으며 제3자의 개입을 배제할 수 있다. 증명서 발급기관 및 채용 기관의 행정 부담 및 처리 시간을 감소하여 채용 정보제공 시스템에 적용하기가 적합한 기술이다.¹⁶¹⁾

160) C. Kummarasinghe, K. Liyange, W. Madushanka, and R. Mendis. (2016). Performance Comparison of NoSQL Database in Pseudo Distributed Mode: Cassandra, Mongo DB & Redis.

161) 변인섭. (2018). 블록체인 기반의 채용정보제공 시스템 구축방안 검토, 『고용노동부』, pp. 171-186.

[표 2-10] 채용관련 증명서 기존 전달체계 vs. 블록체인을 활용한 전달체계¹⁶²⁾

현재의 채용관련 증명서 전달 체계	블록체인을 활용한 증명서 전달체계
• 구직자는 모교에 증명서 발급을 요청하고, 그 결과를 출력물(하드카피) 혹은 이미지 파일의 형태로 수령 • 수령한 증명서 원본을 채용기업에 직접 전달 혹은 전자 파일 형태로 제출 • 관련 서류의 제출 과정 및 제출된 서류의 진위확인에 거래비용 발생 • 제출된 서류의 관리 부실로 인한 개인 정보의 유출 위험 상존	• 블록체인을 활용하여 채용 관련 제 증명서라는 Digital Contents에 모든 이해 관계자가 필요에 따라 접근 가능 ① 제증명이 필요한 구직자(재학생/졸업생)는 관련 증서를 블록체인 기반 시스템에 요청 ② Contents의 제작의 원천인 발급기관은 재학/졸업/수료등의 진위를 검증하고, 제증명을 블록체인에 기록 ③ 채용기업은 구직자가 제출한 키 정보를 통해 제증명 서류에 접근 -> ①, ②, ③의 과정이 거래블록에 기록되며 모든 당사자가 공유

162) 변인섭. (2018). 블록체인 기반의 채용정보제공 시스템 구축방안 검토, 『고용노동부』, pp. 171-186.

3) 프랑스의 탈라오(TALAO) 블록체인 기반의 프리랜서 추천정보 제공 플랫폼

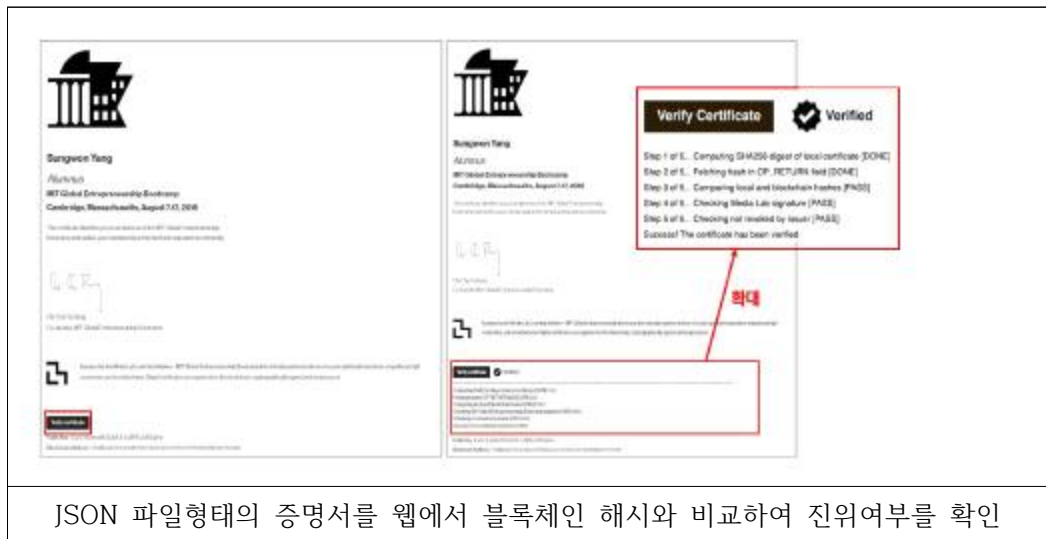
프랑스에서 진행된 탈라오는 현재 1억 명 이상의 프리랜서 인재와 비즈니스 민첩성을 모색하는 수많은 기업에 대한 현실적인 문제들을 탈중앙화된 블록체인 기반 마켓 플레이스로 이를 통하여 기업들은 주요 산업 및 기술 분야에서 최고의 프리랜서 인재를 찾을 수 있다.¹⁶³⁾ 최고의 프리랜서 인재를 자신의 일과 기술을 통해서만 성공을 달성하므로 탈라오는 중개인과 커미션이 없는 모델을 구축한다. 최고의 프리랜서 인재를 스스로 확신할 수 있는 환경에서 번영할 수 있으므로 탈라오는 이들에게 투명하고 공정하게 플랫폼을 통제할 수 있는 권한을 부여한다. 최고의 프리랜서 인재를 수 년에 걸쳐서 자신의 평판을 구축하므로 TALAO 토큰은 이들에게 자신의 경험을 입증하고 평판을 관리할 수 있는 수단을 제공한다.¹⁶⁴⁾ 근본적으로 프랑스 탈라오(TALAO)가 해결하고자 했던 부분은 중앙집중화된 플랫폼에서의 고용데이터, 변조 가능한 이력, 프리랜서 시장의 소개 수수료 (적게는 10% 많게는 50%) 프리랜서들의 능력에 비해 “을”이 되는 현실, 이러한 문제점들에 대하여 DAO(Decentralized Autonomous Organization) ‘탈중앙화된 자율조직’으로 스마트계약(Smart Contract)을 기반으로 임금지불을 하게 할 수 있고, 강력한 명성(자격, 경력, 경험 등)기반의 커뮤니티를 구축하게 할수 있으며, 중개자(헤드헌팅) 없이 DAO를 통해 자율적으로 행해지게 하는 것을 말한다. 즉, 탈 중앙화 명성 금고에서 자격증, 경력 등과 같은 것들을 보관하고 구인하는 회사는 기본적으로 자격증을 검증할 수 있고, 해당 인력풀의 전문능력 등을 가진 인재를 찾을수 있으며 구인자/구직자들은 탈라오 토큰을 스마트계약(Smart Contract)을 통해 수령/지불할 수 있다.¹⁶⁵⁾

164) www.talao.io/whitepaper

165) <https://blog.naver.com/sshim56/221270990931>

4) 미국 MIT 및 키프로스(Cyprus)¹⁶⁶⁾의 University of NICOSIA

증명서의 진위여부를 확인하기 위한 시스템/소프트웨어 구축을 위해 참고할 만한 주요 예시로 MIT's Global Entrepreneurship Bootcamp에서 발급한 디지털 증명서의 조회 시스템, 그리고 University of Nicosia에서 블록체인으로 발급하는 졸업장/수료증(diploma) 조회 시스템을 들 수 있다. MIT's Global Entrepreneurship Bootcamp에서 2016년 3월 서울 워크샵에 참석한 이들에게 발급한 디지털 증명서 조회는 JSON 파일 형태의 증명서를 웹에서 블록체인 해시와 비교하여 진본 여부를 확인하도록 되어 있다. ¹⁶⁷⁾



[그림 2-3] MIT Global Entrepreneurship Bootcamp 디지털 증명서 조회화면

또한, 키프로스 섬나라의 수도에서 가장 큰 대학인 University of Nicosia의 블록체인 기반 디지털 졸업장/수료증(diploma)의 조회 방식은 PDF 증명서 파일을 웹에 업로드하여 블록체인 해시와 비교함으로써 진위 여부를 확인하는 방식이다.¹⁶⁸⁾

166) 키프로스는 지중해 동부에 있는 섬나라이다. 키프로스섬은 시칠리아섬, 사르데냐 다음으로 지중해에서 3번째로 큰 섬이며, 세계에서 81번째로 큰 섬이다.(출처:위키백과)

167) 출처: <http://certificates.media.mit.edu/>


UNIVERSITY of NICOSIA
CERTIFICATE VERIFICATION

The University of Nicosia, a leader in blockchain technology education, offers an open source platform to issue and verify digital certificates in a completely decentralized way, i.e. with no dependencies to the issuing institution or anyone else other than Bitcoin's blockchain. This site is a front-end of the open source verification software that anyone can use to validate digital certificates. All graduates, in addition to getting a physical diploma, also get a PDF copy of the diploma with special metadata that anchors that certificate into the blockchain.

Please note that the actual PDF of the certificate itself is not published to the blockchain, but rather a fingerprint of the PDF, which is enough to validate that the exact document was indeed published by the University of Nicosia and timestamped by Bitcoin's blockchain.

Please upload an academic certificate for verification

Select a PDF certificate file...

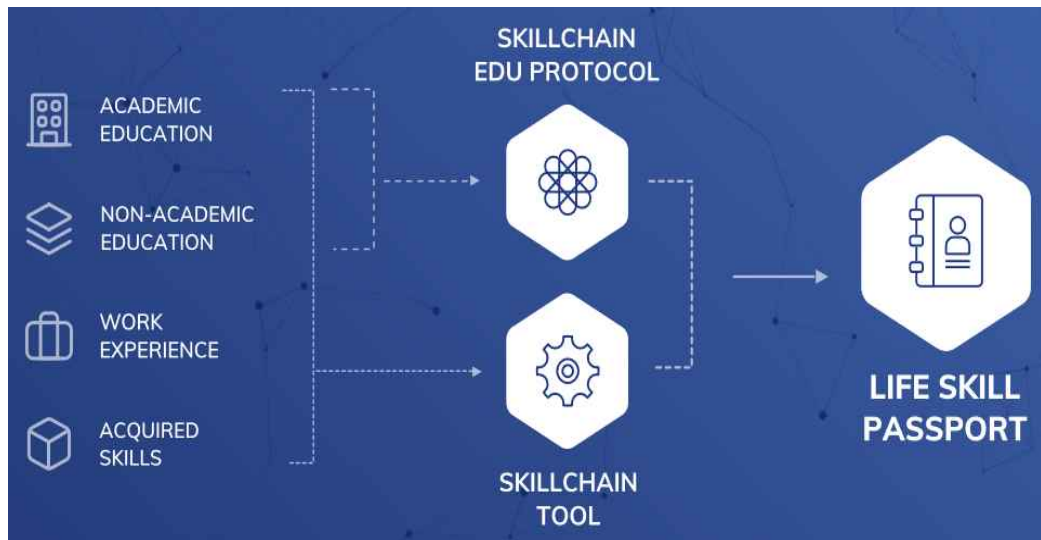
PDF 증명서 파일을 웹에서 업로드하여 블록체인 해시와 비교하고 진위여부를 확인



[그림 2-4] Nicosia 대학의 블록체인 기반 증명서 발행(예시)

University of Nicosia의 사례에서 보듯이 대학 공증 문서 및 외국인 등록금 납부 시스템에 블록체인 기술을 적용하여 문서 위·변조 등의 사기행위를 방지하고 블록체인 기반 대학 졸업 및 수료증 발급으로 위변조 방지가 가능하여 유학생들의 학비 지불 관련 사기 등을 방지하기 위해 블록체인 기술을 도입하였다. 스위스 skillchain의 경우 이력서와 관련된 모든 문서에 대한 검토 후 블록체인 기반 전자문서로 저장후 기업 등에 정보를 제공하는데 스킬체인에 포함되는 정보는 Academic Education, Non-Academic Education, Work Experience, Acquired Skills 등에 대한 정보를 블록체인 상에 저장하여 Life Skill Passport을 발급하는 모델을 수립 하였다.

대학 및 구직자들의 학업경로 파악, 학위 확인, 관련 서류 제출 등을 위해 발생하는 금전 및 시간적 비용이 획기적으로 절감이 가능하며 또한, 기업 입장에서 해당 포털을 통해 관련 문서를 제공 받는 등 채용 관련 비용을 절감 할 수 있다.



[그림 2-5] Skillchain社 의 Life Skill Passport 개념도

제 3 절 이력관리를 위한 유학 및 취업지원 플랫폼 연구

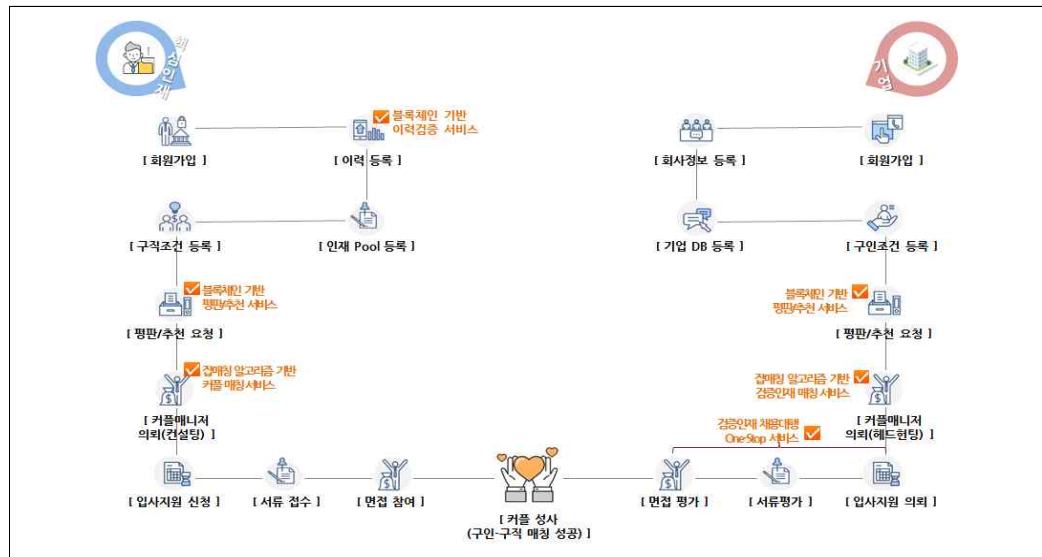
1) 이력관리 플랫폼 유형

DoDream Chain 플랫폼의 비 기능적 요구사항을 결정할 때 최상의 결과를 얻으려면 플랫폼이 분산되어야 하고 의사결정에 투명성을 제공하여야 하며, 안정적이고 확장 가능해야 한다는 결론을 내렸다. 확장성이 있어야 하며 사용자의 동기부여를 위한 명확한 보상체계가 있어야 한다. 이더리움 기반 블록체인 기술은 DoDream Chain 플랫폼 실현을 위한 기본 플랫폼 구현으로써 최적의 선택이었으며 세부 선택 이유는 아래와 같다.

- 플랫폼이 분산되어야 한다 : 네트워크 관리센터가 없으므로 DoDream Chain 플랫폼의 모든 노드가 동일하다.
- 의사결정이 투명해야 한다 : 순위 및 투표에 관한 정보는 요청시 언제든지 노출되며, 취해진 결정에 대해서는 있는 그대로 기록되어 관리된다.
- 안정적이다 : 플랫폼은 해커의 공격에 강하고 데이터의 안전한 저장을 보장해야 하며, 언제 어디서든 안정적인 서비스 제공이 가능해야 한다.
- 확장 가능 : DoDream Chain 플랫폼은 서비스 플랫폼의 구현을 위해 다양한 인터페이스를 구현해야 한다.
- 확장성 : 사용자 수가 증가하고 리소스가 추가 시에도 네트워크 생산성이 떨어지지 않아야 한다.
- 동기부여 : 플랫폼 사용자는 확실한 이익을 얻고 새로운 구성원이 플랫폼에 참여하도록 지속적인 동기를 부여해야 한다.

두드림체인 플랫폼은 개인이 가진 능력과 스킬과 관련된 정보를 개인이 소유할 수 있다. 자신이 소유한 다양한 능력과 스킬에 대한 증빙이 가능하며, 자신의 프로필을 조회하고 자신과 연락할 수 있는 사람에 대한 권한을 갖게 된다. 핵심인재가 가진 능력을 평가하거나 현재 속한 기업에 대한 문화를 평가할 수도 있다. 그리고 나와 유사한 관심사를 가진 핵심인재 간의 공개되거나 익명의 커뮤니티를 만들수도 있다. 이에 대한 모든 정보는 이더리움 기반 블

록체인으로 전 과정이 기록되고 관리된다. 이 데이터는 Blockcerts에서 제공하는 스마트폰 지갑과 핵심인재의 직업적 평판 금고의 지원을 받아 이용할 수 있다. DoDream Chain 플랫폼을 통해서 참여인력이 누릴 수 있는 일은 i) 본인의 프로필 또는 이력서에 대한 등록과 경력관리 ii) 본인이 현재 근무하고 있는 직장에 대한 기업문화 정보 등록 iii) 취업 또는 이직을 위한 관련 기업의 정보 조회 가능 iv) 나의 경력에 대해서 입증해줄 수 있는 평판자로부터의 점수 획득 가능 v) 현재 또는 완료한 프로젝트에 대해 나의 실력을 증빙할 수 있는 인증서 발급 vi) 채용공고를 보고 그에 적합한 인재를 추천하고 그들이 가진 능력에 대한 평가를 진행 vii) 기업 또는 관심 분야별 커뮤니티 활동을 통해 나의 의견 등록, 궁금한 점을 확인하고 인맥 형성이 가능하며, DoDream Chain을 통해서 기업 인사 담당자/관리자가 누릴 수 있는 일은 i) 회사에 대한 평가를 보고 이에 대한 의견을 달 수 있으며 ii) DoDream Chain에 기업의 채용공고 등록 iii) DoDream Chain에 등록된 인재 정보 검색 및 인재별 평판 조회 서비스 iv) 회사에 지원한 인재에 대한 추천 요청 v) 채용된 인재의 업무 능력에 대한 평가를 통하여 취업참여 인력에 대한 채용과 기업평가, 커뮤니티를 지원하는 P2P(Peer to Peer) 네트워크 관계를 관리하는 채용 플랫폼 생태계를 조성한다.



[그림 2-6] DoDream Chain 플랫폼의 취업 구인·구직 매칭 모형

2) 공공 유학 및 취업정보 플랫폼

한국으로 유학을 준비하는 과정에 대한 정보를 제공하는 공공사이트는 [그림 2-7]처럼 교육부에서 운영하는 스테디인 코리아 사이트¹⁶⁹⁾가 대표적이며, 이주노동자의 취업에 관한 정보를 제공하는 공공사이트는 고용노동부에서 운영하는 EPS¹⁷⁰⁾사이트가 있다. 교육부가 운영하는 공식사이트인 스테디인코리아는 외국인 유학생과 다양한 유관 부처(국립국제교육원, 외교부, 한국관광공사, 세종학당 등)에서 제공하는 다양하고 신뢰성이 높은 정보를 제공하고 15개 외국어로 제공하고 있으나 고정된 정보외에 실시간 업데이트 자료는 대부분 영어로 제공하고, 실제 제공되는 정보외에 원서접수등 온라인 화면과 메뉴 구성이 복잡하고 어려워 사용자 편의성이 많이 부족하며, 정보의 양에 비해서 장학금, 대학리스트, 비자 등 실제 외국인 유학생이 유학 준비과정에서 꼭 필요한 정보를 찾기가 쉽지가 않다. 더욱이, 특별한 서비스를 제공하거나 사이트의 주축을 이루는 서비스가 부재하여, 특정 주제의 정보취득을 목적으로 사이트를 이용하는 사용자에게 매우 불편하여서 대학의 정보 업데이트나 의견 반영이 어려워 대학 담당자 또한 실제 사용빈도가 낮으며, 형식적인 정보만 제공하는 경우가 많다.

https://www.studyinkorea.go.kr 교육부 운영 유학정보 사이트	https://www.eps.go.kr/ 고용노동부 운영 외국인력 취업정보 사이트

[그림 2-7] 교육부 및 고용노동부 운영 플랫폼

169) www.studyinkorea.go.kr, 국립국제교육원, 교육부

170) EPS(Employment Permit System, www.eps.go.kr 한국고용정보원, 고용노동부)

3) 민간 유학 및 취업정보 플랫폼

사설 유학원등에서 인트로 페이지 형태의 유학 정보등을 제공하는 형태로 외국인 유학생 유치와 운영에 활용되고 있으며, 취업정보의 경우 SNS를 통한 개별적, 산발적인 형태로 정보가 공유되고 있는 실정이다. 공공에서 운영하는 외국인 유학생 및 이주노동자의 취업정보 사이트 운영과 민간에서 공유되는 정보 사이트의 공통적인 문제점은 아래와 같다.

구직자	기업
✓ 본인 이력사항 증빙을 위한 시간, 비용 낭비 ✓ 허위 기재된 이력사항을 가진 경쟁자로 인한 기회 손실 ✓ 관심기업에 대한 제한된 정보와 채용 주체가 기업이기 때문에 채용에 제한적 ✓ 본인의 능력과 스킬을 증빙하는 수단이 제한적	✓ 지원 인력의 검증을 위한 시간, 비용 낭비 ✓ 잘못 선발된 인재가 가져올 기회비용 ✓ 인재 선발에 있어서 제한된 정보만을 통해 필터링 해야 함 ✓ 기업에서 요구하는 구체적인 사항에 대한 이력검증 필요

위 문제점에 대한 개선 사항으로는 구직을 하는 외국인 참여인력에 대한 기업의 인사 담당자, 과업수행을 담당하는 대학 유학업무 담당자 및 SNS에서 이뤄지는 평판자/ 추천인의 역할이 구분되어 운영할 필요가 있으며, 정리하면 아래와 같다.

구분	주요 활동내용
참여인력(구직자)	✓ 이력사항 등록, 기업정보 검색, 채용정보 검색, 취업지원, 프로젝트 성과에 대한 인증 요청, 기업평가, 커뮤니티 활동
인사 담당자	✓ 기업정보 등록, 채용정보 등록, 개인 이력서 정보 조회, 추천요청, 참여인력 평가
관리자(과업수행 담당자)	✓ 프로젝트 종료 후 핵심인재 평가, 핵심인재 요청 인증사항에 대한 승인
평판자/추천인	✓ 이력사항에 대한 승인 또는 거부, 채용공고 기준 적합자 추천

제 4 절 요약 및 시사점

1) 선행 연구분석 요약

관련기술 및 선행연구 사례 분석에서 프랑스 Talao의 경우는 세가지 유형의 주요 참여자가 존재한다. IT 프리랜서(Freelancer), 클라이언트(Client), 액티베이터(Activator, 평판인/추천인)는 프리랜서 인재 시장에 특화된 매칭 및 평판, 인재검색, 클라이언트 평가와 커뮤니티를 지원하는 매칭 서비스 생태계를 조성하고자 했으며, 전문지식과 기술을 갖추고 일정한 집단이나 조직에 소속되지 않고 자유계약에 의하여 독자적으로 일을 하는 프리랜서는 자신이 참여한 프로젝트의 클라이언트를 평가 할 수 있으며, 프리랜서-클라이언트간의 상호평가는 평판 점수화 되어 커뮤니티에서 확인이 가능하다. 프리랜서가 가진 능력, 전문 기술등을 평가하고 추천하는 사람으로 평판자/추천인은 프리랜서의 역량을 잘 아는 지인, 프로젝트에 고용한 클라이언트, 프로젝트를 함께 진행한 동료/상사, 헤드헌터 혹은 프리랜서 스스로 평판자/추천자가 될 수도 있다.

2) 시사점

블록체인 기술은 프리랜서 구인/구직 매칭 플랫폼 실현을 위한 기본 플랫폼 구현으로의 최적의 선택이며, 분산된 플랫폼의 형태로 네트워크 관리센터가 없으므로 플랫폼의 모든 노드가 동일하며 투명한 의사결정으로 순위 및 평판에 관한 정보는 요청시 언제든지 노출되며, 취해진 결정에 대해서는 있는 그대로 기록되어 관리된다. 안정성 측면에서 플랫폼은 데이터의 안전한 저장을 보장하며, 언제 어디서든 안정적인 서비스 제공이 가능하고 확장성 측면에서 사용자 수가 증가하고 리소스가 추가 시에도 네트워크 생산성이 보장된다. 동기부여 측면에서 플랫폼 사용자에게 디지털 자산과 같은 사용으로 확실한 이익을 얻고 새로운 구성원이 플랫폼에 참여하도록 지속적인 동기 부여를 가능하게 할 수 있다.¹⁷¹⁾

제 3 장 블록체인을 활용한 온라인 이력관리 플랫폼 설계

제 1 절 온라인 이력관리 플랫폼 아키텍처 설계

1) 온라인 이력관리 플랫폼 아키텍처 설계 방법론

통합적이고 체계적인 온라인 이력관리 플랫폼이 필요한 시점에서 기존의 오프라인 기반, 수기 관리는 외국인 유학생 모집과 입학에만 치우쳐 있어 그 역할과 기능이 미흡한 실정이다. 이러한 한계를 극복하고 외국인 유학생의 진로의 방향성과 한국유학의 동기부여를 위한 온라인 플랫폼을 설계하기 위하여 다음과 같이 주요 방향을 설정하였다. 첫째, 외국인 유학생, 현지 유학원, 번역 공증기관, 간에 스마트 계약(smart contract)를 통한 외국인 유학생 중심의 유학 설계를 지원한다. 둘째, 유학 진로 목표와 진로계획 수립을 통해 지속적인 한국 유학의 동기부여와 경력관리가 가능 하도록 한다. 셋째, 주기적인 관찰로 중도탈락률 방지를 점검한다. 넷째, 외국인 유학생의 입학 준비부터 유학과정 졸업후 전 과정에 대한 통합적인 이력관리를 한다. 다섯째, 취업매칭으로 외국인 유학생 동문과의 취업요건의 비교를 통해 현실적 유학 생활의 목표를 부각 시킨다. 여섯째, 외국인 유학생-교수-동문과의 상담과 멘토링을 기반으로 한 상호작용을 지원한다.¹⁷²⁾

2) 블록체인 기반의 아키텍처

국내 대학의 외국인 유학생에 대한 수요와 입학전형을 바탕으로 검증 가

171) H. KHazaei, M. Fokaefs, S. Zareian, N. Beigi-Mohammad, B. Ramprasad, M. Shtern, P. Gaikwad, and M. Litoiu. (2016). How do I choose the right NoSQL solution? A comprehensive theoretical and experimental survey, Big Data and Information Analytics (BDIA), Vol 2, pp. 21-34.

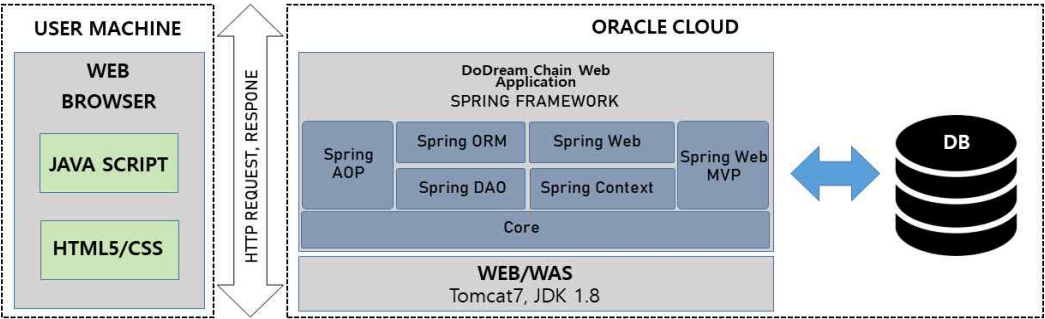
172) 문윤경, 이경재. (2015). 대학생의 역량개발을 위한 온라인 시스템 설계 및 개발, 『동국대학교 미래인재개발원』. ISSN: 1975-4701, 16(6), pp. 3807-3818.

능하고 신뢰할 만한 블록체인 기반의 외국인 유학생 온라인 플랫폼인 두드림 플랫폼의 구현하고자 하는 시스템 구성별 기능은 [그림 3-1]에서 보여지듯이 어플리케이션 (Application), 스마트 계약(Smart Contract), 코어(Core), 하드웨어(H/W)로 구성된다. 어플리케이션(Application)은 유학생, 유학원, 공공기관, 대학이 각각 사용하는 시스템을 의미하며, 유학생 정보와 증명서류를 기반으로 플랫폼이 운영된다.



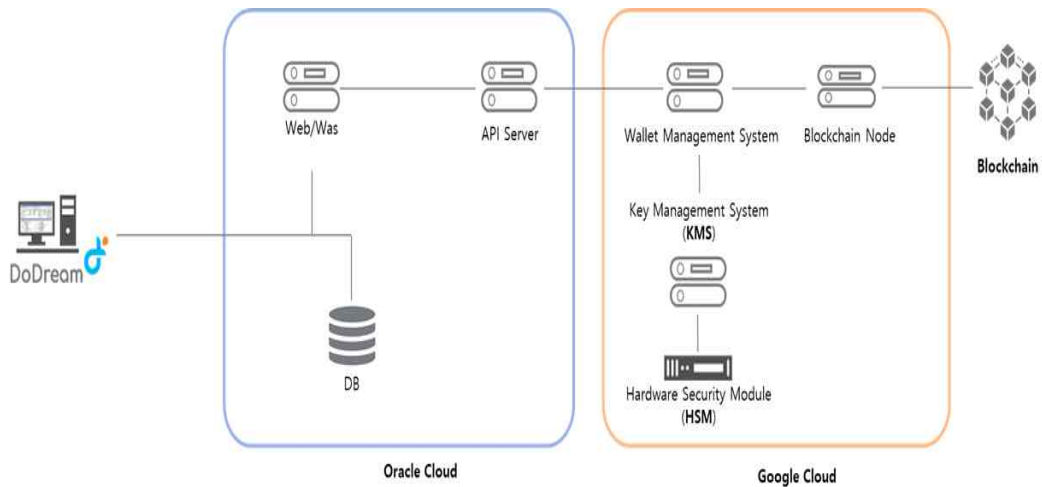
[그림 3-1] 시스템 구성별 기능

Web/App, API 서버, 블록체인 노드 구축, 스마트 계약 생성 등으로 온라인 플랫폼을 설계한다. 두드림 플랫폼 구축은 외국인 유학생, 유학원, 공증기관, 대학교, 유학생 증명서류 원본 파일 저장 및 Website, DB(Oracle)로 구성하며, 두드림 플랫폼의 API 연동을 위한 서버 구축은 플랫폼 운영을 위해 application 간의 통신과 블록체인 노드 통신의 역할을 담당한다.



[그림 3-2] DoDream Chain 플랫폼 아키텍처

[그림 3-2]의 두드림 플랫폼은 블록체인 트랜잭션을 발생시키기 위한 지갑관리 시스템, 프라이빗 키 관리를 위한 매니징 시스템 (Key Management) 으로 구성하고, 스마트계약 생성시 해시등록(registerDocs), 해시삭제(deleteDocs), 해시수정(updateDocs) 등으로 구성한다.



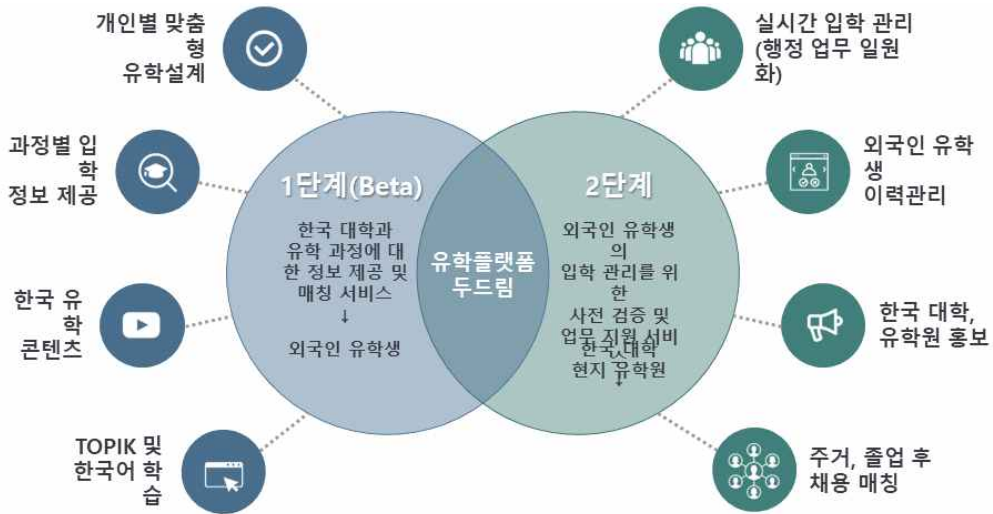
[그림 3-3] DoDream Chain 플랫폼 네트워크 구성도

[그림3-3]에서는 사용자 요청으로 두드림 Web/Was에 들어오게 되며 Web/Was와 DB는 화이트 리스트로 연결된다. API(Application Programming Interface) 서버를 통해서 블록체인 노드와 통신을 하게된다. Wallet Management System에서는 API에서 넘어온 정보와 행위들을 실행하기 위해 KMS(Key Management System)를 통해 서명을 진행하여 트랜잭션을 생성하고 노드에게 전달 후 블록체인과 통신을 한다. HSM(Hardware Security Management)는 키 보관을 안전하게 하기 위한 보안 모듈이다.

제 2 절 온라인 이력관리 플랫폼 설계 방향 및 모델

1) 온라인 이력관리 플랫폼 설계 방향

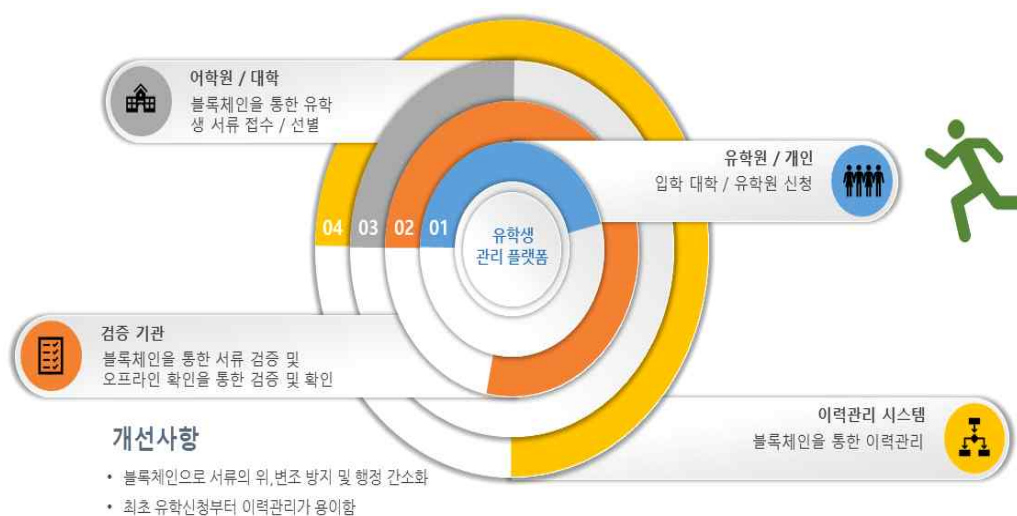
유학생은 언어, 접근성으로 인해 한국 유학을 위한 충분한 정보(자신에게 맞는 대학, 전공, 장학금, 주거 등)를 찾기 어려운 부분이 있으며, 대학에서는 유학생들의 국가별, 유학원별 관리의 어려움으로 검증되지 않은 유학생들의 중도탈락 및 불법체류 발생을 예방 할 수 있도록 [그림 3-3]의 형태로 단계별 플랫폼을 구성한다.



[그림 3-4] 외국인 유학생을 위한 온라인 플랫폼 단계별 설계방향

국내에 소재하는 약 300개의 대학정보, 약 800개 이상의 유학과정을 바탕으로 사용자에게 개인별 맞춤형 유학 설계 및 조건에 적합한 대학을 추천할 수 있도록 구성되어 있으며, 쉽고 빠르게 대학교 및 유학 정보(학교 기본정보, 지역, 입학자격, 등록금, 장학금, 지원 방법 등)를 확인 할 수 있다. 해당 과정 입학을 위해 평판이 확인된 유학원을 추천 받을수 있다. 추천된 유학 정보를 바탕으로 언택트(UNTACT, 비대면) 방식의 O2O 유학 매칭 서비스를 제공 받을수 있으며, 블록체인 기반의 온라인 서류 접수부터 지원자 검증까지 한

국 대학교의 입학하는 모든 절차를 온라인 플랫폼에서 해결이 가능하다. 한국 대학교 및 현지 유학원은 오프라인에서 진행되던 각종 행정절차를 온라인으로 간소화 하여 더 많은 외국인 유학생 유치 및 관리에 활용 할 수 있으며, 공개된 정보를 검증되지 않은 유학 중개인으로부터 받는 피해를 예방하고, 유학 준비 과정에서 발생하는 수수료 및 제반 비용을 낮출수 있도록 설계한다. 또한, 블록체인 기술을 적용하여 입학과정에서의 투명성 제고 및 거래 비용을 감소 할 수 있다. [그림 3-4]의 외국인 유학생을 위한 온라인 플랫폼 설계방향은 외국인 유학생 측면에서 본 좌측면 구성은 개인별 맞춤형 유학설계, 과정별 입학정보 제공, 한국 유학콘텐츠, TOPIK¹⁷³⁾ 및 한국어 학습의 기능을 제공하고 우측면의 기능에서는 국내 대학 외국인 유학생 관리 담당 부처(예: 대학내 국제교류원)에서 외국인 유학생의 실시간 입학관리 업무를 진행하며, 외국인 유학생이 제출한 서류에 대한 검증과 이력관리를 진행하며, 오프라인으로 진행되던 현지 유학원 정보를 온라인으로 간소화 하여 제공 받을수 있으며, 외국인 유학생은 한국 대학 유학과정에서 주거와 유학 과정 졸업후 취업 매칭등의 정보를 제공 받을수 있다.



[그림 3-5] 외국인 유학생을 위한 온라인 플랫폼 대상별 설계 방향

173) TOPIK(Test of Proficiency in Korean: 한국어 능력시험)

[그림 3-5]에서 보여지는 온라인 플랫폼의 대상별 설계 방향에서는 어학원/대학 블록체인을 통한 유학생 서류접수 및 선별과 검증기관에서는 블록체인을 통한 서류 검증 및 오프라인 확인을 통한 검증 및 확인, 유학원/개인은 입학대학/유학원 신청과 블록체인을 통한 이력관리 시스템이 가능하도록 구현한다.

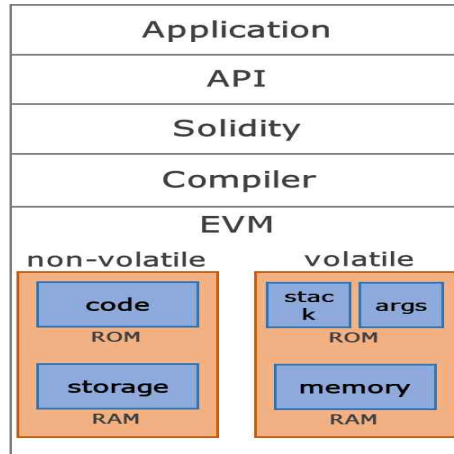
2) 온라인 이력관리 플랫폼 아키텍처 설계

외국인 유학생의 이력관리 플랫폼은 Front-End와 Back-End 모듈로 나누어진다. Front-End 모듈은 경력관리 플랫폼의 웹 사이트를 구축한다. 이 플랫폼은 외국인 유학생 개인의 유학 입학 관련 데이터를 저장하는 기능을 한다. Back-End 모듈은 블록체인 기술을 적용하여 외국인 유학생, 해당 국가 유학원, 유학 서류 번역공증 기관, 국내 대학교의 외국인 유학생 입학관련 절차를 진행할 수 있도록 개발한다. 이 플랫폼을 통하여 외국인 유학생 개인의 국내대학 입학관련 정보에 쉽게 접근하여 항상 새로운 데이터를 유지 관리할 수 있는 기능을 제공한다. 또한, 한국으로 유학을 온 외국인 유학생의 실제 경험을 바탕으로 한국에서 즐길수 있는 콘텐츠를 제공하여 유학 후 정착할 수 있도록 지원하며, 한국의 명절, 한복 등 고유문화부터 사진 명소, 현지 식당 정보, 콘서트 정보 등 한국에 대한 최신 트렌드 위주의 콘텐츠를 생산하고 한국대학 소개, 유학생 인터뷰 등 한국 유학에 대한 관심을 유도하여 콘텐츠의 생산 및 소비에 따라 포인트를 지급받을수 있도록 설계한다.



[그림 3-6] 목표 시스템 구성도

온라인 이력관리 플랫폼은 [그림 3-6]에서 보여 지듯이 외국인 유학생들이 한국으로 유학을 결심하고 유학서류를 준비하는 과정에서 발생하는 다양한 서류들에 대한 이해 관계자의 상호검증을 통한 신뢰성을 향상하는 것을 목적으로 하며, 입학 준비과정부터 외국인 유학생에 대한 개인정보와 성적증명서, 의료증명서 등을 관리하여 유학원과 서류 공증기관, 대학교가 다각도로 검증하고 확인할 수 있는 시스템을 제공하고 블록체인 기술인 스마트계약을 통해 정보에 대한 무결성과 신뢰성을 제공하고 외국인 유학생의 성적, 학습, 자격증 등과 같은 활동이력을 통한 대학적응력과 관련된 지표를 제공한다.



[그림 3-7] EVM을 적용한 시스템 구성도

[그림3-7]은 Application에서 요청한 이벤트를 API(Application Programming Interface)가 블록체인 노드에 전송하고 스마트계약(Smart Contract)실행을 요청한다. 스마트계약(Smart Contract)은 Solidity 언어로 프로그래밍어 컴파일러(solc)에 의해 바이트 코드로 컴파일되고, 바이트코드는 블록에 포함되어 EVM(Ethereum Virtual Machine)에 의해 실행된다. EVM은 휘발성, 비휘발성 메모리로 구성되어 있으며, 바이트 배열 형태로 Stack의 항목들을 저장한다. 비휘발성(non-volatile)의 경우 storage는 상태(state)가 저장이며, code는 스마트 계약(smart contract)의 컴파일된 바이트 코드가 저장된다. 휘발성(volatile)의 경우 stack은 op(operation code)를 실행하기 위한 스택영역이며 args는 스마트계약 호출시에 넘어오는 내용을 저장하고 memory는 word단위로 아이템을 저장하는 바이트 배열로 EVM은 바이트코드를 내부 OP 코드로 재해석한다. 즉, solidity 언어로 개발된 스마트계약(smart contract)의 컴파일된 바이트 코드는 EVM에서 OP코드로 치환하여 실행된다.¹⁷⁴⁾¹⁷⁵⁾

174) L. Umek, A. Aristovnik, N. Tomazevic & D. Kerzic. (2015). Euraisa Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11(6), pp. 1495-1505.

175) E. Gribaudo, M. Iacono. (2014). Performance evaluation of NoSQL big-data application using multi-formalism models. Future generations computer systems, Vol. 37.

가) 블록체인 적용 프로세스

해당 시스템에 외국인 유학생이 개인정보와 서류에 대해 저장한 시점부터 정보 블록화를 진행하며 유학 진행과정에서 추가되는 번역 공증본 등과 같은 서류를 해당 유학생의 정보와 연결하여 공증기관에서 유학생과 유학원이 올린 정보를 검증하여 확인하고 입학 신청후 대학에서 관련 자료를 확인 및 검토 후 선발과정을 진행한다.

나) 블록체인 관련 적용기술 개요

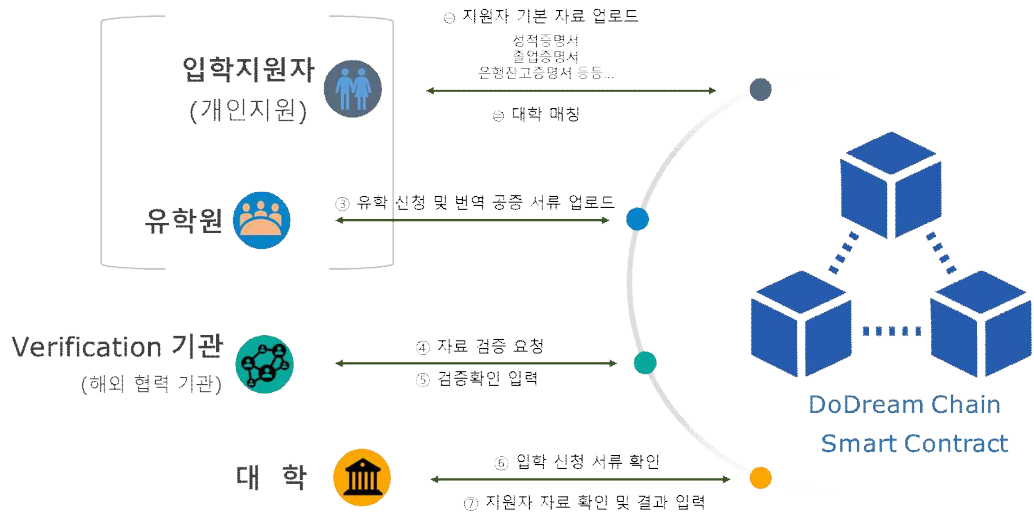
블체인이 적용된 시스템 구현환경은 분산된 플랫폼에서 네트워크 관리센터와 없으므로 외국인 유학생 플랫폼의 모든 노드가 동일하다. 투명한 의사결정으로 순위 및 투표에 관한 정보는 요청 시 언제든지 노출되며, 취해진 결정에 대해서는 있는 그대로 기록되어 관리된다. 안정성 측면에서 플랫폼은 해커의 공격에 강하고 데이터의 안전한 저장을 보장하며, 언제 어디서든 안정적인 서비스 제공을 가능하도록 하며, 확장성 측면에서는 사용자 수가 증가하고 리소스가 추가시에도 네트워크 생산성이 보장된다. 적용기술면에서는 이더리움 기반 블록체인을 사용하며 이더리움 네트워크와 통신하기 위한 블록체인 P2P네트워크의 노드 구현체로서, Go언어로 짜여진 구현체인 Go-ethereum 구현체를 사용하여, EVM(Ethereum Virtual Machine) 기반 블록체인에서 동작하는 스마트계약을 개발하기 위한 프로그래밍언어인 Solidity 0.5버전 이상을 사용하여 이더리움 블록체인 네트워크와 통신하기 위해 구성된 자바스크립트, 자바 기반의 오픈소스 라이브러리인 Web3.js 및 Web3.j를 사용하여 데이터의 원본 데이터를 드러내지 않으면서 위변조 여부를 검증하기 위해 단방향 해시 알고리즘을 차용하여 SHA 256라이브러리를 사용한다.¹⁷⁶⁾¹⁷⁷⁾

탈중앙화된 검증 프로토콜을 통하여 유학생의 서류와 유학원의 서류를 공증

176) E. Schmidt and M. Cohen. (2013). The New Digital Age, Reshaping the Future of People, Nations and Business: pp. 1-35.

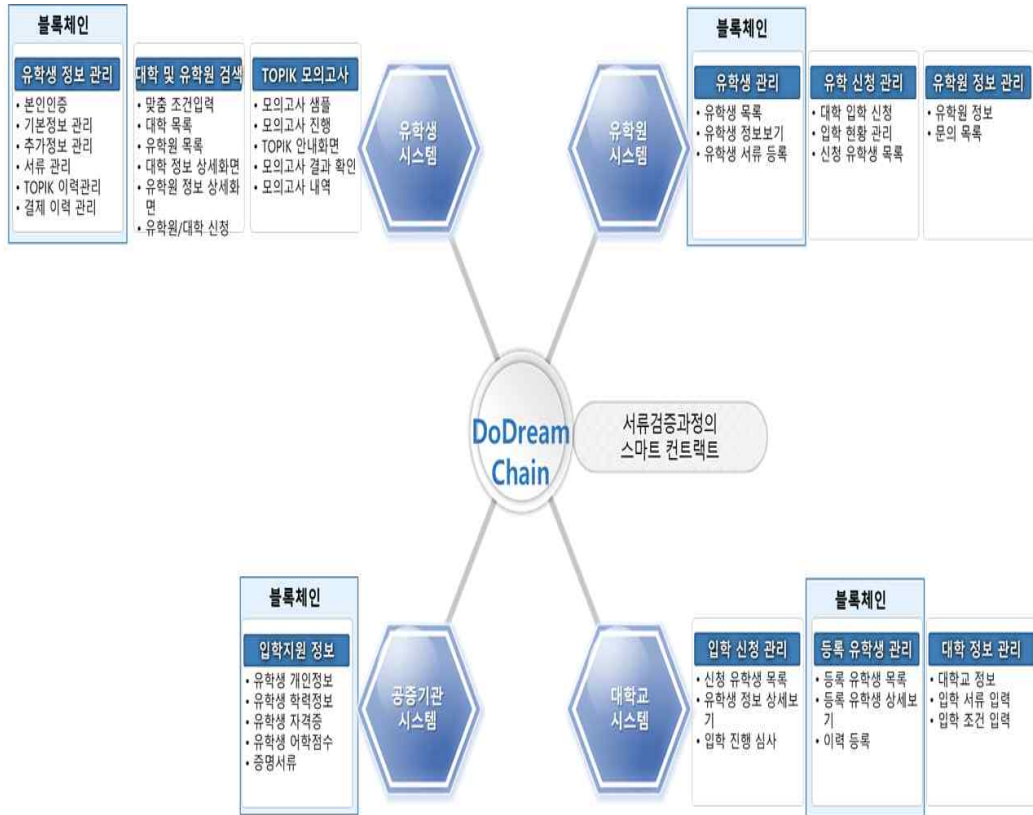
177) J. Bonneau et al. (2015). SoK: Research Perspective and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies," in 36th IEEE Symposium on Security and Privacy, May 18-20.

기관을 통해 검증하여 클라이언트간 신뢰를 바탕으로 한 서류 검증 생태계를 구축하여 외국인 유학생은 본 시스템의 프로토콜을 통해 저장한 개인 정보를 관리 및 보관이 가능하고 외국인 유학생이 직접 또는 유학원을 통해 입학에 필요한 자료를 업로드 할 경우 검증된 자료를 보관 할 수 있는 환경을 제시하고자 한다.



[그림 3-8] 시스템에 적용되는 스마트계약

스마트계약 기반 서류를 검증하여 유학생이 제안 시스템에 서류 등록시, 유학생별 식별자를 추출하고 서류 종류별 식별자를 추출한 후 해당 서류의 데이터를 해시화 하여 블록체인 상의 스마트계약에 등록한다. 공증기관이 해당 서류를 공증하고자 제안 시스템에서 서류를 다운로드 받는 경우, 해당 서류의 위변조 여부를 블록체인 상의 스마트계약에서 확인하고 공증기관이 공증을 마친 서류의 경우 블록체인상의 스마트 계약에서 해당 해시값에 공증표시 등록을 한다. 대학에서는 입학 과정에 유학생이 제출한 자료에 대해 블록체인에 등록된 해시값과 비교함으로써 신뢰성을 획득한다.



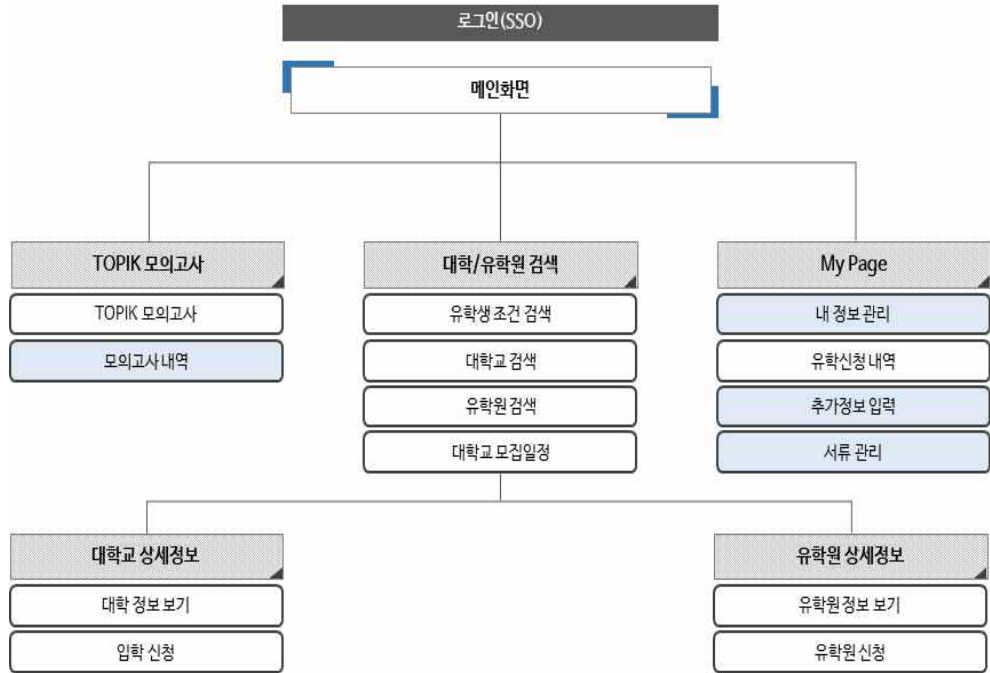
[그림 3-9] 전체 시스템 구성

플랫폼의 전체기능을 도식화하면 [그림 3-9]로 표시할 수 있으며, 주요 기능을 부연 설명하면 유학생 정보입력은 유학생의 기본정보 입력과 유학생의 유학시 추가 정보 입력으로 구성되며, 유학생 서류 등록은 유학생 서류 업로드, 유학원/대학 검색은 유학생 조건에 따른 유학원 검색과 유학생 조건에 따른 대학교 검색, 유학원/대학 신청은 유학원 결제 및 유학 진행 신청과 대학교 입학 결제 및 입학 진행 신청으로 유학생 서류 검증은 대학입학 진행시 서류 업로드 및 검증 요청이며, TOPIK(Test of Proficiency in Korean, 한국어능력시험)모의고사에서 유학시 필요한 한국어 능력 시험에 대한 모의

평가와 신청 유학생 관리에서는 유학원에 신청한 유학생 관리, 유학원 결제와 유학생 입학 절차 관리, 유학생 정보관리에서는 유학생의 기본정보와 서류관리, 유학생 서류 검증에서는 입학 절차에 필요한 서류 업로드와 입학서류 검증 요청, 유학원 정보관리에서는 유학원에 대학 정보 등록 및 관리, 유학생 서류 검증에서는 신청된 서류에 대해 검증 확인, 기관정보 관리에서는 공증기관에 대한 정보 등록 및 관리, 입학신청관리에서는 입학 신청 유학생 정보 확인, 입학예정자의 서류 위변조 확인 대학정보관리에서는 대학에 대한 정보 등록 및 관리로 구성된다.

다) 두드림 체인 서비스 화면구성

[외국인 유학생]



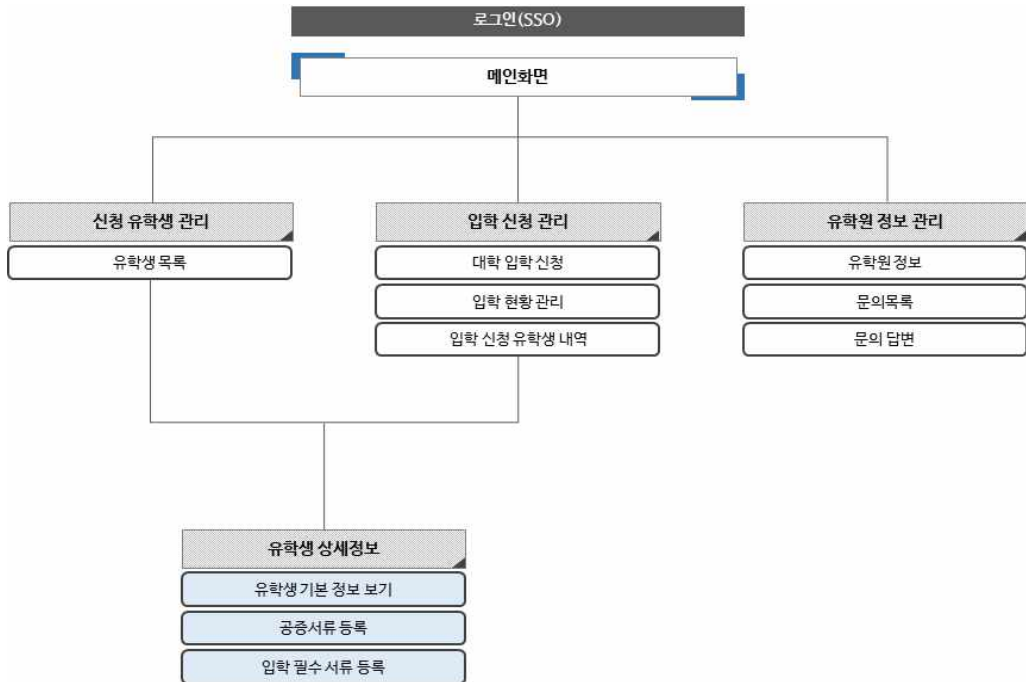
[그림 3-10] 외국인 유학생 화면 기능 구조

[그림 3-10]는 외국인 유학생이 회원 가입 이후에 접속하게 되면 국내

대학의 유학생 모집 일정 및 정보와 한국어 시험능력을 향상 할 수 있는 TOPIK(한국어 능력시험) 모의고사 화면과 모의고사 내역, 마이페이지에서는 유학신청 내역 및 서류관리와 유학원 신청, 유학원 정보보기등의 상세정보를 확인할 수 있다.

외국인 유학생 관점에서 플랫폼 기능구조를 설명하면, 회원가입은 플랫폼 이용을 위한 회원가입을 진행하고 대학교/유학원 검색에서는 유학원과 대학교는 유학생의 조건에 따라 여러 가지 방식으로 검색이 가능하며, 유학원과 대학교의 상세정보를 제공하여 유학생에게 자세한 정보를 제공하고 검색결과에서 유학원 또는 대학교를 선택하여 입학 진행을 신청하고 대학교/유학원 입학 신청에서는 유학원 또는 대학은 입학 진행 결제가 완료되면 유학생 정보확인이 가능하여 유학원은 입학 과정에 필요한 서류를 업로드 가능하며 대학은 입학 절차에 필요한 서류 요청이 가능하다. 대학교에 직접 입학 신청을 한 경우, 입학과정에 필요한 필수 서류를 직접 첨부하여 자료 준비 완료후, 직접 공증기관에 검증을 요청한다. TOPIK(한국어능력시험) 모의고사의 경우 한국 유학에 요구되는 한국어 레벨 테스트에 대해 모의고사 방식으로 진행을 하여 모의고사 이력은 대학 적응에 대한 지표로 활용이 가능하다. My Page에서는 유학생의 개인정보와 추가정보(유학조건), 증명서류를 보관 /관리 하여 유학생이 업로드한 서류의 데이터를 단방향 해시화하여 결과값을 블록체인상의 스마트계약에 등록하며 유학생 신청내역 등의 플랫폼내 활동 내역을 확인이 가능하다. 다양한 국적의 유학생들의 언어를 지원하기 위하여 언어변경도 가능하다.

[유학원]

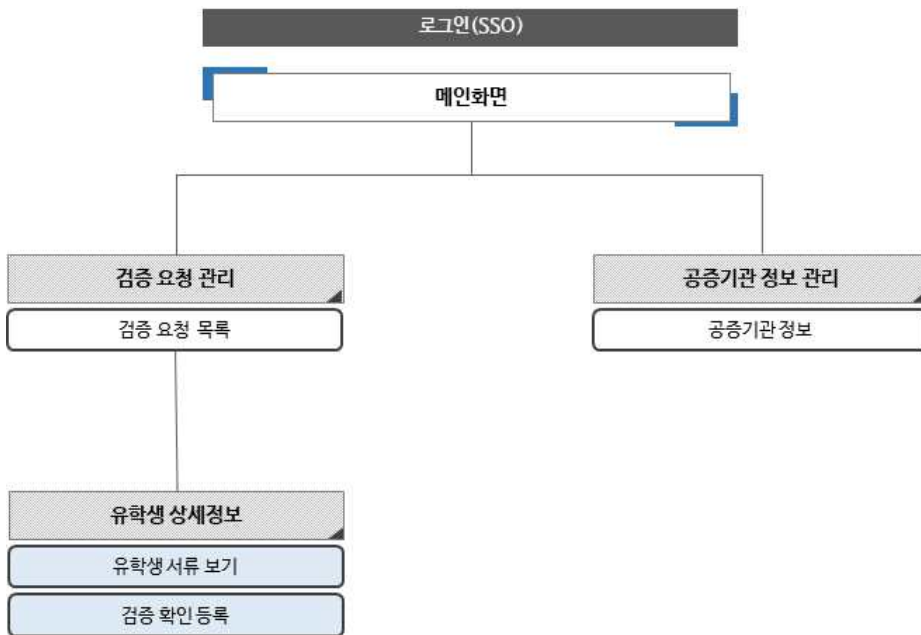


[그림 3-11] 유학원 서비스 기능 구조

유학원 관점에서 플랫폼 기능구조를 설명하면, 유학생 관리는 유학원에 등록한 유학생의 정보와 서류를 확인하고 필요서류와 부족한 서류에 대해 확인, 유학생에게 필요서류 업로드를 요청또는 유학원에서 업로드를 진행하여 업로드한 서류의 데이터를 단방향 해시화 하여 결과값을 블록체인 상의 스마트계약에 등록한다. 대학입학 신청의 경우 유학원에 매칭되면 대학교 입학신청을 하고 해당 대학에서 입학서류를 확인한다. 대학입학 신청 진행의 경우 입학절차에 필요한 서류와 번역공증본 업로드와 업로드시, 해당 유학생의 관련 서류와 매칭, 서류 첨부 완료시, 공증기관에 검증을 요청한다. 유학원 정보관리인 경우 유학원에 대한 소개 및 정보에 대해 관리하고 주관기관에서 직접 선정한 유학원만 시스템 접근이 가능하다. 신뢰도 높은 유학원을 통해 대학에 입학하는 검증된 유학생 입학률을 높이는 방안으로 이용된다.

[그림 3-11]에서는 현지 유학원은 회원가입을 하게되면 신청 유학생 관리와 입학신청 관리, 유학원 정보관리, 유학생 상세 정보 관리를 볼수 있도록 구성되어 있다. 유학원은 오프라인에서 해당 대학과 외국인 유학생에 대한 1:1 관리 방식에서 온라인을 통한 통합화된 관리 방식으로 진행 할 수 있다.

[공증기관]



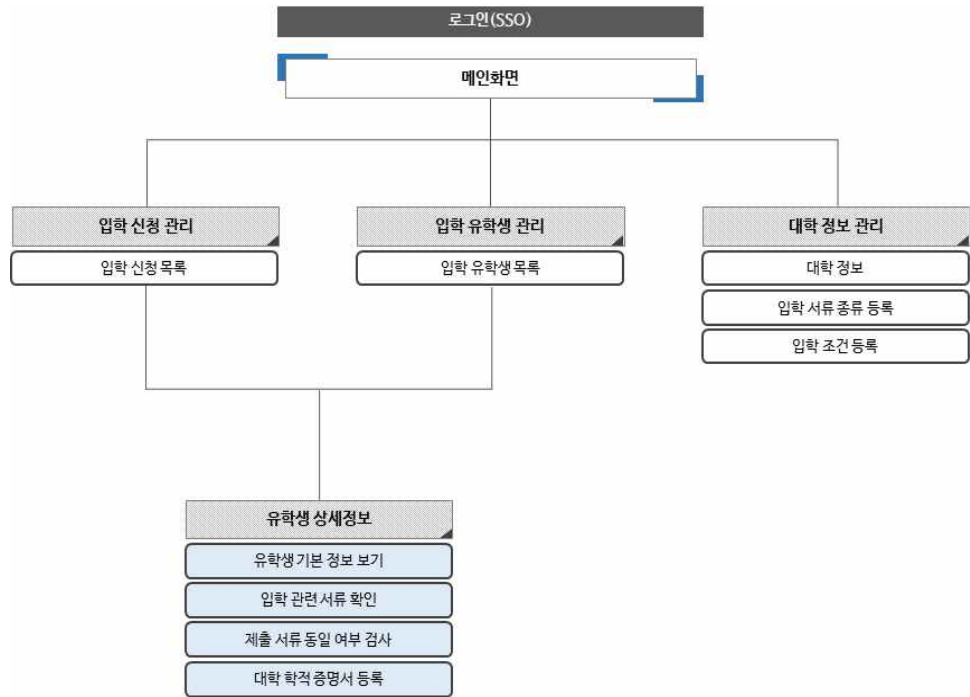
[그림 3-12] 공증기관 서비스 기능 구조

[그림 3-12]에서 외국인 유학생의 현지 국가에 소재하는 번역 사무소는 공증기관의 역할을 수행하며 해당 공증기관이 플랫폼에 회원가입을 하게되면 외국인 유학생이 한국 대학으로 유학을 오기 위해서 준비하는 서류에 대한 검증 및 확인 등록하는 절차를 진행하게 된다.

공증기관 관점에서 플랫폼 기능구조를 설명하면, 서류검증 기능은 요청된 서류의 목록을 확인하고 목록에서 요청 선택시 해당 유학생의 정보와 유학원의 정보, 서류 정보를 확인하며, 공증기관에서 유학원과 외국인 유학생이 올린 자료

를 확인하여 해당 서류의 해시값과 블록체인 상의 스마트계약에 등록된 해시값을 비교하여 확인 서류에 대해 이상이 없는 경우 검증완료를 입력하고 해당 서류에 대해 검증됐음을 블록체인 상의 스마트계약에 기록하여 서류에 이상이 있을 경우, 검증불가와 사유를 입력하고 검증 완료 후, 관련 서류가 변경될 경우, ‘검증완료’상태는 해지, 재검증을 받지 않을 시, 미검증 서류로 표시하여 재검증 시, 검증서류로 표시를 하여 해당 서류에 대해 검증됐음을 블록체인 상의 스마트계약에 기록을 한다. 공증기관 정보관리에서는 주관업체에서 선정한 신뢰성 있는 공증기관에게 권한을 부여하여 공증기관에 대한 정보를 확인 할 수 있게 관리를 한다.

[대학]



[그림 3-13] 대학 서비스 기능 구조

[그림 3-13]에서 외국인 유학생 모집을 희망하는 국내 대학은 플랫폼에서 회원 가입을 하는 경우 외국인 유학생의 입학신청 관리, 입학 유학생 관

리, 대학 정보 관리, 유학생 상세 정보에 대한 기능 사용과 검증된 정보를 제공 받을 수 있다.

대학기관 관점에서 플랫폼 기능구조를 설명하면, 입학신청 유학생 정보확인에서는 입학신청한 유학생들의 목록을 확인하고 각 유학생들의 정보와 첨부된 관련 서류들을 확인하여 유학생들의 서류에 대한 검증결과를 통해 신뢰성 있는 서류로 입학 절차 진행이 가능하다. 입학예정자의 서류 제출시에 플랫폼에 등록 파일을 제출하여 플랫폼 내에서 동일한 서류인지 확인을 할수 있으며, 제출받은 파일의 해시값을 블록체인 상의 스마트계약에 해시값과 일치하는지 확인하여 검증한다. 대학정보관리에서는 주관업체와 협약관계의 대학교에 권한을 부여하여 유학생들에게 보여주는 정보를 관리하고 대학교 입학절차에 필요한 서류 종류를 입력한다.

3) 분산형 DB 와 중앙집중식 DB

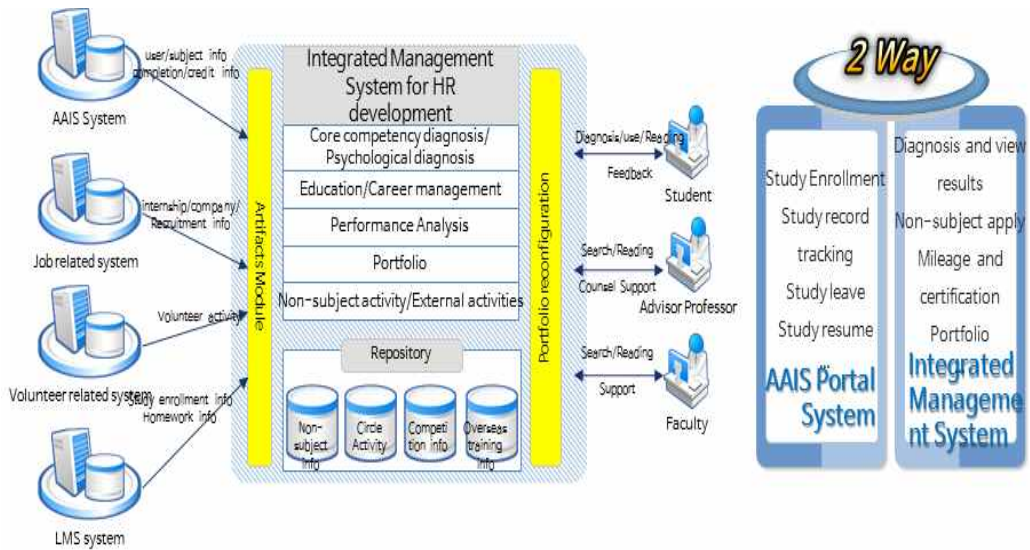
둘 이상의 컴퓨터 간에 네트워크를 통한 통신이 이루어지는 이산적 자원에 기반한 분산 시스템은 독립적인 컴퓨터 시스템에 비해서 결함 허용 측면과 성능이 우수하여 널리 이용되고 있다.¹⁷⁸⁾¹⁷⁹⁾ 이러한 분산 시스템 가운데 P2P (Peer to Peer)기술은 자원 공유 측면에서 활용도 높은 분야이다. 이는 피어의 연결정보를 보유한 중앙 서버가 검색 대상 데이터의 보유 여부에 따라 중앙집중형 데이터베이스 모델(Centralized DB Model)과 분산형 데이터베이스 모델 (Decentralized DB Model)로 나뉜다. 중앙집중형 데이터베이스 모델의 중앙 서버는 피어들의 보유 자원에 대한 메타 데이터를 저장하고 관리해야하는 역할을 하므로 중앙서버의 데이터베이스 구축을 위한 네트워크 트래픽이 많다. 이에 비해 분산형 데이터베이스 모델은 중앙 서버가 피어들의 네트워크 연결만을 관리한다. 필요한 자원을 요청하고자 하는 피어는 중앙서버에 질의를 하게 되고, 중앙 서버는 이 메시지를 현재 연결되어 있는

178) 김분희. (2016). 다중피어 분산처리 기반 효과적 P2P 검색 알고리즘. 『한국 컴퓨터정보학회 논문지』, 11(5), pp. 29-37.

179) E-H. Choi and M-S. Choi. (2014). Design and development of an e-portfolio system for university students' learning skills and career development. The Journal of Education Technology, Vol. 30, No. 3, pp. 493-523.

모든 피어들에게 전달하게 된다. 전달 받은 피어는 자신의 자원 가운데 해당 되는게 있다면 해당 메타 데이터를 중앙 서버에 전달하고, 전달 받은 중앙 서버가 자원 요청 피어에게 메타 데이터를 전송하고, 이후 피어들 간의 통신이 일어난다. 따라서 네트워크 대역폭 요구가 많은 편이다. 예를 들어서, 대학생의 이력을 관리하는 대학의 이력관리 시스템을 보면 현재 운영되고 있는 형태는 학사포털 시스템을 비롯하여 기 구축되어 운영중인 교내 시스템과의 유기적인 연동을 고려한 설계 및 개발, 표준화된 UI(User Interface)구성을 통해 편리성과 접근성을 확보함으로써 주요 이해관계자의 시스템 사용에 있어서 업무적 효율성을 충분히 하도록 설계되어 있다. 블록체인의 DApp은 하나의 컴퓨터 대신에, P2P(peer to peer) 컴퓨터 네트워크 상에서 운영되는 애플리케이션이다. 어떤 단일 한 주체가 통제하지 않으면서 인터넷 상에서 기능하도록 고안된 소프트웨어 프로그램 유형 중 하나로 볼 수 있다. 기존 애플리케이션처럼 프론트엔드(front-end) 코드와 어떤 언어로든 사용자 인터페이스를 가질수 있다. 블록체인 상에서의 DApp 구현조건은 완전히 오픈 소스(open source)이어야 한다. 암호화되어 저장될 애플리케이션 운영 데이터 및 기록과 암호화 토큰을 사용하고 토큰을 생성해야 한다. [그림 3-14] 중앙집중형 DB 형태의 대학 이력관리 시스템 구성도에서 현재 운영되는 대학생 이력관리 시스템을 분산형 DB구조의 시스템으로 설계를 한 내용을 표시하였다.¹⁸⁰⁾

180) 이원주, 주치운. (2011). 안드로이드 플랫폼 기반의 경력관리시스템 구축. 한국컴퓨터 정보학회 논문지. 16(9). pp. 145-153.



[그림 3-14] 중앙집중형 DB 형태의 대학 이력관리 시스템

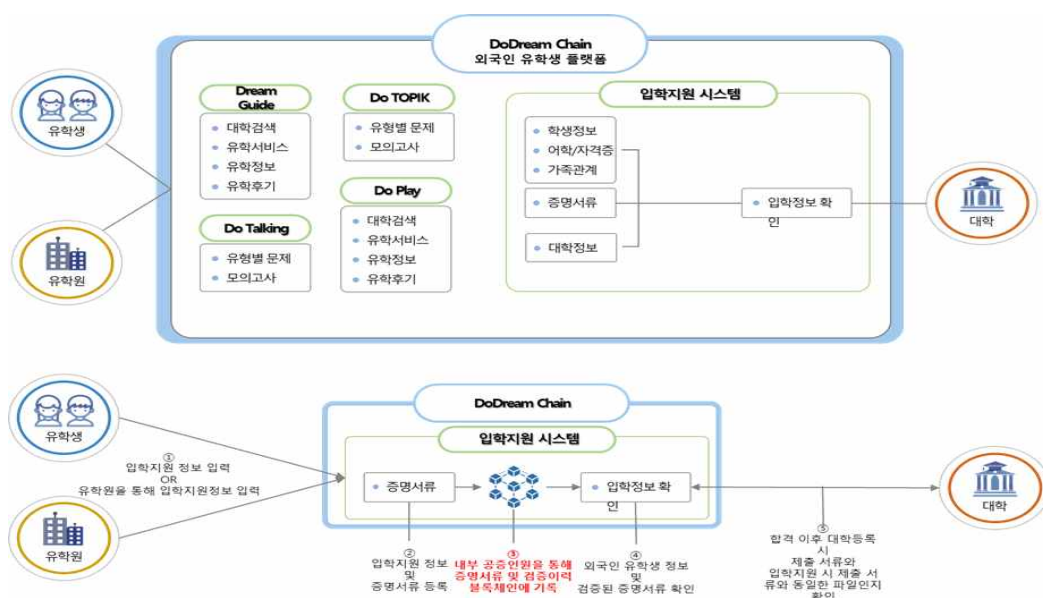
[그림 3-14]의 경력관리 시스템¹⁸¹⁾은 학생들의 핵심역량(인성, 전문지식, 실무경험)을 지속적으로 관리함으로써 학생들의 인성 및 적성을 관리하여 자아를 계발할 수 있도록 한다. 또한, 대학 재학기간 동안 프로젝트 수행 결과, 대외 입상 경력, 포트폴리오 제작 등을 관리하고, 인턴쉽, 현장실습, 참여 프로젝트 등의 결과물을 관리하고, 구인, 구직등의 요청을 실시간으로 처리하도록 한다. 경력관리시스템의 운영 주체는 학생, 지도교수, 대학이다. 학생은 입학과 동시에 개인 정보, 이력서, 자기소개서, 대학생 생활 로드맵 등을 경력관리시스템에 등록한다.¹⁸²⁾ 등록된 이력서와 자기소개서는 대학 재학기간에 지속적으로 업데이트해야 한다. 이러한 학생의 자료는 현장실습, 인턴쉽, 취업 등에서 산업체에 제공되는 기본 자료로 활용할 수 있다.¹⁸³⁾ 학생의 대학 생활 로드맵에 대하여 이력서 작성, 자기소개서 작성, 프로젝트, 전공지식으로 나누어 지도교수는 로드맵을 작성하여 학생들을 지도하고 상담한다.

181) J-H. Lim, K-S. Na, and S-S. Kim. (2019). A Study on Performance Indicator of University Students' Career Information Management System Using Blockchain Technology, IJAST, Vol.28, No.5, pp.166-173.

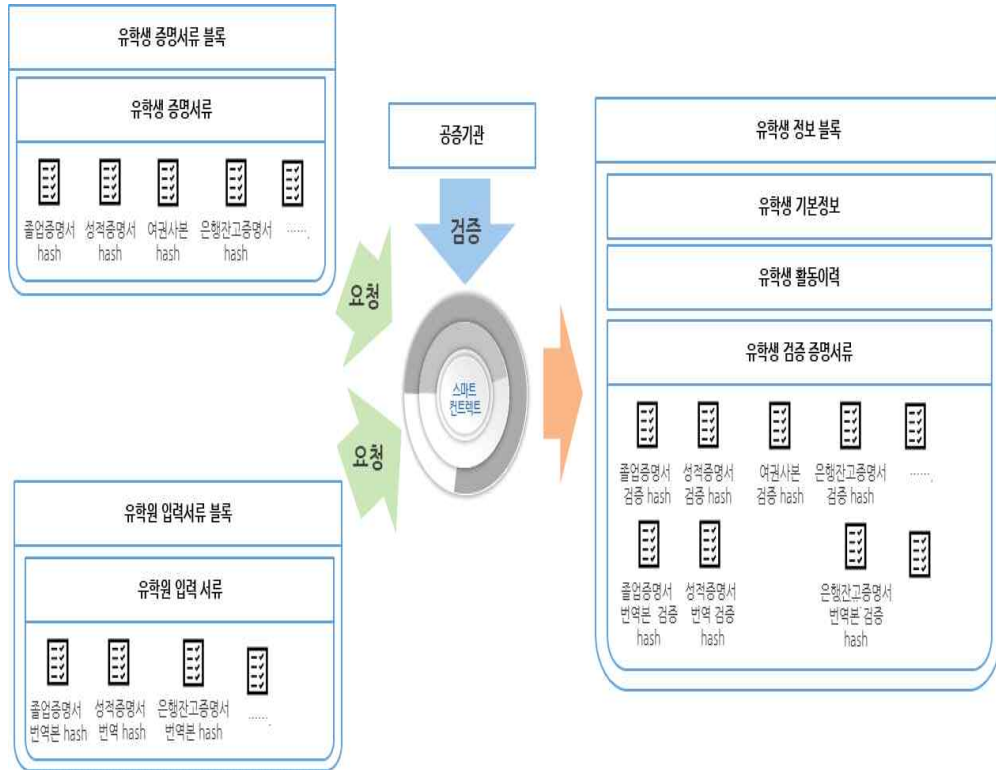
182) 이원주, 주치운. (2011). 안드로이드 플랫폼 기반의 경력관리시스템 구축. 한국컴퓨터 정보학회 논문지. Vol. 16, No. 9, pp. 145-153.

183) 이원주, 주치운. (2011). 안드로이드 플랫폼 기반의 경력관리시스템 구축. 한국컴퓨터 정보학회 논문지. Vol. 16, No. 9, pp. 145-153.

대학은 신입생에 대한 인성 및 적성검사, 심리검사, 진로탐색검사, 개인상담 등을 실시하고, 그 결과를 해당 학생 및 지도교수에게 통보함으로써 생활 상담 자료도 활용 할 수 있도록 해야 한다. 또한 모의취업면접, 현장실습, 인턴쉽, 구인 및 구직면에서 학생-산업체간의 연계업무를 담당하고, 각종 인증 프로그램을 개발해야 한다. 이러한 서버 모듈과 클라이언트 모듈로 구성된 중앙집중형 DB의 형태에서는 인프라 측면의 전산자원 부하, 시스템 성능 저하우려, 사용용량 증대에 따른 인프라 추가 증설에 따른 비용적 측면과, 슈퍼 관리자의 임의적 위.변조 발생 가능성이 있다. [그림 3-15]에서 내용은 대 학생의 입학에서 졸업까지 전 학습/활동을 자동적으로 관리해 주는 개인별 포트폴리오 솔루션으로 핵심 역량을 기반으로 대학의 인재를 육성하고 타 대 학과의 차별화된 인프라를 확보함으로써 대학의 대내외 경쟁력 강화와 핵심 역량을 제고함으로써 대학생활 및 취업 지원시 필요한 다양한 진단, 교내 운영중인 교과/비교과 관리, 온·온프라인 상담 및 멘토링, 활동결과에 따른 마 일리지 및 인증, 취·창업지원, 만족도 및 교육 질 관리, 포트폴리오 등의 형 태로 구성된다.



[그림 3-15] 두드림체인 블록체인 검증 흐름



[그림 3-16] 스마트계약 구조

[그림 3-15] 두드림체인 블록체인 검증흐름에서 보여 지듯이 서류등록의 경우 외국인 유학생, 유학원이 입력한 증명서류를 퍼블릭(Public)블록체인에 등록하고, 공증기관에 검증요청을 하면 공증기관에서 검증이 완료된 서류는 퍼블릭(Public) 블록체인에 등록이된다. 서류관리는 퍼블릭(Public)블록체인에 등록된 서류정보는 언제든지 확인이 가능하며, 대학은 검증된 자료를 기반으로 입학 절차를 진행한다. [그림 3-16] 스마트계약 구조에서 기능별 검증내용은 유학생 개인정보는 유학생이 입력한 개인정보 블록체인 확인, 유학생 추가정보 암호화는 유학생의 추가정보 블록체인 해시값 등록 확인, 유학생 서류 등록은 유학생이 업로드한 서류 블록체인 등록확인, 유학생 서류 암호화는 업로드한 서류에 블록체인 해쉬값 등록 확인, 서류 블록화는 신청 유학생과 유학원이 서류를 업로드 한다.

```

interface IDocs {
    /// @notice emitted when new file is registered
    /// @param user address of registering user
    /// @param hash 256bit hash of file
    /// @param created created timestamp as unix timestamp
    event DocsRegistered(address user, bytes32 hash, uint256 docType, uint128 created);

    /// @notice emitted when file is deleted
    /// @param user address of file owner
    /// @param hash file hash
    event DocsDeleted(address user, bytes32 hash);

    /// @notice registers `_file` with `_hash`
    /// @param _hash file hash
    /// @return success true if succeeded
    function registerDocs(bytes32 _hash, uint256 _docType) external returns(bool success);

    /// @notice deletes document `_file`
    /// @param _hash file hash
    /// @return success true if succeeded
    function deleteDocs(bytes32 _hash) external returns(bool success);

    /// @notice deletes old hash and registers new hash
    /// @param _hash old file hash
    /// @param _newHash new file hash
    function updateDocs(bytes32 _hash, bytes32 _newHash) external returns(bool success);

    /// @notice get `_hash` info
    /// @param _user address of file owner
    /// @param _hash file hash
    /// @return hash 256bit hash of file
    function docInfo(address _user, bytes32 _hash) external view returns(bytes32 hash, uint256 docType, uint256 created);

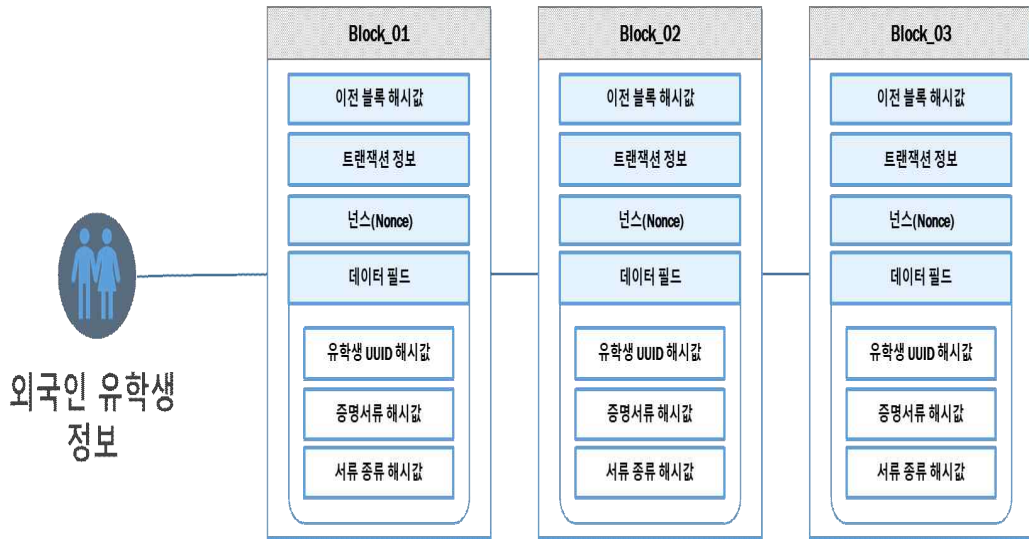
    function getDocs(address _user) external view returns(bytes32[] memory docs);
}

```

[그림 3-17] 스마트계약 구조 소스화면

[그림 3-17]에서 보여 지듯이 문서등록은 input의 경우 문서의 해시값, 문서종류를 의미하며 목적은 특정 사용자의 문서를 등록하는 것을 목적으로 한다. 문서삭제의 경우 input은 문서의 해시값을 의미하며 목적은 특정 사용자의 특정 문서를삭제한다. 문서 업데이트는 input은 문서의 해시값, 문서의 새로운 해시값을 의미하며 목적은 특정 사용자의 특정 문서 정보를 업데이트 한다. 문서조회는 input은 사용자 지갑 주소와 문서의 해시값을 의미하며, 목적은 특정 사용자의 특정 문서를 조회하는 것이다.

스마트계약(Smart Contract)을 통한 외국인 유학생 입학 증명서류 검증방법으로 외국인 유학생, 유학원 공증기관을 통해 다각도로 검증된 입학 증명서류를 대학에서 조회 할 수 있도록 구현한다.

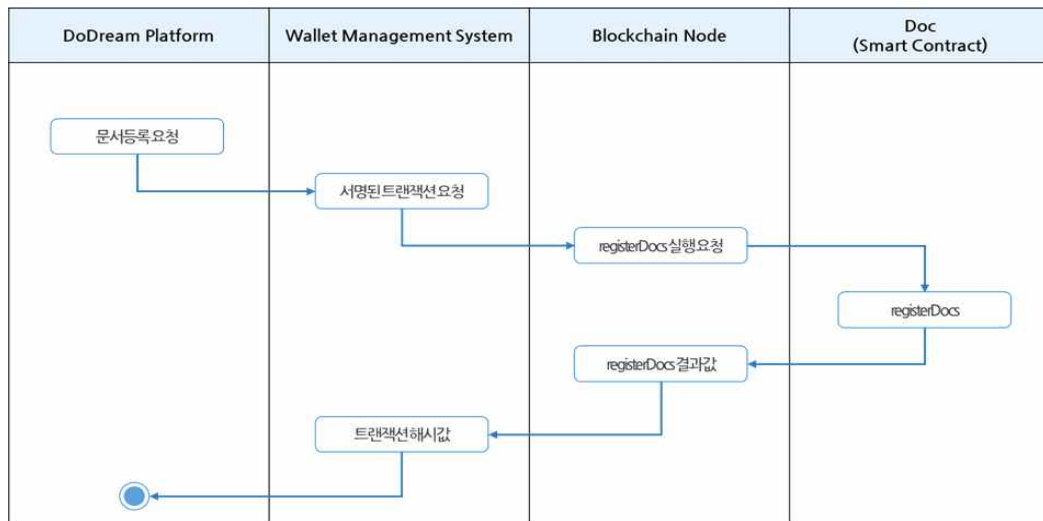


[그림 3-18] 개인정보와 증명서의 블록구조

[그림 3-18]에서 DoDream Chain 블록은 이전 블록에 대한 Hash값, 트랜잭션 정보, 년스(Nonce)와 함께 외국인 유학생의 UUID(Universally unique identifier, 범용고유식별자)와 증명서류, 서류 종류의 값을 해시값으로 변환하여 보관하는 데이터필드로 구성되어 있다.¹⁸⁴⁾ 외국인 유학생의 증명서류의 종류가 늘어날수록 유학생 관련 블록은 증가한다. 하나의 블록 구성 요소는 모두 Hash의 덩어리로 구성되어 실제의 값을 찾기 위해서는 Hash값을 분석해 DB에 저장되어 있는 실제 값을 찾아 확인할 수 있는 구조이며, 모든 블록의 내용을 Hash로 처리해 블록 일부만을 가지고 기존의 값을 유추하는 것은 불가능 하며, 모든 Hash의 값을 알고 복호화해야 자료 확인이 가능하다. Hash CRC32를 사용하여 모든 데이터를 정형화 한다.¹⁸⁵⁾ Node는 스마트계약 내에 문서 등록(registerDocs)함수 실행을 요청하여 함수 실행에 대한 결과값을 반환 받아 Wallet에 트랜잭션 해시값을 반환하고 Wallet은 함수실행 성공값을 온라인 플랫폼에 반환한다.¹⁸⁶⁾

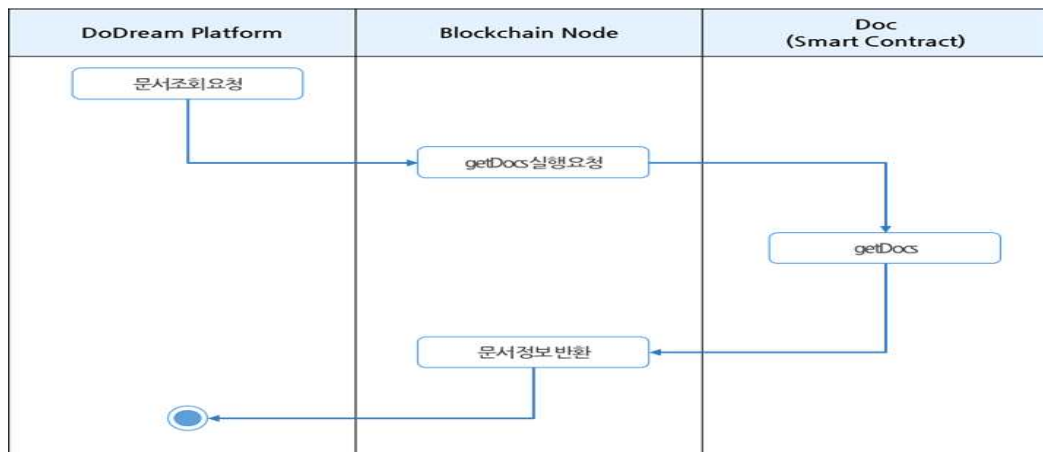
184) E. Barbierato, M. Gribaudo, and M. Iacono. (2014). Performance evaluation of NoSQL big-data application using multi-formalism models. Future generations computer systems, Vol. 37.

185) J. Bernardino. (2013) "NoSQL databases: Mongo DB vs cassandra", Proceedings of the International Conference on Computer Science and Software Engineering.



[그림 3-19] 스마트계약에서 문서등록 흐름

스마트계약의 구조에서 호출흐름(문서등록은) [그림 3-19]에서 보여 지며 온라인 플랫폼에서 문서등록 요청을 발생시키고 이를 Wallet을 통해 Node에 서명된 트랜잭션을 요청한다.



[그림 3-20] 스마트계약에서 문서조회 흐름

186) A. Nayak, A. Poriya, and D. Poojary. (2013). Type of NOSQL Databases and its Comparison with Relational Databases. International Journal of Applied Information System, Vol. 5, No. 4.

스마트계약의 구조에서 호출흐름(문서조회)은 [그림 3-20]에서 보여 지며 온라인 플랫폼에서 Node에 직접 문서조회 요청하고 Node는 스마트계약 내에 문서 조회(getDocs)함수 실행을 요청하여 함수 실행에 대한 결과값을 반환 문서정보를 온라인 플랫폼에 반환한다.¹⁸⁷⁾¹⁸⁸⁾

187) A. Gandini, M. Gribaudo, W. J. Knottenbelt, R. Osman, and P. Piazzolla. (2014). Performance Evaluation of NoSQL Databases. Lecture Notes in Computer Science, No. 8721.

188) C. Kumarasinghe, K. Liyanage, W. Maduhanka, and R. Mendis. (2016). Performance Comparison of NoSQL Databases in Pseudo Distributed Mode: Cassandra, MongoDB & Redis.

제 3 절 가상화폐

1) 가상화폐의 정의

블록체인 상에서의 자산은, 사용자가 블록체인을 위해 처음 등록할 때 만든 ‘신원(identity)’인 개인키(private key)의 소유자가 보유하는 것이다. 블록체인에 저장되는 것은 그 자산에 대한 권리증서나 소유권 증명 문서가 아니며, 그러한 내용이 ‘해시되는 것(hashed)’-즉, 긴 텍스트의 문서나 문자들을 훨씬 짧고 고정된 길이의 텍스트 및 숫자로 구성된 문자열로 바꾸는 수학적 변환이다. 이 해시는 어떤 원본 문서에 대해 고유한 값을 가지며, 원본에 담긴 내용보다 훨씬 적은 공간만을 차지하게 된다. 현재, 디지털 자산으로 불리는 가상화폐 또는 암호화폐의 정의적 효시는 암호학자 데이비드 차움(David Chaum)이 1982년 “Blind Signatures for Untraceable Payments”라는 논문을 통해 사이버 공간(인터넷 상)에서 현금처럼 사용할 수 있는 추적이 불가능한 암호화폐를 최초로 제안한 것에서 그 출발점을 찾을 수 있으며, 약 10년전 나카모토 사토시가 비트코인의 탄생을 세상에 알렸던 당시에는, 가상화폐라는 개념은 생소한 것이었다. 그러나, 불과 10년 만에 가상화폐는 인간 경제활동의 상당부분에 침투하였고 상당한 속도로 성장하고 있다.¹⁸⁹⁾ 이처럼, 가상화폐가 상당부분 인간의 경제활동에 침투한 시장현실에도 불구하고 아직도 대부분의 국가에서는 가상화폐 관련 정의 및 법안을 만들지 못하고 있다. 그 이유는 ① 분산원장(distributed ledger) 및 암호화 기술에 기반한 비트코인(2009년)과 1,600여 종의 신종코인 등(alt-coin) 가상화폐의 개념을 일의적으로 정의하기는 어려움이 있다는 점 및 ② 가상화폐들의 기능 및 용도가 매우 다양한 가운데 관련 기술이 발전하면서 새로운 종류도 지속적으로 출현하고 있기 때문인 것으로 요약될 수 있다. 가상화폐가 인간의 경제활동에서 차지하는 비중이 증가하는 것과 더불어 여러 가지 문제점들도 수반되고 있는 등 다양한 연구과제가 존재한다.¹⁹⁰⁾ 국내외의 기존 논의들을 중

189) 한국은행 금융결제국. (2016). 『분산원장 기술의 현황 및 주요 이슈』, 한국은행 연구보고서, pp. 253.

190) 김성훈. (2016). 현금 없는 경제:의미와 가능성. KERI Brief 16-28, 『한국경제연구

합해보면, 가상화폐의 지위는 각국 중앙은행으로 부터 상당한 견제를 받고 있는 것으로 보인다. 가상화폐의 효시인 비트코인은 스스로를 “비트코인은 혁신적인 결제 네트워크이자 신종화폐입니다.”라고 주장하고 있다. 그러나 각국의 전반적인 평가는 ‘혁신적인 결제네트워크’로도, ‘신종화폐’로도 인정하지 않는 것으로 보인다. 다만, 초기에 비하여 최근에는 비트코인 등 가상화폐의 투기상품적 성질에 대한 지적이 증가한 것으로 보인다. 가상화폐의 법적 성격을 기존의 법규정만으로 파악하는 것은 용이하지 않다. 그 이유는 기존의 관련 법규정이 가상화폐의 출현을 염두에 둔 것이 아니었기 때문일 것이다. 비트코인 등 가상화폐가 가지는, 기존의 법정화폐를 대체하려는 화폐로서의 기능이나 성질은, 초기의 기대 또는 우려에 비하여 약화된 것으로 판단된다. 다만, 시간이 경과함에 따라 금융투자상품으로서의 성질이 강화되고 있는 것으로 보인다.¹⁹¹⁾

현존하는 암호화폐들은 향후 미래 가치를 담보로 발행되었으며 현실 세계에서 어떻게 새로운 비즈니스 가치를 창출할 것인지 불투명한 경우가 대부분이다. 모든 화폐는 가치를 담보로 하여 발행되어야 한다. 그렇지 않으면 발행된 화폐를 누구도 신뢰할 수 없고 현실 세계에서 상용화 될 가능성이 낮아지게 된다. 또한 구체적인 가치를 보장하지 않으면 발생주체가 자의적으로 화폐를 추가 발행하는 도덕적 해이에 빠지게 되어 화폐 가치가 급격히 하락하게 되고 인플레이션이 발생하게 된다. 그렇기 때문에 암호화폐가 갖는 다양성을 충분히 고려하여 설계되어야 하며, 온라인 플랫폼 서비스를 가치로 담보하여 안정적인 코인 가격을 유지할 수 있도록 하여 하여, 코인 보유자가 급격히 늘어나더라도 탄력적인 플랫폼 서비스를 제공하여 코인 가격을 안정적이게 유지할 수 있도록 설계되는 것이 바람직해 보인다.

2) 가상화폐 생태계

[표 2-7]의 가상화폐의 발전과 이더리움에서 보여지듯이 가상화폐는 비

원』, pp. 1-14.

191) 박선종, 김용재, 오석은. (2018). 중앙은행의 디지털화폐 발행시 법률적 쟁점, 중앙은행 디지털 화폐연구, 『한국은행 금융결제국』 공동연구보고서, 12. pp. 7-8.

트코인, 네임코인, 프라임 코인, 유색 코인 등의 순서로 발전해 왔다. 이더리움에서는 비트코인/네임코인/프라임코인/유색 코인 모두를 설계할 수 있고, 이들이 서로 작동하는 방식, 이체조건, 이체 방법 등까지도 세심하게 조정이 가능하다.¹⁹²⁾ 이더리움은 블록체인 2.0시대를 표방하며 나온 혁신적인 개념의 기술로서, 유색코인에서 더욱 진화하여 블록체인을 하나의 데이터베이스로 보고, 모든 자산을 올릴 수 있고 각 자산이 구동하거나 거래되는 방식까지 직접 프로그래밍 할 수 있는 하나의 ‘오픈 플랫폼(Open Platform)’으로서 설계되었다.

[표 3-1] 가상화폐의 발전과 이더리움¹⁹³⁾

비트코인 (Bitcoin)	• 완전한 의미의 블록체인을 처음으로 활용한 예로 간주된다 • 비트코인은 디지털 화폐인 ‘비트코인’을 거래 할 수 있도록 해주는 시스템 프로토콜/프로그램¹⁹⁴⁾ • CPU 파워를 투입하여 특정 해시값을 찾아내는 경쟁을 통해 비트코인의 거래내역이 담긴 블록을 생성 할 수 있다. • 화폐로서 교환의 매개역할만을 수행한다.
네임코인 (Name Coin)	• 비트코인보다 진보하여, 각 네임코인을 신규도메인을 만들 수 있는 권리를 대표하는 (Token)의 역할도 할 수 있도록 한다. • 비트코인처럼 화폐로 거래될수 있고, 탈중앙화/분산화된 도메인을 등록 할 수 있는 토큰의 역할도 한다.
프라임 코인 (Prime Coin)	• 소수(Prime Numbers)를 기반으로 하는 고유한 작업증명 형식을 도입했으며 과학 컴퓨팅 작업으로 설계한 최초의 암호해독 • 네트워크에 보안 및 발행을 제공할 뿐만 아니라 수학 연구에 관심있는 소수의 특수 체인을 생성함으로써, 희소성을 유지하면서 높은 수준의 보안을 유지함
유색코인	비트코인, ‘색’을 입혀(메타데이터 추가)화폐가 특정 자산을 대표할 수 있도록 함으로써, 각 코인을 가진 사람에게 해당 자산의 소유권을 인정해 주기로 하는 것이다.

192) 변인섭. (2018). 블록체인 기반의 채용정보제공 시스템 구축방안 검토, 『고용노동부』, pp. 171-186.

193) 오서영, 이창훈. (2017). 부동산 시장의 신뢰성 향상을 위한 블록체인 응용기술, 『한국전자거래학회』, Vol. 22, No. 1, pp. 51-64.

가) 이더리움의 개요

러시아계 캐나다인 프로그래머 Vitalik Buterin가 블록체인을 지원하는 도구로서 분산화된 앱을 구축할 목적으로 2013년에 처음 고안, 2014년에 공개되었다. 스마트계약을 실행하는 분산화(탈중앙화)된 플랫폼으로, 제3자의 개입이나 검열, 조작 등이 없이 프로그램되는 앱을 구현할 수 있다. 개발자들이 시장을 형성할 수 있으며, 부채/계약과 같은 기록부를 저장하고, 유연장 또는 미래의 계약처럼 장기간의 시간이 소요되는 지시를 이행하기 위해 자금을 이동할 수도 있다. 통화로 사용될 수 있는 디지털 토큰을 발행하여 이것이 자산이나 가상의 주식, 회원으로서의 증명 등이 될 수 있다. 이더리움 지갑(Ethereum Wallet)은 이더리움 블록체인에 있는 분산화된 앱을 사용하기 위한 관문으로서, 사용자가 이더(Ether)¹⁹⁵⁾ 및 이더리움에서 발행된 다른 암호화폐를 보유하고 지킬 수 있도록 해주며, 스마트 계약서를 쓰고 그 계약을 배치-활용할 수 있도록 한다. 이더리움 토큰은 그 플랫폼의 오픈소스(Open Source)스마트계약 개발 틀을 사용하여 10분 이내로 생성할 수 있다. 공식적인 이더리움 지갑(Ethereum wallet)이 있으면 어떤 종류의 이더리움 토큰도 보유/전송/수령할 수 있으므로, 별도의 지갑을 구축할 필요가 없다. 이더리움 토큰의 또 다른 큰 이점은 API(Application Programming Interface; 응용프로그래밍 인터페이스)¹⁹⁶⁾를 통한 정보 처리 상호 운용성(Interoperability)으로, 이더리움 애플리케이션은 다른 시스템과 함께 운용하는 것이 용이하다. 이더리움의 프로젝트는 크게 스마트 계약서와 분산앱(decentralized application DApp)으로 구성된다. ¹⁹⁷⁾스마트 계약서는 ‘어떤 조건을 만족시키면 A가 B에게 몇 이더(ETH)를 지급한다’는 계약을 별도 프로그래밍 언어로 구현한 것이다. 분산앱은 스마트 계약서를 사용자들이 보다 손쉽게 활용 할 수 있도록 만든 애플리케이션이다. 이더리움 플랫폼 누구든지 스마트 계약과 DApp을 작성 할 수 있도록 하고 자신만의 소유권 규칙,

194) <https://blog.naver.com/audghk0306/220805807317>

195) 이더(Ether/ETH): 이더리움의 가상화폐단위

196) 응용프로그램에서 사용할 수 있도록, 운영체제나 프로그래밍 언어가 제공하는 기능을 제어할 수 있게 만든 인터페이스를 뜻한다.

197) 이더리움 홈페이지 (<https://ethereum.org>)

거래 구성방식, 이행 기능을 선택할 수 있도록 하고 있다.

[표 3-2] 이더리움 블록의 주요 요소들¹⁹⁸⁾

요소(항목)	설명
Prev Hash	이전 블록의 해값을 지칭
Nonce	작업증명시 이용되는 64비트 해시값
Timestamp	UNIX 운영체제에서 time() 함수의 출력 값으로 생성 시간을 의미함
Uncle Hash	블록 생성이 늦게 전파된 블록들만 모아 리스트 형식으로 저장해둔 장소를 가리킴
Beneficiary	블록의 채굴 성공 시 모든 수수료가 전송되는 160비트 주소
Logs Bloom	블룸필터(Bloom Filter: 데이터 존재의 유무를 알기 위한 확률적 데이터 자료구조)는 거래 목록의 각 거래 영수증에서 각 로그 항목에 포함된 색인 정보(로그 주소 및 주제를 기록)로 구성
Difficulty	블록의 난이도에 해당하는 값
Block Num	상위 블록 수
Gas Limit/ Gas Used	블록당 가스 비용을 제한하는 값/ 블록에서 트랜잭션에 사용된 총 가스 값
State Root	모든 트랜잭션이 실행된 후 완결되는 때 적용한 상태 트리의 루트 노드
Transaction Root	거래 목록 부분에 각 트랜잭션으로 채운 상태 트리의 루트 노드 ¹⁹⁹⁾
Receipt Root	거래 목록 부분에 각 거래

이더리움 프로토콜이 만들어지고 어떠한 트랜잭션이 한 번도 실행되지 않은 상태를 Genesis State라고 표현하며, Genesis state에서 어떤 트랜잭션이 실행되었을 경우 state 정보가 변한다. Genesis state에서 어떤 트랜잭션이 실행되었을 경우 state 정보가 변한다. 트랜잭션이 실행되었다는 것은 채

198) 변인섭. (2018). 블록체인 기반의 채용정보제공 시스템 구축방안 검토, 『고용노동부』, pp. 171-186.

199) <https://steemit.com/kr/@yahweh87/dapp-account>

굴 과정을 통해 트랜잭션에 대한 검증이 이루어지고 블록에 담기어 전파되었다는 것을 뜻하며, 이렇게 블록에 담기고 전파되었을 경우의 상태를 Final State 라고 한다. 이더리움의 트랜잭션이란 ‘상대방에게 보낼 메시지를 가지고 있는 서명된 데이터’를 의미하며 이더리움 계약계정에서는 트랜잭션을 구성하는 필드의 데이터를 읽어서 어플리케이션에 맞는 코드를 실행한다. 이더리움의 트랜잭션으로 송금을 하거나 계약을 실행시키기 위해서는 수수료를 내야하며, 그 수수료는 트랜잭션 안에 담겨 있다. 비트코인에서는 발신자가 보낸 비트코인과 수신자가 받는 비트코인의 차이가 수수료이며, 어떤 추가적인 데이터를 필요로 하지 않고 발신자가 수수료를 설정할 수 있다. 그러나, 이더리움에서는 비트코인처럼 금액의 차이로 수수료를 계산하지 않고, 트랜잭션 안에서 수행되는 송금이나 계약 내용 안에 코드의 종류와 개수로 수수료를 매긴다. 이 수수료 지불 과정에서 발신자가 설정 할 수 있는 것이 GASPRICE와 STARTGAS(Gas Limit)로서, 이 2가지 데이터가 트랜잭션의 일부로 포함된다.²⁰⁰⁾²⁰¹⁾

[표 3-3] 트랜잭션의 필드 구성

필드	설명
수신처 주소	거래를 받을 수신처 (받는 사람 주소)
발신자 서명	발신자를 확인할 수 있는 서명 (발신자가 이 계약이 자신이 만든 것임을 입증하는 서명)
이더 (Value)	발신처가 수신처로 보내는 이더의 양
데이터	옵션으로 임의의 메시지, 함수호출, 계약 생성코드 (계약 메시지를 담을 수 있는 데이터 필드)
STARTGAS (Gas Limit)	거래가 실행 시 수행되도록 허용된 최대 트랜잭션 수행 횟수 (트랜잭션을 실행하기 위해 지불할 용의가 있는 최대 gas 수량)
GASPRICE	계산 단계마다 발신처가 지불하는 수수료 (gas 1단위당 가격)

200) 박지우, 이동영. (2018). 블록체인 기술의 국내외 동향과 시사점, 『서강대학교 지능형 블록체인 연구센터』, pp. 21-23

201) 변인섭. (2018). 블록체인 기반의 채용정보제공 시스템 구축방안 검토, 『고용노동부』, pp. 171-186.

나) DApp의 주요 활용사례

이더리움의 DApp은 새로운 유형의 소프트웨어로서 2015년에 출시되었으며, 비트코인의 특징인 암호로 저장되는 원장(ledger)과 P2P 기술등과 같은 주요 특징을 가지면서도, 광범위한 확장가능성 과 수익성이 있는 애플리케이션을 구축 할 수 있도록 하고 있다. 이더리움 상에서 운영되는 DApp은 2018년 1월 28일을 기준으로 현재 약 1,000개에 달한다.²⁰²⁾²⁰³⁾

202) 김미정, 이수진. (2017). 4차산업혁명 기반 사물 인터넷 비즈니스 플랫폼 개발 연구. 『전산회계연구』, Vol. 15, No. 2, pp. 1-18.

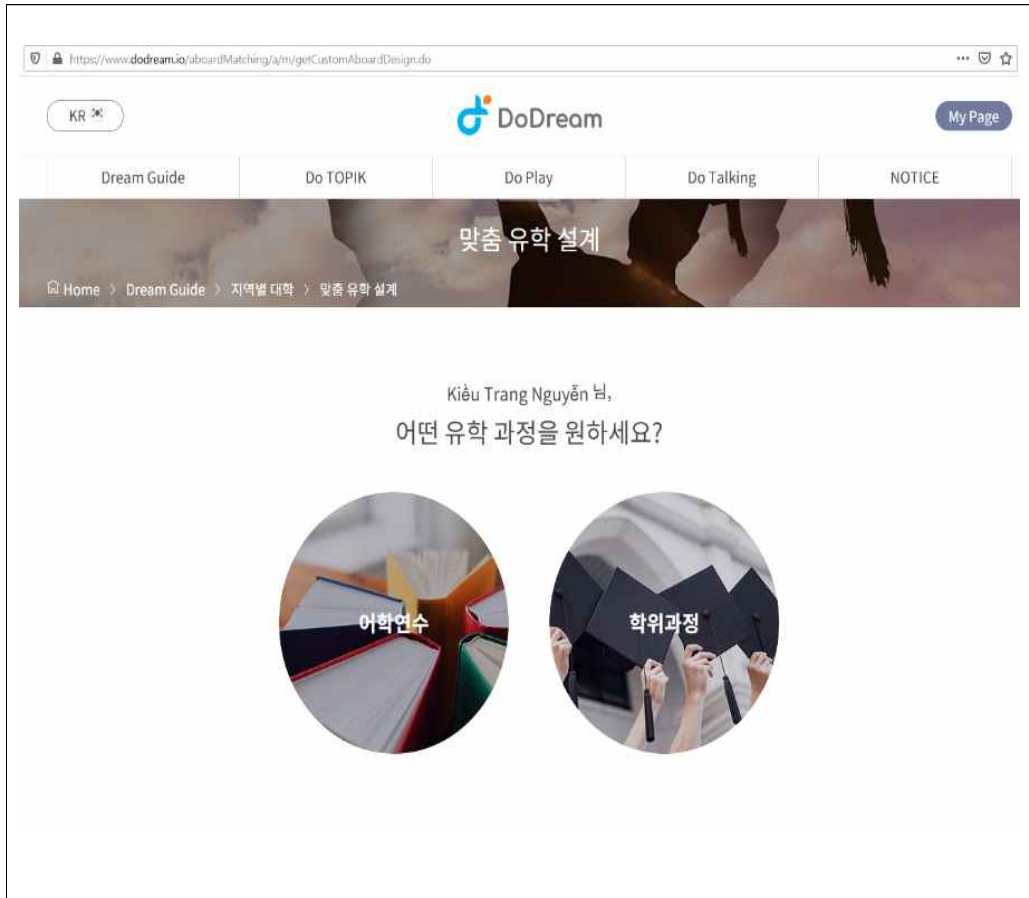
203) 배유미, 정성재, 소우영. (2014). 웹서버 구성을 통한 가상머신과 컨테이너 방식 비교 분석. 『한국정보통신학회 논문지』, Vol. 18, No. 11, pp. 2670-2677.

제 4 장 블록체인을 활용한 온라인 이력관리 관리 플랫폼 구현

제 1 절 온라인 이력관리 플랫폼 구현

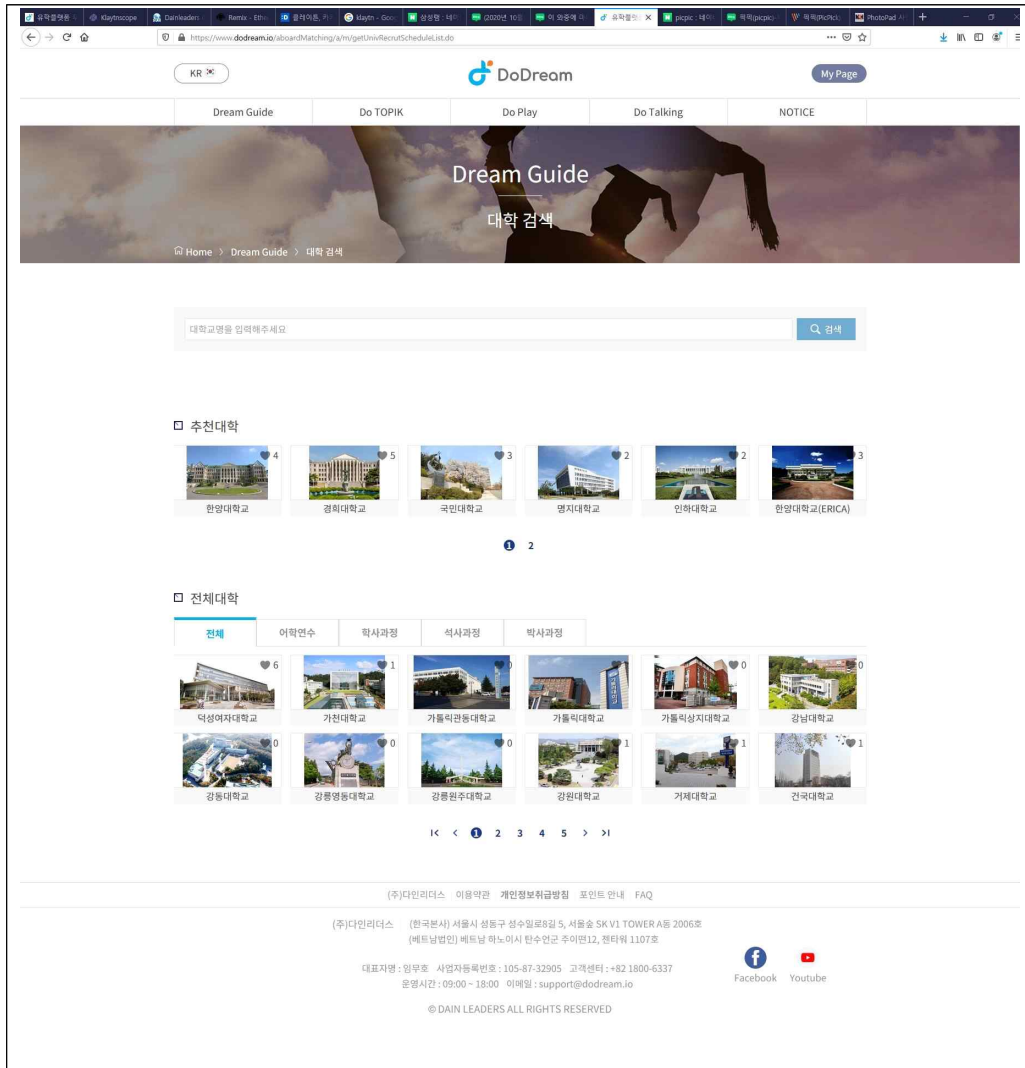
1) 온라인 이력관리 플랫폼 구현

온라인 이력관리 플랫폼은 블록체인 기반의 외국인 유학생 디지털 이력 관리 통합 플랫폼 으로서 구축하는 플랫폼을 통해 외국인 유학생의 입학/재학/졸업에 따른 개인별 이력/활동 관련 디지털 증명서를 블록체인 기술을 적용하여 해당 사용자의 정보에 대한 신뢰성을 확보하고 나아가 유관기관의 행정업무를 효율적으로 관리하는 것이다. 시스템구성의 주요기능은 첫째, 외국인 유학생의 성적, 졸업, 자격증, 어학점수, 대내외 활동, 병력 등 유학 중 이력/활동의 전 항목들이 두드림 플랫폼 프로토콜을 통해 검증되고 원본의 무결성을 입증하는 것을 목표로 하며, 둘째, Public 블록체인을 통해 외국인 유학생은 한국에 체류하는 동안 참여한 전 활동에 대한 자신의 이력을 통합적으로 관리할 수 있으며, 필요할 때마다 유관기관에서 원본 서류를 발급받아야 했던 불편함을 해소할 수 있다. 셋째, 나아가 출신국, 학위종류, 성적, 경제상황 등의 데이터를 분석하여 외국인 유학생의 학습과 활동을 실시간으로 모니터링하고 중도탈락을 예측할 수 있는 기준을 제시 할 수 있다. [그림 4-1],[그림 4-2],[그림 4-3]에서는 구현된 온라인 플랫폼의 사용자 화면을 보여주는 것으로 TOPIK(한국어능력시험) 모의고사, 모의고사내역, 대학교검색, 유학생 조건 검색, 유학원 검색, 마이페이지, 대학교 정보 보기, 입학신청, 유학원 정보보기에 대한 사용이 가능하도록 사용자 화면과 소스코드를 확인 할 수 있다.



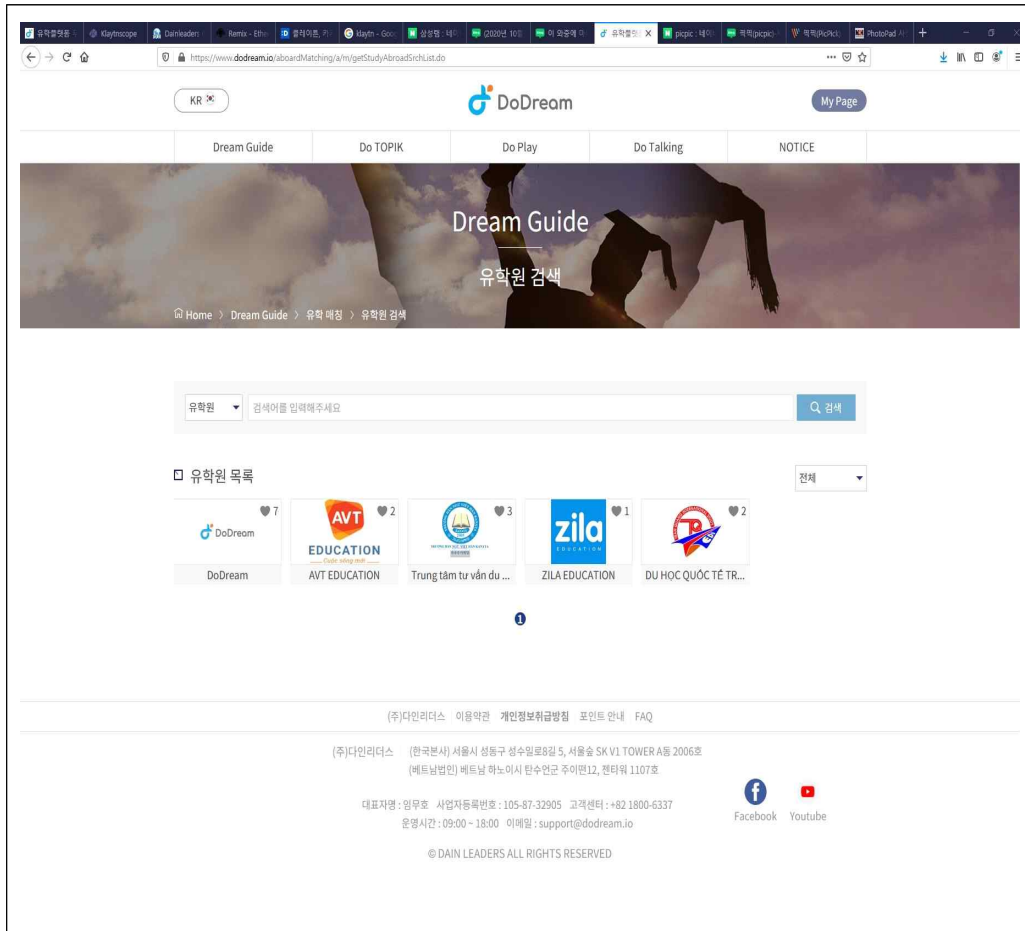
[그림 4-1] 유학생 조건 검색 사용자 화면

[그림 4-1]의 유학생 조건 검색 사용자 화면에서는 한국으로 유학을 희망하는 외국인 유학생이 현재 체류하고 있는 국가에서 플랫폼에 회원가입을 한후 외국인 유학생 본인이 가장 익숙한 언어인, 예를 들어서 베트남 유학생의 경우 베트남어를 선택하게 되면 베트남 유학생에게 맞는 어학연수 과정 또는 학위과정에 대한 맞춤 유학설계를 제공하는 화면을 베트남어로 볼 수 있으며, 맞춤 유학설계를 통하여 베트남 유학생이 원하는 조건들을 항목의 내용들에 대하여 진단지 처럼 선택을 하게 되면 그에 맞는 대학들을 추천해 준다.



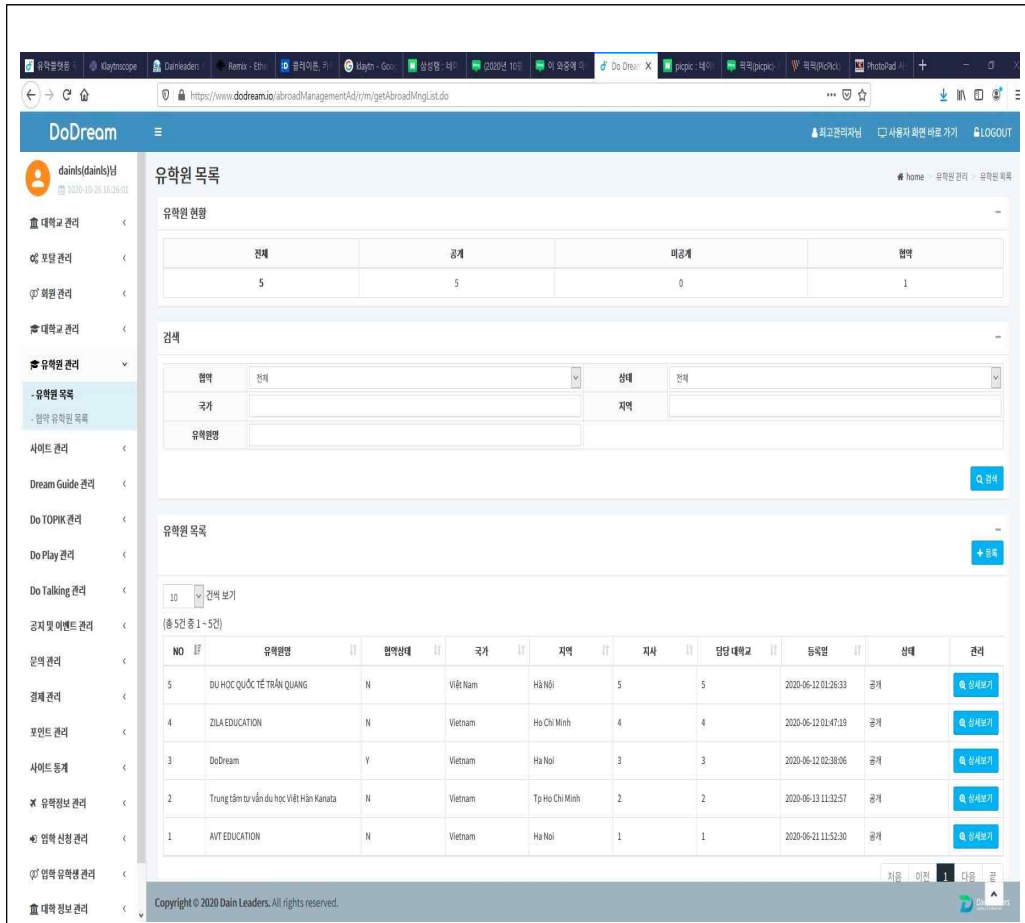
[그림 4-2] 대학교 검색 사용자 화면

[그림 4-2]의 대학교 검색 사용자 화면에서는 외국인 유학생이 희망하는 국내 대학들을 검색할 수 있으며 외국인 유학생은 ‘대학검색’이라는 메뉴를 통하여 원하는 대학이름을 검색 또는 원하는 입학과정 (어학연수, 학사과정, 석사과정, 박사과정)을 선택하여, 그에 맞는 유학과정 정보를 가진 대학들의 정보를 보여준다. 외국어는 외국인 유학생이 친숙한 언어인, 베트남어, 중국어 등으로 국내 대학 검색을 진행 할 수 있다.



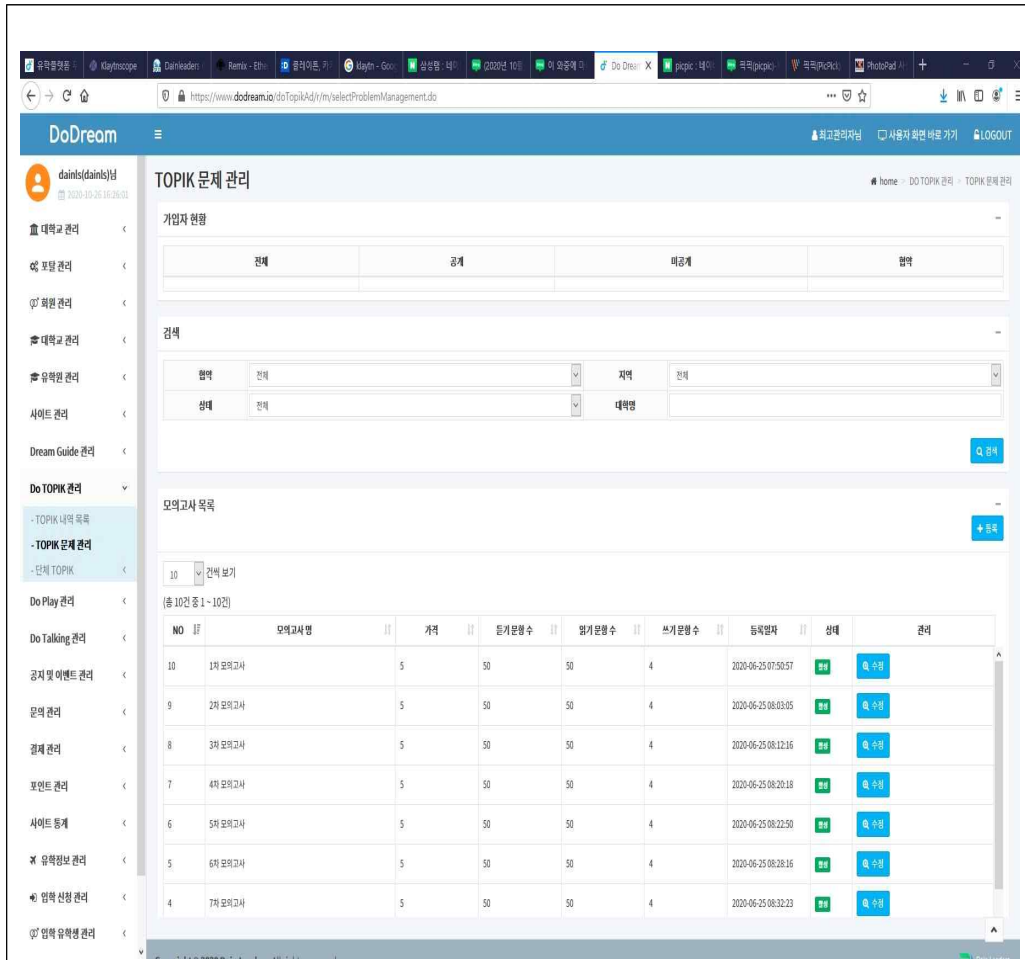
[그림 4-3] 유학원 검색 사용자 화면

[그림 4-3]의 유학원 검색 사용자 화면에서는 예를 들어서 베트남 유학생의 경우 현재 거주지가 베트남 호치민인 경우 본인의 거주지에 두드림 플랫폼과 협약된 유학원을 검색할 수 있으며, 검색한 유학원 정보를 통하여 한국 희망 대학교의 상세 정보를 획득할 수 있고 베트남 현지의 유학원에서는 한국 내 대학교의 상세정보를 보여주며, 위치 및 외국인 학생 모집정보에 대한 정보를 보여주고 이에 맞게 관심 등록을 하게 함으로써 대학의 좋아요 리스트를 구성하게끔 한다.



[그림 4-4] 유학원 검색 관리자 화면

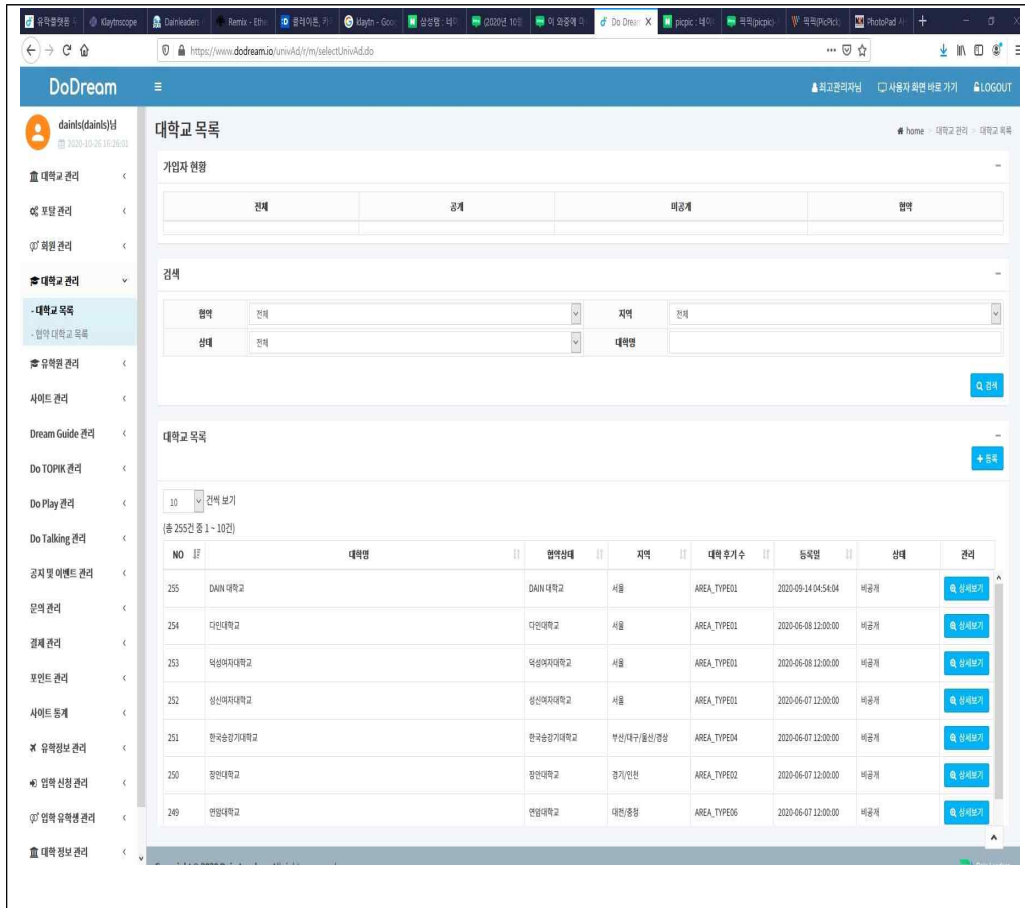
[그림 4-4]에서는 구현된 온라인 플랫폼의 관리자 화면을 보여주는 것으로 유학원 검색 관리자 화면에서는 유학원 목록은 두드림이 등록한 유학원 정보를 보여주며, 유학원과 협약을 통해 한국 대학의 정보를 보여주게 된다. 더불어, 외국인 유학생이 체류하는 국가의 해당 유학원이 담당하는 한국 대학들 리스트도 관리 할 수 있도록 목록화 하였으며, 입력되는 데이터의 검증은 블록체인 스마트계약을 통하여 검증할 수 있도록 구현되었다.



[그림 4-5] TOPIK²⁰⁴⁾ 문제관리 관리자 화면

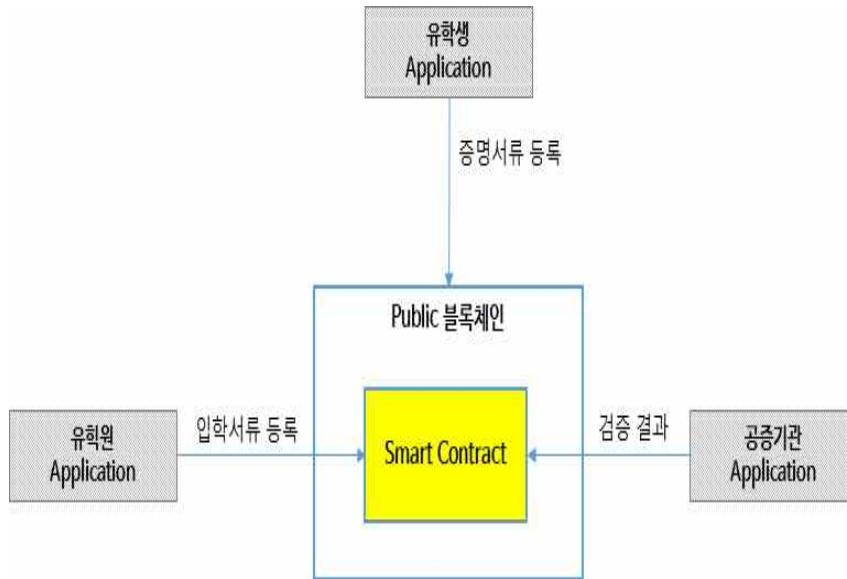
[그림 4-5]에서는 구현된 온라인 플랫폼의 관리자 화면을 보여주는 것으로 TOPIK(한국어 능력시험) 모의고사, 모의고사 내역, DoTopik 문제관리를 통해 DoTopik 문제를 생성 및 수정하며, 엑셀 업로드 방식으로 문제를 업로드 할 수 있도록 엑셀 양식의 편의성을 이용하여, 관리 편의성을 제공한다.

204) TOPIK: Test of Proficiency in Korea (한국어능력시험)



[그림 4-6] 대학교 검색 관리자 화면

[그림 4-6]에서는 외국인 전형 및 모집정보를 제공하는 대학교에 대한 리스트를 관리하여 상세정보까지 입력할 수 있도록 기능을 제공하고, 협약을 통해 대학교 검색, 유학생 조건 검색, 유학원 검색, 마이페이지, 대학교 정보 보기를 직접 관리 할 수 있도록 기능을 제공한다. 다시 요약하면, [그림 4-4], [그림 4-5], [그림 4-6]에서는 구현된 온라인 플랫폼의 관리자 화면을 보여주는 것으로 TOPIK(한국어능력시험) 모의고사, 모의고사내역, 대학교 검색, 유학생 조건 검색, 유학원 검색, 마이페이지, 대학교 정보 보기, 입학신청, 유학원 정보보기에 대한 관리가 가능하도록 사용자 화면과 관리자 화면을 확인 할 수 있다.



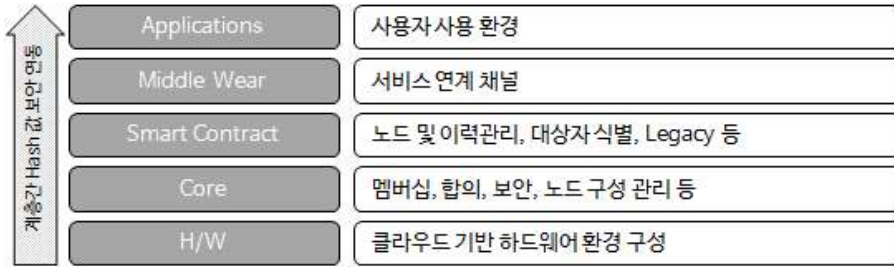
[그림 4-7] 다각도 검증을 위한 스마트 계약 구조

[그림 4-7]은 스마트계약 구조를 통한 외국인 유학생이 제출 예정인 증명서류를 유학원, 공증기관이 다각도로 검증할 수 있는 스마트계약을 적용하며, 외국인 유학생이 등록한 증명서류를 기반으로 유학원은 입학 절차에 필요한 추가 서류를 등록하고 증명서류는 퍼블릭(Public) 블록체인에 등록되고 대학은 검증 완료된 증명서류만 제공한다.²⁰⁵⁾²⁰⁶⁾

205) 아드리안 모트. (2016). 제대로 배우는 도커, 『비제이퍼블릭』. pp. 108-111.

206) 아카하네 요시히루, 아이케이 마나부. (2017). 『블록체인 구조와 이론』, 위키박스 출판. pp. 67-69.

2) 온라인 이력관리 시스템 및 인프라 구성



[그림 4-8] 온라인 이력관리 시스템 및 인프라 구성

[그림 4-8]에서는 구현하고자 하는 이력관리 온라인 플랫폼의 구조는 Applications, Middleware, Smart Contract, Core, H/W로 구성된다. Applications는 사용자가 직접 사용할 수 있는 기능을 의미하며, 사용자 정보 입력과 사용자 정보 조회 사용자 등록 등으로 구분된다. 사용자 정보입력은 데이터 연동, 수기입력 두가지 방식으로 정보를 입력 하게된다. [그림 4-7]과 같이 Application의 구조를 표시한다.²⁰⁷⁾²⁰⁸⁾



[그림 4-9] 이력관리 사용자 정보입력 구조

207) 소아람, 임희석. (2015). 온라인 학습 환경에서의 디지털 콘텐츠 평판도 측정 알고리즘. 『한국정보과학회 학술발표논문집』, pp. 1364-1366.

208) 이재홍. (2014). 『가장 빨리 만나는 Docker』, 길벗. pp. 15-23.

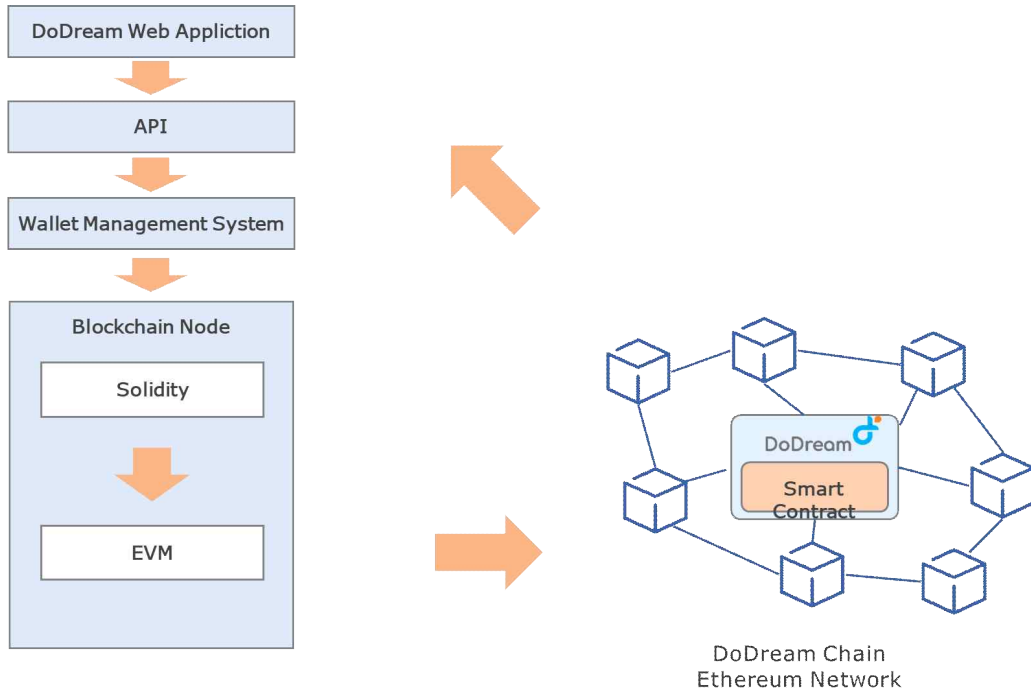
[그림 4-9]에서 보여지는 데이터의 연동은 제휴된 대학에서 현재 운영하는 대학 포털 및 기존에 구축된 시스템에서 이력항목에 자동으로 추가되는 기능이며 수기입력은 자신이 입력할 항목을 설정하고 관련 내용과 증빙자료를 모두 업로드 할 수 있는 기능이다. 모든 항목은 무한대로 늘어날 수 있으며, 증빙과 이력이 한꺼번에 저장된다. 사용자 정보 조회는 이력서 정보 조회, 위·변조 감별 두 가지 방식으로 조회하며 이력서 정보 조회는 사용자의 이력서를 조회 할 수 있는 기능으로 각 사용자에게 발급된 노드의 Key를 바탕으로 정보를 조회할 수 있으며, 노드에서 제공하는 스냅샷²⁰⁹⁾ 기능을 제공해 현재 시점의 정보를 고정적으로 Key 형태로 조회할 수 있다. 위·변조 감별의 경우 사용자의 이력서 및 입력된 모든 항목은 고유한 Hash 값 형태로 고유하게 지칭되어 있으며, 관련 Key를 검증하는 것만으로도 입력된 정보의 위·변조 여부를 확인할 수 있다. Middleware는 DApp(Decentralized Application의 약어로 탈중앙화된 애플리케이션)의 형태로 블록체인을 활용한 서드파티(Third Party)로 외부개발 확장성을 지원한다. DApp과 스마트계약 간의 연동은 API(Application Programming Interface: 애플리케이션 소프트웨어를 구축하고 통합하기 위한 정의 및 프로토콜) SDK(Software Development Kit: 소프트웨어 개발도구 모음)를 통해서 지원한다.²¹⁰⁾ REST(Representational State Transfer)아키텍처 스타일의 API를 디자인 하며, 이를 통해 HTTP를 활용한 JSON장비의 비저장 요청 모델링으로 구현한다. PKI(공개키)를 활용한 비대칭키 암호화 프레임워크 FIDO 2.0(Fast Identity Online)를 활용한 접속인가를 활용해 표준화되고 안정된 시스템 운영 및 연동을 지원한다. 스마트계약을 통한 위협 감소 및 사용자 인증(Authentication) : FIDO 2.0 기반의 클라이언트에 발급된 공개키와 비공개키의 조합을 통해 사용자를 인가하고 발급된 API Key를 통해서 실제 사용 권한을 조회 하는 2중 인가 시스템 형태로 구현한다.²¹¹⁾²¹²⁾

209) DB에서 제공하는 읽기 전용 정적 View로 만든 시점의 데이터베이스의 트랜잭션과 인스턴스가 일치

210) 배석민, 양성률, 정재진. (2019). 인터넷 허위통신 신고의 증거물 보존을 위한 프라이빗 블록체인 시스템 제안. 『융합정보논문지』, 9(11). pp. 15-21.

211) A. Oussous, F. Benjelloun, A. A. Lachen, and S. Belfkih. (2015). Comparision and classification of nosql databases for big data, Proceedings of International Conference on Big Data, Cloud and Application, Vol. 2.

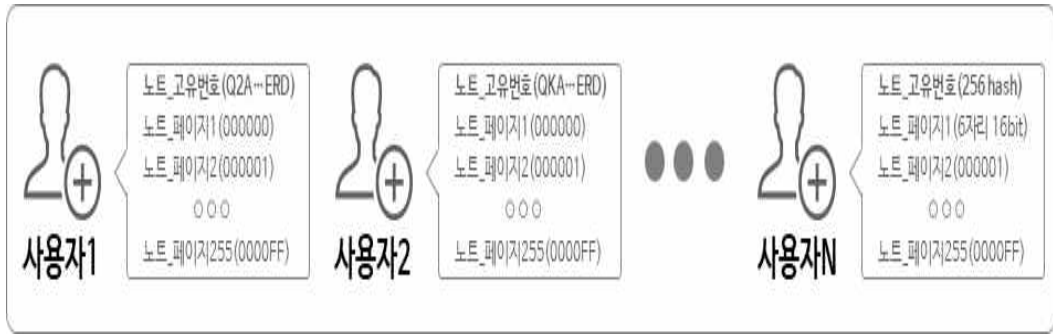
[그림 4-10]에서는 이력관리 스마트계약 구조를 나타낸다.



[그림 4-10] 이력관리 스마트계약 구조

Application 단계에서 발생한 Insert/Delete/Update에 대한 명령을 API와 Wallet을 거쳐 전달하고 Solidity에서 컴파일하여 EVM에 전달하고 EVM은 전달받은 바이트코드를 치환하여 블록 노드를 통해 Network상의 스마트 계약(Smart Contract) 코드를 통해 이벤트를 발생시킨다. 모든 이벤트 및 노드 모니터링은 사용자의 모든 행위(조회, 삭제, 추가 등)는 고유 Hash값과 블록의 Line의 값으로 기록되어 모든 이벤트를 추적·관리한다. 합의 과정 제어에서는 사용자의 정보를 등록하고 분산형 DB에 저장하기 위한 모든 합의 과정의 모든 부분에서의 라인 등록 주기, 노트의 크기, 신뢰 멤버 등을 관리·감독하여 사용자 정보를 검증 저장하는 블록체인을 구현한다.

212) H. Khazaei, M. Fokaefs, S. Zareian, N. Beigi-Mohamma, B. Ramprasad, M. Shtem, P. Gaikwad, and M. Litoiu. (2016). How do I choose the right NoSQL solution ? A comprehensive theoretical and experimental survey, Big Data and Information Analytics (BDIA), Vol.2, pp.1.

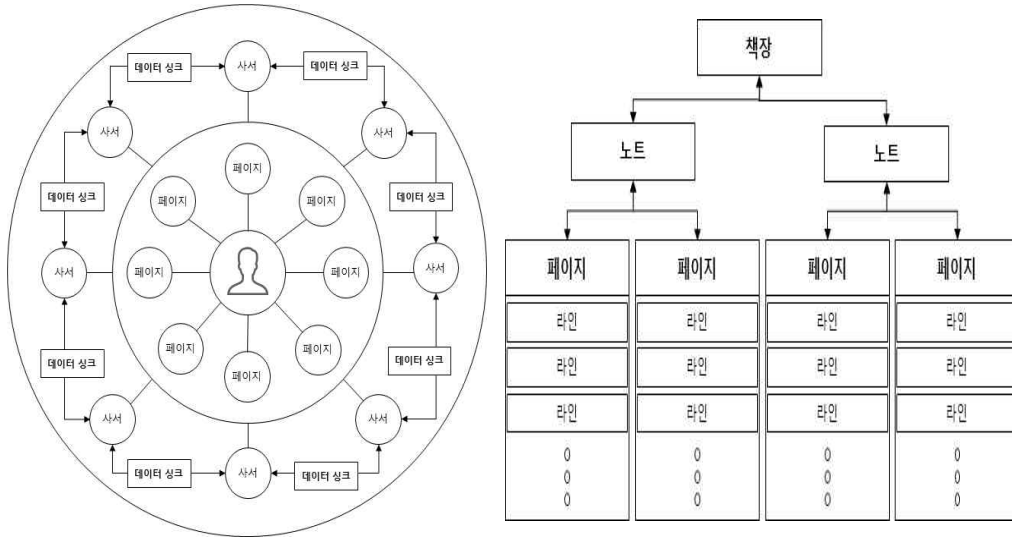


[그림 4-11] 두드림 데이터의 구성

※ 책장: 대학, 노트 :외국인 유학생, 페이지: 외국인 유학생 검증서류, 라인(이력검증-Chain)

※ [그림 4-11]: 책장의 사용자별 노트의 구성과 각 페이지의 고유번호 표현 방법

두드림의 데이터 구성을 사물에 비유하여 표현한다면, [그림 4-11]에서는 책장(대학)은 각 대학의 정보로 사용자가 등록한 대학의 정보 중 첫 번째의 페이지에 기록되는 정보이며, 노트(외국인 유학생)은 개인에게 부여되는 독립된 저장소를 의미하며 노트에는 Hash코드로 구성된 각각의 고유 번호가 있으며, 이는 모든 페이지와 라인의 기록에 종속된다. 페이지(외국인 유학생 검증서류)는 개인의 모든 입력항목은 페이지라는 형태로 저장되어 지며, 항목을 의미한다. 항목으로 등록될 수 있는 것의 예시는 외국인 유학생 입학허가와 관련되는 서류와 증명자료 등이 있다. 라인(항목 내용)은 각 페이지에 종속되는 값으로 실제 페이지를 검증할 수 있는 자료와 각 페이지를 조회한 이력을 기록하는 저장소이다. 각 대학별로 책장을 구성하고 신청한 사용자에게 노트(256자리 Hash Code로 유일값-위·변조 불가능)라는 자신만의 저장소를 제공하며, 제공된 노트의 저장 방식은 블록체인 방식의 분산 연결형 DB구조로 구성한다.



[그림 4-12] 두드림체인의 개념도

[그림 4-12]에서는 사용자의 노트를 개별로 인지하는 방법은 노트의 고유 번호와 노트의 페이지 그리고 각 라인의 고유 값을 Header로 16byte의 종결 코드를 붙인 한 쌍의 오류 검출 코드를 갖고 있는 것을 개별 노트 및 페이지로 구성한다.



[그림 4-13] 블록체인 구조

[그림 4-13]에서는 하나의 블록의 구성요소는 모두 Hash의 덩어리로 구성되어 실제의 값을 찾기 위해서는 Hash 값을 분석해 DB에 저장되어있는 실제 값을 찾아 확인할 수 있는 구조이다. 모든 블록의 내용을 Hash로 처리해 블록 일부만을 가지고 기존의 값을 유추하는 것은 불가능하며, 모든 Hash의 값을 알고 복호화해야 자료 확인이 가능하다. Hash CRC32를 활용한 모든 데이터를 정형화한다. 모든 노트간의 연관관계를 처리하기 위한 합의 알고리즘인 PBFT(Practical Byzantine Fault Tolerance_1999년 Miguel Castro와 Barbara Liskov의 논문)에 처음 제시된 개념으로 악의적인 공격에 대항할 수 있는 모든 노드와의 통신을 통해서 검증을 하는 대표적인 합의 알고리즘)²¹³⁾ 확장형 합의 알고리즘을 기반으로 신뢰 가능한 확정 대상에게 두번의 브로드캐스트 과정을 이용해 비잔틴 리더 및 비잔틴 검증 노드가 네트워크 분기를 위해 이상한, 혹은 임의의 메시지를 보내도 네트워크의 모든 노드는 같은 메시지를 가질 수 있게²¹⁴⁾ 하며, 모든 이벤트에 대한 검증이 가능하다. 모든 대상자를 스마트계약(Smart Contract)을 통해서 이미 멤버를 관리하고 있기에 확정 대상에게 두번의 브로드캐스트 과정만으로 합의를 판단한다. 클라우드 서비스 기반의 H/W로 시스템 프로토타입의 경우 VM(Virtual Machine)웨어를 활용한 클라우드 서비스를 통해서 시스템 노드와 관련된 사항을 구성한다. 사용자가 자신의 정보를 입력할 수 있는 서비스 프로토타입 구현(S/W), 입력한 정보의 위·변조를 검증하고, 원본 데이터를 확인할 수 있는 서비스 프로토타입 구현(S/W), DApp을 지원하는 Middleware 구현(S/W), 사용자의 정보를 저장 및 검증하는 Private 블록체인을 구현(S/W)한다.

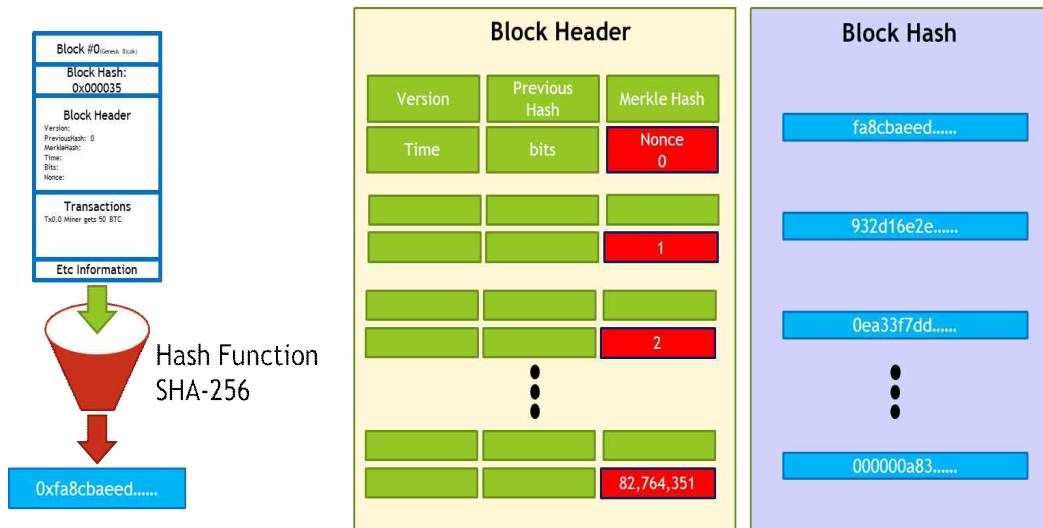
213) D. Angelis, S. Aniello, L. Baldoni, R. Lomardi, and F. Margheri. (2018). PBFT vs proof-of authority: applying the CAP theorem to permissioned blockchain, Italian Conference on Cyber Security. pp. 11.

214) <https://blog.naver.com/kimkim615/221197590848>

[표 4-1] 온라인 플랫폼 시스템 운영환경

소프트웨어 정보		
운영체제	서버	Ubuntu LTS 18.04 64bit
	클라이언트	Ubuntu LTS 18.04 64bit
특이사항 (제품구동 요구사항)	서버	하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성필요, VirtualBox 환경
	클라이언트	하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성필요
하드웨어 정보		
하드웨어 사양	서버	CPU: i5-6400 2.70GHz, RAM: 16GB, SSD:120GB+HDD:1TB CPU: i5-6400U 2.40GHz, RAM: 8GB, HDD: 500GB
	클라이언트	CPU: i5-6400, RAM: 8GB, HDD: 1TB
네트워크 환경	TCP/IP환경, Local Network 환경(500Mbps : KT회선)	
기타 환경	VirtualBox 환경, 하이퍼레저 패브릭 환경	
기타사항		
- Windows10 Home(64bit) 에서 VirtualBox로 Ubuntu lts 18.04(64bit)를 설치하여 구 동하고 있음		

[표 4-1]에서는 온라인 플랫폼의 시스템 운영환경을 S/W, H/W 측면에서 보여준다. 두드림은 현재 이더리움을 기반으로한 프라이빗과 퍼블릭이 혼용된 하이브리드형 블록체인을 사용하고 있으며, PoW(Proof of Work: 작업증명)의 알고리즘을 사용하고 있다. PoW는 해시연산을 처리하는 하드웨어(GPUL: Graphic Processing Unit, ASIC: Application Specific Integrated Circuit 채굴기)등을 사용해서 증명하는 방식으로 생성하기 어렵고(비용이 많이들고, 시간이 많이 소요되는) 다른 사람들이 검증하기 쉽고 특정 요구사항을 충족하는 데이터 조각이다. 비트코인에서는 블록 해시의 요구사항을 충족하는 블록헤더에서 논스(nonce)값을 찾는 것을 의미한다. [그림 4-14]는 작업증명(Pow: Proof of Work)방식 처리 흐름도를 보여준다.



[그림 4-14] 작업증명(PoW)방식 처리 흐름도

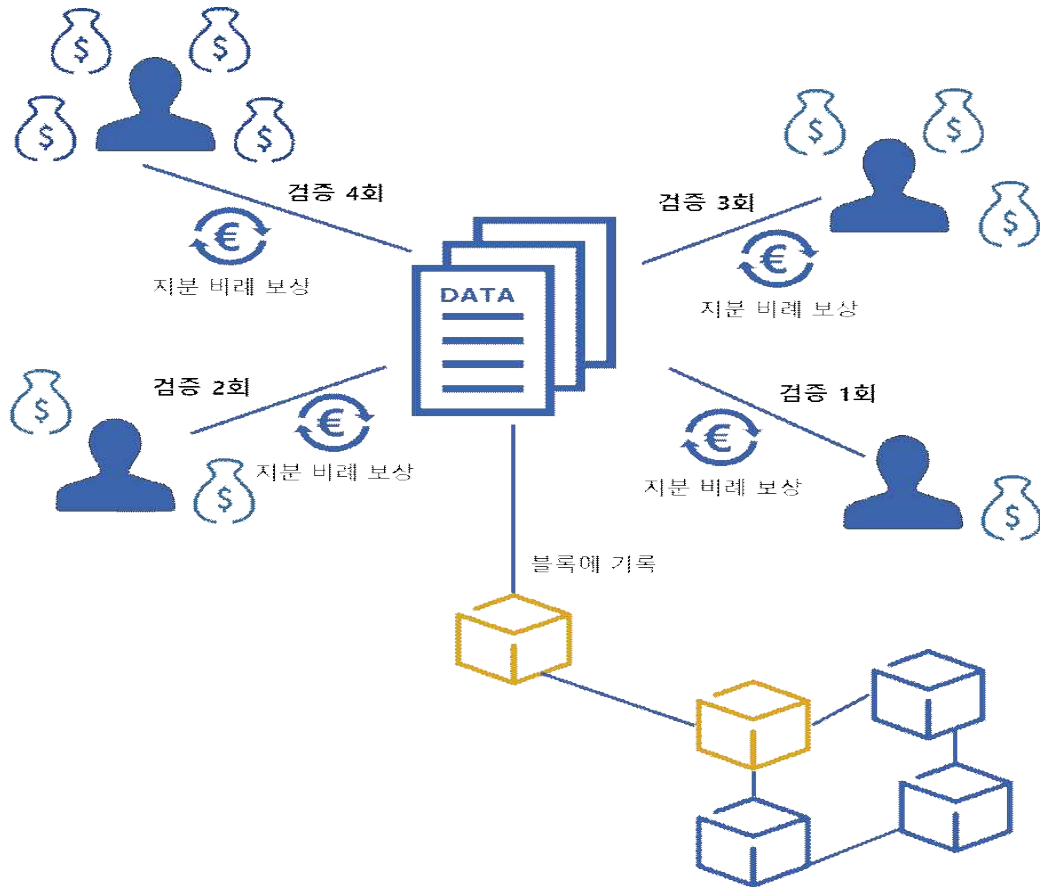
지분증명(Proof of Stake)은 작업증명(Proof of Work)의 단점을 극복하기 위한 알고리즘²¹⁵⁾ 중 하나이며 블록체인 기술에서 일반적으로 사용되는 합의 프로토콜 중 하나로써, 참여자의 코인 지분을 기준으로 블록을 생성하므로 해시 파워가 많이 필요하지 않아서 경제적이다.²¹⁶⁾ PoS(Proof of Stake: 지분증명)는 [그림 4-15]처럼 탈중앙화를 지향하면서 훨씬 적은 전기 사용량을 필요로 하기 때문에 우수한 합의 프로토콜로 간주되며, 네트워크를 유지하기 위해 채굴자에게 더 많은 인센티브를 부여하는 수단으로 너무 많은 새로운 코인을 발급해야할 필요성이 적다.²¹⁷⁾ 이것은 특정 코인의 가격을 안정하게 유지하는데 도움이 된다.²¹⁸⁾ 또한, PoS는 비잔틴 결함

215) Y. Abubakar, T.S. Adeyi, and I. G. Auta. (2014). Performance evaluation of NoSQL systems using YCSM in a resource austere environment, Performance Evaluation, Vol. 7, No. 8, pp.23-27.

216) A. Oussous, F. Benjelloun, A. A. Lachen, and S. Belfkih. (2015). Comparision and classification of nosql databases for big data, Proceedings of International Conference on Big Data, Cloud and Application, Vol. 2.

217) H. Khazaei, M. Fokaefs, S. Zareian, N. Beigi-Mohamma, B. Ramprasad, M. Shtem, P. Gaikwad, and M. Litoiu. (2016). How do I choose the right NoSQL solution ? A comprehensive theoretical and experimental survey, Big Data and Information Analytics (BDIA), Vol.2, pp. 11.

(BFT:Byzantine Fault Tolerance, 비잔틴 장군의문제)²¹⁹⁾ 허용문제를 해결하는 데 특히 적합하여, 지갑주소의 신원을 알고 있으므로 개별 신원을 추적하면 기능적 상태를 유지하는데 도움이 된다.²²⁰⁾

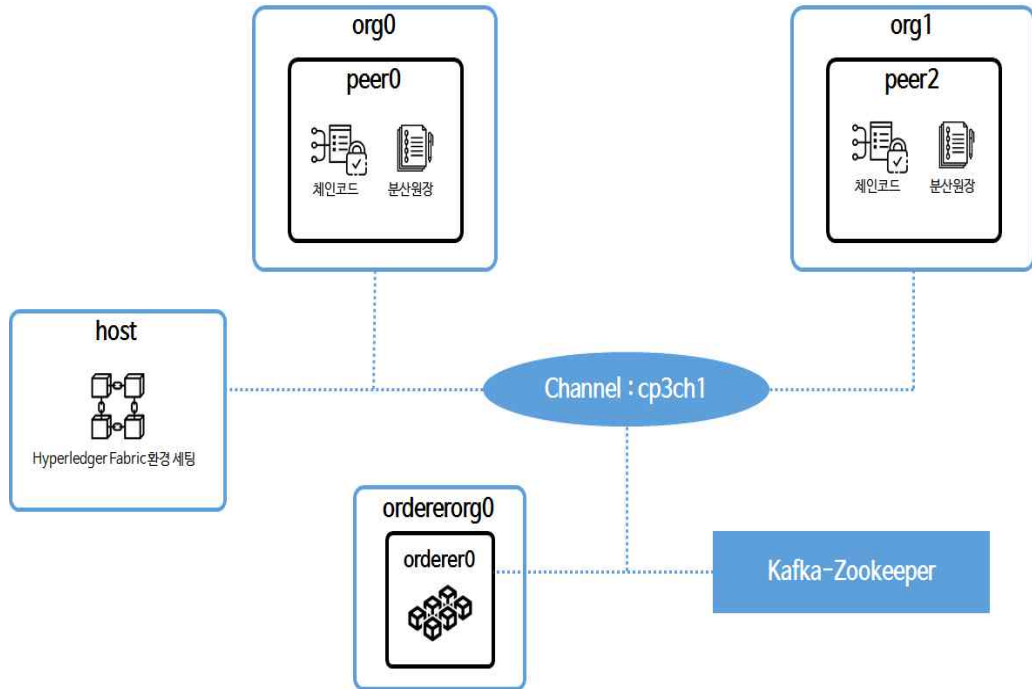


[그림 4-15] 지분증명(PoS)방식 처리 흐름도

218) <https://blockgeeks.com/guides/proof-of-work-vs-proof-of-stake/>

219) 동맹군안에 배신자가있을 때, 적진에 공격할 경우 동맹군 신뢰에 대한 실제 비잔틴제국 사건을 바탕으로 만들어진 용어

220) S. Shahab and Z. Allam. (2020). Reducing transaction costs of tradable permit schemes using Blockchain smart contracts. A Journal of urban and regional policy, Vol. 51, pp. 302-308.

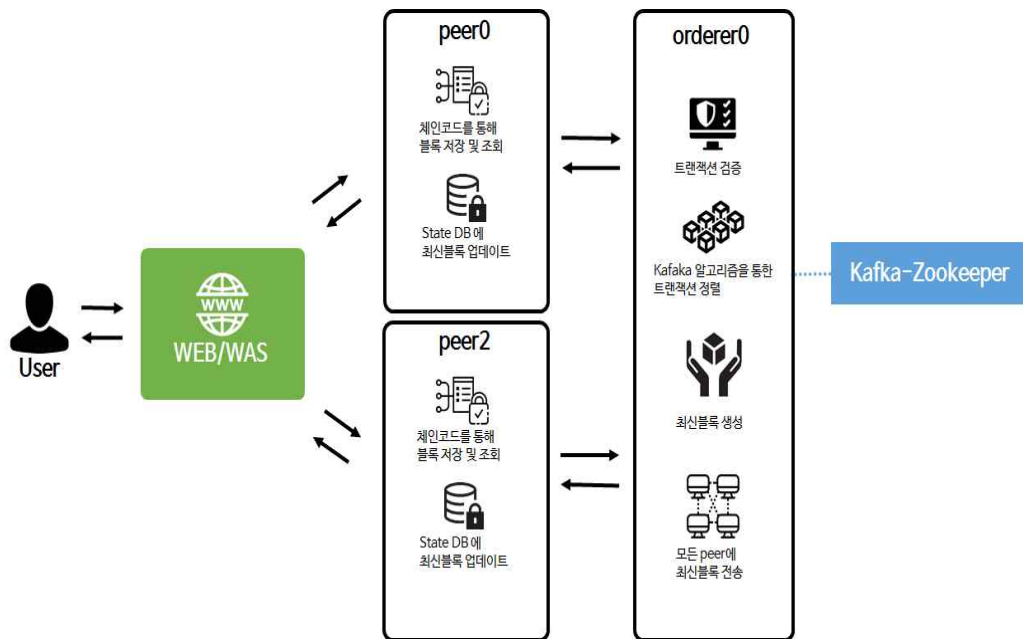


[그림 4-16] Hyperledger Fabric 구성도

[그림 4-16]에서는 각 5개의 노드는 ‘cp3ch1’이라는 채널로 묶여있다. host 노드의 역할은 hyperledger fabric²²¹⁾ 네트워크의 전체적인 환경설정과, 각 채널별 체인코드를 수정/배포하는 역할을 하고 있다. peer0, peer2 노드는 실제로 체인코드 파일과 hyperledger fabric에서 발생하는 블록의 분산원장을 가지고 있다. client는 peer0이나 peer2 노드를 통해 배포되어 있는 체인코드를 이용하여 데이터를 저장 및 조회 할 수 있다. orderer노드는 peer0이나 peer2 노드를 통해 블록에 데이터를 저장할 때 필요한 합의 프로세스를 위한 노드²²²⁾이다. kafka-zookeeper 노드는 orderer 노드에서 합의 프로세스를 진행하기 위해 kafka-zookeeper라는 알고리즘을 사용하는데 그 처리를 위한 노드이다.

221) A. Manuskin, M. Mirkin, and I. Eyal. (2020). Secure Blockchain Scaling by Node Sharding, IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops, pp. 143-150.

222) http://withmigrants.org/xe/data_01/2856pp.



[그림 4-17] 트랜잭션 처리 흐름도

[그림 4-17]에서는 전체적인 트랜잭션의 흐름은 user가 블록데이터 조회라는 트랜잭션을 웹사이트를 통해 발생시키면 웹사이트는 peer0 이나 peer2에게 트랜잭션을 요청한다. peer0 이나 peer2는 내부에 배포되어있는 체인코드 로직에 의해 받은 트랜잭션을 체인코드를 통해 블록저장 및 조회하며 state DB에 최신 블록업데이트를 처리한다. 트랜잭션 처리를 위해 발생한 모든 트랜잭션은 orderer 노드로 보내지며 orderer 노드는 받은 모든 트랜잭션을 검증한뒤 kafka 알고리즘을 이용하여 하나로 트랜잭션을 정렬하고 정렬된 트랜잭션들을 저장한 최신 블록을 생성하여 모든 peer 노드에 전송한다. peer 노드들은 orderer 노드로부터 받은 최신 블록정보를 각자의 state DB에 업데이트 하고 요청한 트랜잭션의 결과를 client 웹서버로 전달한다. 전달된 내용은 user가 블록데이터 조회라는 트랜잭션의 결과값을 볼 수 있는 것으로 사용자가 트랜잭션을 발생시킬 때마다, 각 노드간의 역할에 따라서 순서대로 트랜잭션이 처리되고 결과값은 client 웹서버로 회귀하게 된다.

3) 시스템 성능지표

구현된 외국인 유학생 온라인 플랫폼의 실험항목 및 정의를 아래와 같이 분류 하였다.

가) TPS (Transaction Per Second)는 서버에 사용되는 평가 기준으로 초당 처리할 수 있는 트랜잭션의 양을 정의하는 것으로 현재 $TPS = \text{최근 블록에 담긴 트랜잭션수} / \text{블록 생성시간}$ 으로 정의할 수 있으며 Private 기반 블록체인의 BMT(Benchmark Test: 일반적인 성능 테스트와 달리 실존하는 서버를 사용해서 성능을 측정하고 테스트 결과를 바탕으로 평가 내리는 방식)는 실제 이론상의 속도와 구현상의 속도가 현저하게 차이 날 수 있으며, 실제로 IBM의 하이퍼레저 기술의 문서상 공식 속도는 1,000 TPS이나 BMT결과 60 TPS 정도에 불과하며 하나의 블록에 암호화 하고 복호화해야 할 트랜잭션의 수가 최소 4배 이상이 요구됨으로 10 TPS 이상 구현될 경우 실제 세계 최고 수준에 가까운 것으로 볼 수 있다.

나) 성공률은 중국의 화웨이(Huawei)에서 개발한 블록체인 BMT 톨(Hyperledger Caliper)²²³⁾을 활용한 Node의 실제 구성의 성공률을 보며, hard fork²²⁴⁾ 발생 여부를 확인해 시스템의 안정성을 표현하는 지표이며, 성공률이 높아지면, 시스템의 TPS 및 리소스 사용 감소와 직접 적으로 연관되는 지표이다.

다) 리소스 소비는 시나리오를 세가지로 구성하고 이를 통해서 실제 블록체인이 등록되고 이를 활용하기 위해서 사용되는 필요 리소스이며 가령 사용자가 정보 1회를 등록하는 경우 또는 입력 정보의 수정 또는 입력 정보의 삭제에 해당하며, 측정방법은 시스템이 Ready 상태에서의 리소스 사용률과

223) C. Kumarasinghe, K. Liyanage, W. Maduhanka, and R. Mendis. (2016). Performance Comparison of NoSQL Databases in Pseudo Distributed Mode: Cassandra, MongoDB & Redis.

224) Hard Fork : 이전의 흐름을 확인할 수 없는 정도의 변형이 일어난 것으로 Node의 구성을 파악할 수 없을 정도의 변형

실제 케이스별로 사용률 증가량을 측정한다.

(리소스 소비 = Run 사용률-Ready 사용률)

라) 탐지율은 임의의 중복된 증빙을 등록할 때 본인 외에는 등록이 불가능하도록 하여 먼저 등록된 본인의 증빙만 등록되며 나머지 등록 요청을 거부하는 비율로 본인의 정보만 등록가능 하도록 하여 정보의 신뢰성을 확보하는 중요한 지표이다.²²⁵⁾²²⁶⁾

아래 [표 4-2]는 실험 항목들에 대하여 실험조건과 방법을 기술하였다.

[표 4-2] 온라인 플랫폼 시스템 성능지표 실험

항 목	내 용
TPS	<사전 조건> - 부하를 생성하는 JMeter Script가 준비된다. - peer0, peer 2, orderer, kafka_zookeeper 노트가 실행되어 있어야 한다. - WEE/WAS 서버가 정상적으로 실행되고 있어야 한다.
	<실험 방법> 1) JMeter를 실행하고 JMeter Script를 불러온다. 2) JMeter의 부하조건을 동시 사용자수 50명, 반복 횟수 10번으로 설정하고 부하를 발생시킨다. 3) 3개의 JMeter Script에 대해 5회씩 반복수행하고 평균 TPS가 10TPS 이상인지 확인한다.

225) A. Gandini, M. Gribaudo, W. J. Knottenbelt, R. Osman, and P. Piazzolla. (2014). Performance Evaluation of NoSQL Databases. Lecture Notes in Computer Science, No. 8721.

226) A. Nayak, A. Poriya, and D. Poojary. (2013). Type of NOSQL Databases and its Comparison with Relational Databases, International Journal of Applied Information System, Vol. 5, No. 4.

항 목	내 용
성공률	<사전 조건> - 부하를 생성하는 JMeter Script가 준비된다. - peer0, peer 2, orderer, kafka_zookeeper 노드가 실행되어 있어야 한다. - WEE/WAS 서버가 정상적으로 실행되고 있어야 한다. - 사전에 선행실험을 진행하여야 한다. - 데이터가 저장된 로그가 기록된 파일을 확인할 수 있어야 한다.
	<실험 방법> 1) Peer2 노드에 터미널로 접속한다. 2) 다음의 경로를 이동하여 Peer2의 로그 파일을 확인 3) 로그 파일을 통해 Commit된 트랜잭션의 개수를 확인 4) 3개의 JMeter Script에 대해 5회씩 반복 수행하여 발생시킨 트랜잭션들이 블록에 90% 이상 저장되었는지 확인
리소스 소비	<사전 조건> - 부하를 생성하는 JMeter Script가 준비된다. - peer0, peer 2, orderer, kafka_zookeeper 노드가 실행되어 있어야 한다. - WEE/WAS 서버가 정상적으로 실행되고 있어야 한다.
	<실험 방법> 1) Peer2 노드에 터미널로 접속한다. 2) 'vmstat 1' 명령어를 통해 부하 발생 전 평균 리소스 사용률을 확인한다. 3) JMeter를 실행하고 JMeter Script를 불러온다. 4) JMeter의 부하 조건을 동시 사용자 수 50명, 반복 횟수 10번으로 설정하고 부하를 발생시킨다. 5) 'vmstat 1' 명령어를 통해 부하 발생 시 평균 리소스 사용률을 확인한다.

항 목	내 용
리소스 소비	6) 3개의 JMeter Script에 대해 5회씩 반복 수행하고, 부하 발생 시 평균 리소스 사용률이 부하 발생 전 평균 리소스 사용률 대비 10% 이하로 사용하는지 확인한다.
탐지율	<사전 조건> - 부하를 생성하는 JMeter Script가 준비된다. - peer0, peer2, orderer, kafka_zookeeper 노드가 실행되어 있어야 한다. - WEE/WAS 서버가 정상적으로 실행되고 있어야 한다. - 사전에 선행실험을 진행하여야 한다. - 저장된 데이터를 조회하는 스크립트가 준비된다.
	<실험 방법> 1) Host 노드에 터미널로 접속한다. 2) 'query.sh' 스크립트를 실행하여 블록에 저장된 데이터를 조회한다. 3) 조회된 데이터가 1건인지 확인한다. 4) 3개의 JMeter Script에 대해 5회씩 반복 수행하고 중복 데이터 탐지 성공률이 90%이상인지 확인한다.

[표 4-2]의 온라인 플랫폼 시스템 성능지표 실험에서는 실험항목 (TPS, 성공률, 리소스 소비, 탐지율)에 대하여 실험 사전조건과 실험방법을 설명하고 실험목표를 제시하였다.²²⁷⁾²²⁸⁾²²⁹⁾²³⁰⁾

227) J. Bernardino. (2013). NoSQL databases: Mongo DB vs cassandra. Proceedings of the International Conference on Computer Science and Software Engineering.

228) E. Barbierato, M. Gribaudo, and M. Iacono. (2014). Performance evaluation of NoSQL big-data application using multi-formalism models. Future generations computer systems, Vol. 37.

229) J. Bonneau et al. (2015). SoK: Research Perspective and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies,” in 36th IEEE Symposium on Security and Privacy, May 18–20.

230) E. Schmidt and M. Cohen. (2013). The New Digital Age, Reshaping the Future of People, Nations and Business: pp. 1–35.

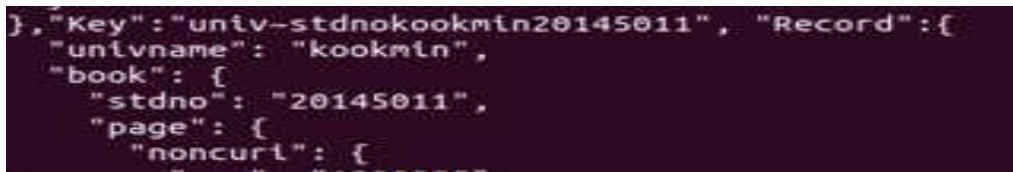
```
func (s *SmartContract) createBook(APIStub shim.ChaincodeStubInterface, args []string) sc.Response {

    if len(args) != 10 {
        return shim.Error("Incorrect number of arguments. Expecting 10")
    }

    var bookcase = Bookcase{Univname: args[0],
        Book: Book{Stdno: args[1],
            Page: Page{Noncuri: Noncuri{Seq: args[2], Name: args[3], Date: args[4], Point: args[5], Diag: Diag{Seq: args[6], Name: args[7], Date: args[8], Point: args[9]}}}}}
}
```

[그림 4-18] 체인 소스코드 화면

[그림 4-18]에서는 createBook이라는 함수를 통해 블록에 데이터를 저장할 수 있으며 저장되는 데이터는 bookcase(책장) > book(책) > page(페이지) 라는 미리 정의된 구조체 형식에 맞게 세팅되어 저장된다.



```
{, "Key": "univ-stdnokookmin20145011", "Record": {
  "univname": "kookmin",
  "book": {
    "stdno": "20145011",
    "page": {
      "noncurl": {
```

[그림 4-19] 블록저장 화면

[그림 4-19]에서는 bookcase라는 하나의 구조체에 key값과 record(value)값이 저장되고 record안에는 book과 page라는 구조체가 각각 정의되어 있고 그 안에 형식에 맞는 데이터들이 저장되어 있는 걸 확인할 수 있다.²³¹⁾²³²⁾²³³⁾²³⁴⁾

231) E. Gribaudo, M. Iacono. (2014). Performance evaluation of NoSQL big-data application using multi-formalism models. Future generations computer systems, Vol. 37.

232) L. Umek, A. Aristovnik, N. Tomazevic & D. Kerzic. (2015). Euraisa Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11(6), pp. 1495-1505.

233) H. KHazaei, M. Fokaefs, S. Zareian, N. Beigi-Mohammad, B. Ramprasad, M. Shtern, P. Gaikwad, and M. Litoiu. (2016). How do I choose the right NoSQL solution? A comprehensive theoretical and experimental survey, Big Data and Information Analytics (BDIA), Vol. 2, pp. 21-34.

234) C. Kummarasinghe, K. Liyange, W. Madushanka, and R. Mendis. (2016). Performance Comparison of NoSQL Database in Pseudo Distributed Mode: Cassandra, Mongo DB & Redis.

```

파일(F) 편집(E) 보기(V) 검색(S) 터미널(T) 도움말(H)

2019-03-28 16:51:56.342 KST [ENDORSER] CALLCHAINCODE -> INFO 691 [[7886D67B] ENTRY CHAINCODE NAME:"CSCC"
2019-03-28 16:51:56.345 KST [ENDORSER] CALLCHAINCODE -> INFO 692 [[7886D67B] EXIT CHAINCODE NAME:"CSCC" (2MS)
2019-03-28 16:51:56.369 KST [ENDORSER] CALLCHAINCODE -> INFO 693 [CPS3CH1][ID060722] ENTRY CHAINCODE: NAME:"CPS3CC"
2019-03-28 16:51:56.373 KST [ENDORSER] CALLCHAINCODE -> INFO 694 [CPS3CH1][ID060722] EXIT CHAINCODE: NAME:"CPS3CC" (3MS)
2019-03-28 16:51:57.406 KST [GOSSIP/PRIVDATA] STOREBLOCK -> INFO 695 [CPS3CH1] RECEIVED BLOCK [17] FROM BUFFER
2019-03-28 16:51:57.415 KST [COMMITTER/TXVALIDATOR] VALIDATE -> INFO 696 [CPS3CH1] VALIDATED BLOCK [17] IN 5MS
2019-03-28 16:51:57.502 KST [KVLEDGER] COMMITWITHPYTDATA -> INFO 697 [CPS3CH1] COMMITTED BLOCK [17] WITH 1 TRANSACTION(S) IN 85MS
(STATE_VALIDATION=0MS BLOCK_COMMIT=75MS STATE_COMMIT=6MS)
2019-03-28 16:51:59.595 KST [ENDORSER] CALLCHAINCODE -> INFO 698 [CPS3CH1][883FF38F] ENTRY CHAINCODE: NAME:"CPS3CC"
2019-03-28 16:51:59.597 KST [ENDORSER] CALLCHAINCODE -> INFO 699 [CPS3CH1][883FF38F] EXIT CHAINCODE: NAME:"CPS3CC" (1MS)
2019-03-28 16:51:59.599 KST [DEV-ORG1-PEER2-CPS3CC-1.0] FUNC2 -> INFO 69A RESULT : [123 10 32 32 34 117 110 105 118 110 97 109 1
01 34 58 32 34 107 111 111 107 109 105 110 34 44 10 32 32 34 98 111 111 107 34 58 32 123 10 32 32 32 32 34 115 116
123 10 32 32 34 117 110 105 118 110 97 109 123 10 32 32 34 117 110 105 118 110 97 109 142 123 10 32 32 34 117 110 105
118 110 97 109 142 01 34 58 32 34 107 111 111 107 109 105 110 34 44 10 32 32 34 98 111 111 107 34 58 32 123 10 32 32
32 32 32 34 115 116 100 34 44 10 32 32 ]

```

[그림 4-20] 블록생성 화면

[그림 4-20]에서는 블록생성 화면을 보여 주는 것으로 committedblock [17] with 1 transaction(s) in 85ms (state_validation=0ms block_commit=75ms state_commit=6ms) 라는 로그를 통해 1개의 트랜잭션이 17번째 블록에 정상적으로 저장되었고 총 소요시간은 85ms 가 걸렸다는걸 확인 할 수 있다.

KNU

국민대학교 K-Star Track

관리자

유미 관리자님 접속을 환영합니다.

학생 사이트

로그아웃

전단 관리

나의 바인 관리

비교과 프로그램 관리

비교과 프로그램 관리

참여 학생 관리

만족도 조사 관리

상단 관리

채용 공고

취창업 활동 지원

학생 지원 관리

인증 및 증명서 관리

게시판 관리

비교과 프로그램 관리-참여 학생 관리

Tip 비교과 프로그램에 참여한 학생을 관리할 수 있습니다.

부서

전체

프로그램 코드

X

프로그램 상태

전체

이름

X

학번

X

대학

X

학과/학부

X

성별

X

학년

전체

학생 상태

전체

프로그램 명

X

목적 개수

20개

전체: 11 건, 승인대기: 9 건, 승인: 0 건, 승인취소: 0 건, 미신청: 0 건, 학생취소: 0 건, 이수: 2 건, 미이수: 0 건

입학

이메일

승인대기

유료 상태 변경

액셀 다운로드

엑셀 업로드

엑셀 다운로드

검색

프로그램 코드	프로그램 명	주관부서	프로그램 상태	이름	학번	대학	학과/학부	성별	학년	사건	신청서	첨부1	첨부2	학생 상태	신청일	관리
1800382	필수 750 이상 향상 프로그램	총무지원처	승인대기	박소현	20140614	사회과학대학	국제학부	여	3	보가	-	-	-	이수	2018-09-17	삭제
1800380	수상입장구조 프로그램	총무지원처	승인대기	문영준	20140614	사회과학대학	국제학부	여	3	보가	-	-	-	승인대기	2018-09-17	삭제
1800385	영어 발표 대회 시연2	총무지원처	승인대기	송지석	20141325	공과대학	건설시스템공학부	남	1	보가	-	-	-	승인대기	2018-09-17	삭제
1800383	2018년 하반기 취업 설명회 시연2	총무지원처	승인대기	송지석	20141325	공과대학	건설시스템공학부	남	1	보가	-	-	-	승인대기	2018-09-17	삭제
1800381	필수서형 프로그램	총무지원처	승인대기	문영준	20141325	공과대학	건설시스템공학부	남	1	보가	-	-	-	승인대기	2018-09-17	삭제
1900400	2019봄특목초인비교과	총무지원처	승인대기	영준비	20140031	문과대학	국어국문학과	여	2	보가	-	-	-	이수	2019-03-22	삭제
1800385	영어 발표 대회 시연2	총무지원처	승인대기	영준비	20140031	문과대학	국어국문학과	여	2	보가	-	-	-	승인대기	2018-09-17	삭제
1800380	수상입장구조 프로그램	총무지원처	승인대기	문영준	20140031	문과대학	국어국문학과	여	2	보가	-	-	-	승인대기	2018-10-25	삭제
1800000	2018 도서관 Book Festival 시연2	총무지원처	승인대기	숙제	20140031	문과대학	국어국문학과	여	2	보가	-	-	-	승인대기	2018-09-17	삭제
1800385	영어 발표 대회 시연2	총무지원처	승인대기	조준환	20145011	공과대학	영어영문학과	여	4	보가	-	-	-	승인대기	2018-09-17	삭제
1900386	2019특목초비교과1	총무지원처	승인대기	한준주	20111022	문과대학	국어국문학과	여	2	보가	보가	보가	보가	승인대기	2019-02-12	삭제

<

1

>

[그림 4-21] 비교과 등록 화면

[그림 4-21]에서는 블록생성 이후 비교과 등록화면에 비교과 이수 정보 저장이 되며 비교과 이수 처리시 해당 비교과의 정보를 블록체인에 기록하여, “이수” 상태에서는 다른 상태로 변경이 불가능하다.

문항	전혀 아니다	아니다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
첫번째 진단 문항입니다.	☒	☐	☐	☐	☐
두번째 진단 문항입니다.	☒	☐	☐	☐	☐

1/1

저장

2019.03.01~2019.04.30

[그림 4-22] 진단 등록 화면

[그림 4-22] 진단 등록 화면에서는 진단 완료 시 진단에 대한 점수를 포함한 정보 등이 블록체인에 기록이되며, 상담내용 저장으로 학생이 상담한 내용을 블록체인에 기록한다.²³⁵⁾²³⁶⁾²³⁷⁾

235) Helium Blockchain Alliance. (2017). Construction Operations Built Information Exchange Meets Blockchains, BIM & CoBie Blockchain, cobieblockchain.com.

236) Z. Zheng, S. Xie, H.-N. Dai, and H. Wang. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey, Inter-science Enterprise Ltd. pp. 354- 361.

237) O. Alphand, M. Amoretti, and T. Claeys. (2018). IoTChain: A Blockchain Security Architecture for the Internet of Things. pp. 1-7.

[그림 4-23] 상담 등록 화면

[그림 4-23] 상담 등록 화면에서는 상담 완료 시 상담에 대한 점수를 포함한 정보 등이 블록체인에 기록이되며, 상담내용 저장으로 학생이 상담한 내용을 블록체인에 기록한다 . [표 4-2]에서는 블록체인 기술 적용을 위한 데이터 구조를 분산 원장 저장 데이터와 데이터 저장구조로 분리하여 표시하였다.

[표 4-3] 블록체인 기술 적용을 위한 데이터 구조의 정의

분산 원장 저장 데이터	데이터 저장 구조
• 비교과 이수 시 이수내역 • 역량진단 완료 시 결과 내용	• 책장(대학)>책(학생)>페이지(정보) 구조 • 각각의 구조체를 구성하여 다중 구조체 형식으로 고안 • 추후 확장성 고려

분산 원장 저장 데이터	데이터 저장 구조
구성노드 : peer 1/2, orderer, kafka-zookeeper, client	- 네트워크 구축 - MSP(Managed Service Provider) 생성 - Genesis block 생성 - 채널 설정 - 각 노드에서 MSP(Managed Service Provider) 배포 - 각 peer 구동 - kafka-zookeeper 구동 - orderer 구동 - 채널 생성 및 peer 채널 참여 - 체인코드 설치 후 분산원장의 데이터 읽기/수정

[표 4-3] 블록체인 기술 적용을 위한 네트워크 구조의 정의에서는 블록체인 기술 적용을 위한 네트워크 구조를 Private Network 구성²³⁸⁾으로 구축 단계별로 표시를 하였다. DApp²³⁹⁾ 개발은 국내 대학교 프로젝트를 이용하여 DApp 프로젝트를 생성하고 Command 명령어 처리 기능 개발을 통하여 비교 과 이수 처리/역량진단 완료시 Command 명령어 실행 기능 개발을 하고 개인 (공유) 포트폴리오 페이지 접근시 Command 명령어 처리 기능 개발로 WAS(Web Application Server: 웹애플리케이션 서버)를 Private Network²⁴⁰⁾ 연결 하여 상기 기능의 Chain code Command로 수정하여 두드림체인 플랫폼으로 수정을 통해 동일 소스로 Other Peer 노드로 구성한다.²⁴¹⁾

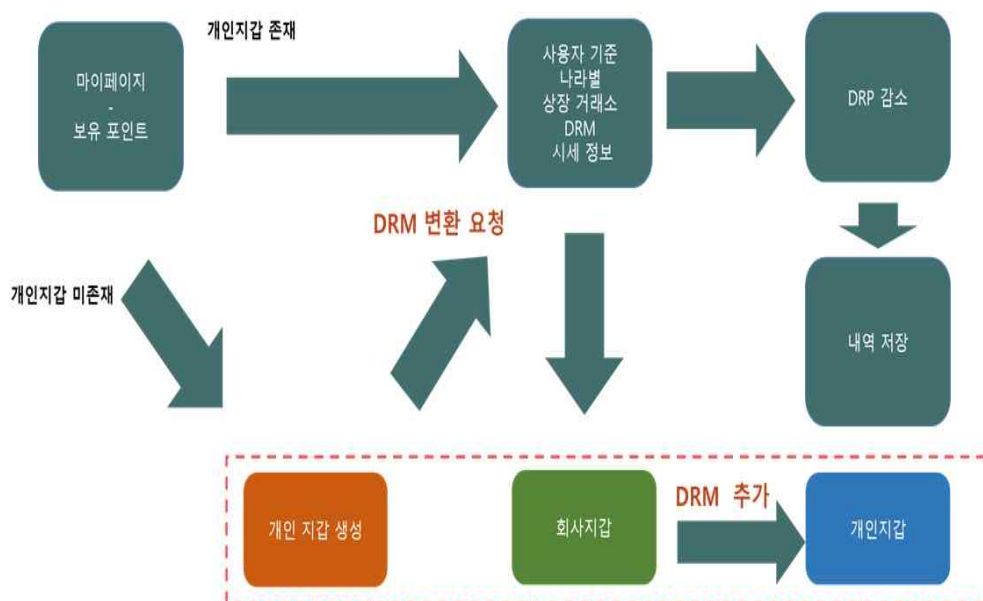
238) K. Khamila, N. Skorski, J. Hadinoto, and K Kraft. (2018). Incorporating seller/buyer reputation-based system in blockchain-enabled emission trading application.

239) DApp: Decentralized Applicaion의 약자로, 이더리움 같은 플랫폼 코인 위에서 작동하는 탈중앙화된 분산 애플리케이션을 의미함

240) D. Randall, P. Goel and R. Abujamra. (2018). Blockchain Application and Use Cases in Health Information Technology, Top 10 Contributions on Bioinformatics & Systems Biology.

241) 배유미, 정성재, 소우영. (2014). 웹서버 구성을 통한 가상머신과 컨테이너 방식 비교 분석. 『한국정보통신학회 논문지』, Vol. 18, No. 11, pp. 2670-2677.

4) 온라인 이력관리 플랫폼 참여자를 위한 가상화폐의 생성



[그림 4-24] 가상화폐의 생성

[그림 4-24] 가상화폐²⁴²⁾의 생성은 외국인 유학생 온라인 플랫폼에서 사용자가 획득하게 되는 두드림 포인트인 DRP를 이용하여 두드림 가상화폐인 DRM으로 변환되는 도식을 표시한다.²⁴³⁾ 먼저 사용자가 ‘전자지갑’ 생성²⁴⁴⁾을 통해서 전자지갑을 생성하고 그후에 외국인 유학생 온라인 플랫폼 두드림 가상화폐인 DRM으로 변환 요청을 하게되면, 서버에서 코인원²⁴⁵⁾ 기준 요청일 전일 기준의 DRM 거래소 종가를 기준으로 비율을 산정하여 계산한다. 두드림 공식기준은 1DRP = 1원이며, 예)100 DRP = 100원 = 10 DRM

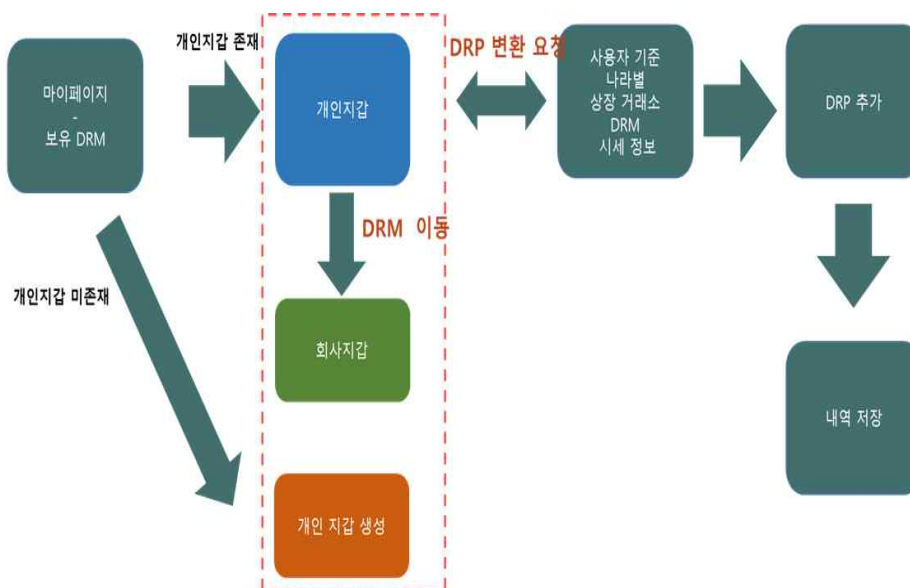
242) A. Yosihalu and A. Manabu. (2017). “Consensus Algorithm,” in Blockchain Structure and Theory, Wikibook, ch.8, pp. 109.

243) I. C. Lin and T. C. Liao. (2017). A survey of blockchain security issues and challenges, pp. 653–657.

244) 이종기. (2017). 블록체인에 의한 분산형 원장 처리. 기법의 탐색적 사례연구, 『전산회계 연구』, Vol. 15, No. 1, pp. 25–38.

245) 국내 암호화화폐 거래소, <https://coinone.co.kr/>

5) 온라인 이력관리 플랫폼 참여자를 위한 가상화폐의 보상



[그림 4-27] 가상화폐의 보상

[그림 4-26] 가상화폐²⁴⁶⁾의 보상은 외국인 유학생 온라인 플랫폼, 두드림 가상화폐인 DRM이 두드림 포인트인 DRP로 변환되는 도식을 표시한다. 먼저 사용자가 ‘전자지갑’ 생성을 통해서 지갑을 생성하고 그후에 두드림 포인트인 DRP로 변환 요청을 하게되면, 두드림 공식기준 1DRP=1원으로 예를 들어서, 100 DRM =1,000원 = 1,000DRP (DRM 증가가 10원 일 경우)로 계산된 DRP를 부여받으며 사용자가 가지고 있던 회사지갑으로 전송 받는다. 개인지갑이 존재하지 않는 사용자의 경우는 개인지갑 생성 과정을 거쳐서 외국인 유학생 온라인 플랫폼 두드림 가상화폐인 DRM을 플랫폼 포인트인 DRP로 전화되는 과정을 두드림 공식기준 1DRP=1원 과 10DRM=100원 기준으로 진행하게 된다. 가상화폐의 시세는 거래소의 종가 기준에 따라서 변동이 될 수 있다.²⁴⁷⁾

246) S. Nakamoto. (2012). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.

247) V. Buterin. (2014) “A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform”. pp. 21-23.

KR
DoDream
My Page

Dream Guide
Do TOPIK
Do Play
Do Talking
NOTICE

현재 회원님이 보유하신 DRM은 0 DRM 입니다
DRM (Dream Money)?

나의 개인 지갑
개인 지갑 주소 >
주소보기 주소복사

DRP 전환
DRP (Dream Point)

보유 DRM을 100단위로 입력해주시
DRM

DRP

전환

DRM 이동

보유 DRM을 100단위로 입력해주시
DRM

이동할 지갑 주소

이동

DRM 사용내역

내역	상태	이용 DRM	보유 DRM	날짜
검색 결과가 없습니다				

[그림 4-28] 가상화폐가 포인트로 전환되는 과정 사용자 화면

```
// 현재 지갑 자산
if( null != sessionVO.getWalletId() ) {
    walletParams.put("walletId", sessionVO.getWalletId());
    // myDrmInfo = commonService.getWalletAssetSystem(walletParams);
    myDrmInfo = commonService.getWalletAssetSystemByGson(walletParams);
}
```

[그림 4-29] 가상화폐가 포인트로 전환되는 과정 소스코드

[그림 4-28] 가상화폐가 포인트로 전환되는 과정 사용자 화면과 [그림 4-29] 가상화폐가 포인트로 전환되는 과정 소스코드는 외국인 유학생 온라인 플랫폼 두드림의 포인트인 DRP를 외국인 유학생 온라인 플랫폼 두드림의 가상화폐인 DRM으로 변환하는 과정에 대하여 실제 구현된 사용화면을 표시하며 시스템 구현에 필요한 프로그래밍 명령어를 나타내고 있다.

[그림4-29]에서는 사용자 자산을 getWalletAssetSystemByGson를 통하여 사용자 지갑의 자산을 조회 한다.

제 2 절 온라인 이력관리 플랫폼 성능 검증

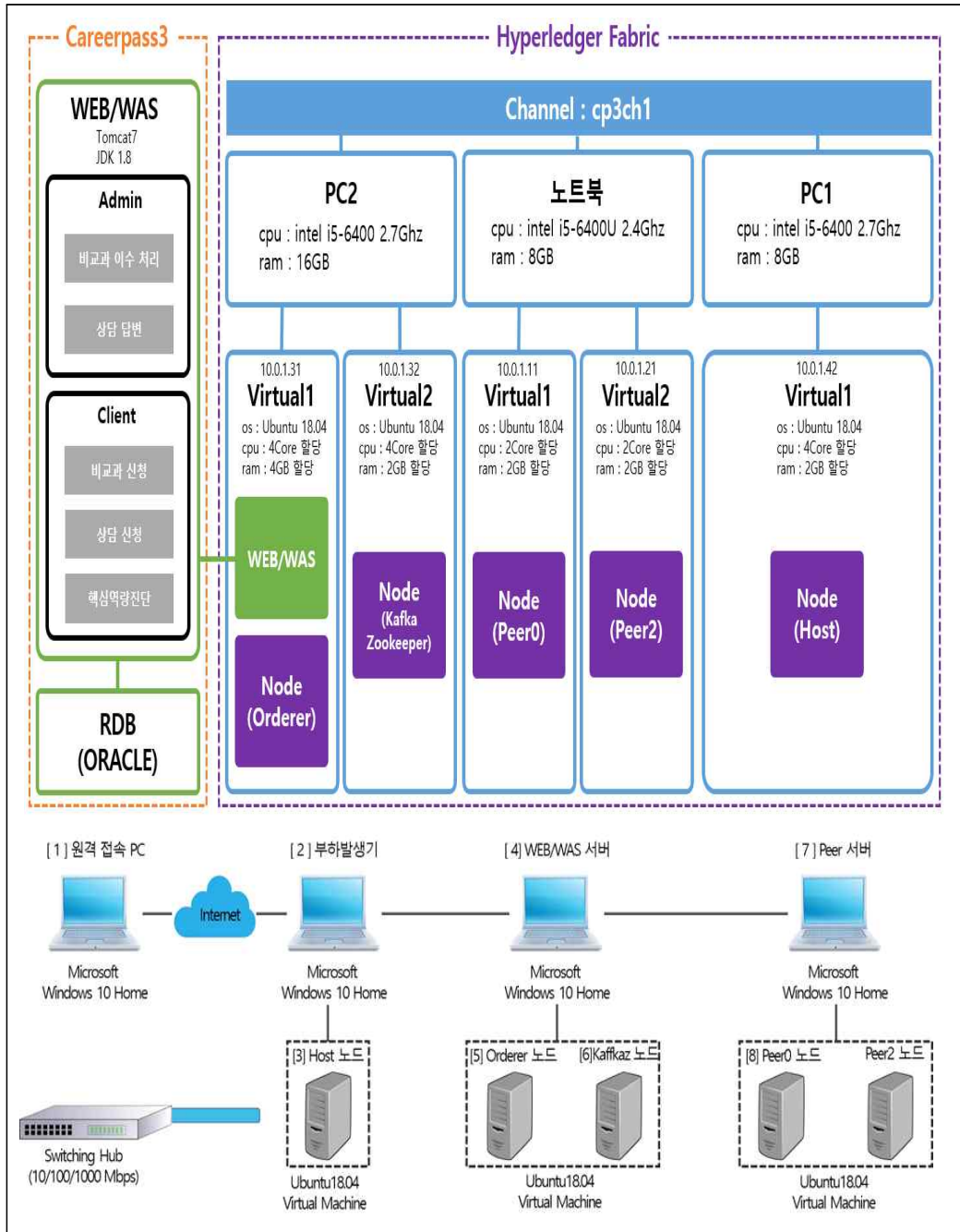
1) 온라인 이력관리 플랫폼 기능 테스트

성능실험을 하기위한 시스템 운영 환경은 운영체제, 플랫폼 구동 요구사항, 하드웨어 사양, 네트워크 환경을 서버와 클라이언트 환경으로 구성하고 Virtual box 환경에서 하이퍼레저 패브릭(Hyperledger Fabric) 환경으로 구성한다. 특히, 운영체제의 경우 리눅스(Linux)를 기반으로하는 오픈소스 운영체제인 우분트(Ubuntu)를 사용²⁴⁸⁾하였으며, 세부사양의 경우 아래 [표 4-4]와 같다. 실험환경 구성은 아래 [그림 4-23]과 같다.

[표 4-4] 시스템 운영 환경

소프트웨어 정보		
운영체제	서버	Ubuntu LTS 18.04 64bit
	클라이언트	Ubuntu LTS 18.04 64bit
특이사항 (플랫폼 구동 요구사항)	서버	하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성필요, VirtualBox 환경
	클라이언트	하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성필요
하드웨어 정보		
하드웨어 사양	서버	CPU: i5-6400 2.70GHz, RAM: 16GB, SSD:120GB+HDD:1TB CPU: i5-6400U 2.40GHz, RAM: 8GB, HDD: 500GB
	클라이언트	CPU: i5-6400, RAM: 8GB, HDD: 1TB
네트워크 환경	TCP/IP환경, Local Network 환경(500Mbps : KT회선)	
기타 환경	VirtualBox 환경, 하이퍼레저 패브릭 환경	
기타사항		
- Windows10 Home(64bit) 에서 VirtualBox로 Ubuntu lts 18.04(64bit)를 설치하여 구동하고 있음		

248) K. Khamila, N. Skorski, J. Hadinoto, and K Kraft. (2018). Incorporating seller/buyer reputation-based system in blockchain-enabled emission trading application.



[그림 4-30] 실험환경 구성도

[그림 4-30]의 실험환경에서 내부 네트워크는 3개의 물리적인 PC를 Virtual 환경을 구성하여 최종적으로 논리적인 가상환경 PC5개로 구성되어

있다. 5대의 가상환경 PC는 각각 1개의 노드를 가지고 있으며, Virtual 1 PC에서는 Client가 접속할 수 있는 웹서버도 같이 구동²⁴⁹⁾되고 있다. 실험항목 및 범위는 아래 [표 4-5]의 실험항목(TPS,성공률, 리소스 소비, 탐지율) 및 정의의 형태로 진행한다. 트랜잭션은 블록데이터 조회, 블록데이터 저장 or 수정 기능을 수행하며, 트랜잭션은 실험대상 플랫폼에서 peer0 or peer2에 전달하게 되며 각 peer에 배포되어 있는 체인코드를 통해 블록체인의 데이터 조회 및 저장 or 수정을 처리한다. 최근 블록에 담긴 트랜잭션수(Samples) / 블록생성시간(Average) = 현재 TPS로 계산하며, Average 시간은 ms(millisecond, 밀리초) 단위이므로 나누기 1000을 하여 초단위로 변경하여 계산한다. 중복 데이터 탐지의 경우 하나의 아이디로 접속한 user가 동일한 내용의 데이터를 여러번 저장하려 할 때 최초 한번만 create하여 저장하고 그 이후 요청에 대해서는 최초 저장된 데이터 여부를 확인하여 해당 내용에 update(수정) 처리된다. 예를 들면 동일 내용을 가지는 저장 트랜잭션을 100회 실행하면 최초 1번만 create하여 저장되고 나머지 99번은 update 처리된다. 결론적으로 해당 데이터를 조회시 동일한 내용의 데이터의 조회 건수로서 탐지율을 확인한다.

[표 4-5] 실험 항목 및 정의

실험항목	실험목표
TPS	실험대상 플랫폼의 TPS(Transaction Per Second) 성능수치가 10TPS 이상인지 확인
성공률	실험대상 플랫폼에 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시킬 시 블록체인에 저장되는 성공률이 90% 이상인지 확인
리소스 소비	실험대상 플랫폼에 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시킬 시, 리소스 사용률이 평상시 대비 10% 이하로 사용하는지 확인
탐지율	동일한 user로 중복 데이터 생성시, 중복 데이터 탐지 성공률이 90% 이상인지 확인

249) L. J. We, K. Meng and S. Xu. (2017). Democratic Centralism: a hybrid Blockchain architecture and its applications in Energy Internet, First IEEE International Conference on Energy Internet, pp. 176-181.

[표 4-6] 실험 세부 절차

실험 항목	실험 목표	목표치
TPS	실험대상 플랫폼의 TPS(Transaction Per Second)성 능수치가 10TPS 이상인지 확인 ※ TPS 측정 도구는 JMeter를 사용한다.	10TPS 이상
성공률	실험대상 플랫폼으로 다수의 트랜잭션을 동시에 발 생시킬 시, 블록에 저장되는 성공률이 90%이상인지 확인 ※ 성공률 : (블록 저장 회수 / 요청 회수) * 100 ※ 정상적으로 블록에 저장되지 않은 경우 시스템 상에 서 에러가 발생하여 최종적으로 was의 log 혹은 해당 페이지의 alert을 통해 확인 가능하다. ²⁵⁰⁾	90% 이상
리소스 소비	실험대상 플랫폼으로 다수의 트랜잭션을 동시에 발 생시킬 시, 리소스 사용률이 평상시 대비 10% 이하 로 사용하는지 확인 ※ 리소스 사용률 : 부하발생후 리소스 사용률 - 부하발생전 리소스 사용률	10% 이하
탐지율	동일한 유저로 중복 데이터 생성 시, 중복 데이터 탐 지 성공률이 90% 이상인지 확인 ※ 중복 데이터 탐지 성공률 : (중복 데이터 탐지 회수 / 중복 데이터 발생 회 수) *100 ※ 중복 데이터 탐지 성공의 기준은 동일 유저로 동일 데이터 저장을 100번 수행할 시, 1건의 데이터만 저장되어야 한다. ²⁵¹⁾	90% 이상

실험 항목, 목표, 목표치에 대한 실험 세부 절차는 위 [표 4-6]의 실험
세부 절차 및 내용의 형태로 진행한다.

250) A. Kosba, A. Miller, E. Shi, Z. Wen and C. Papamandthou. (2016). Hawk:
The Blockchain model of cryptography and privacy-preserving smart contract,
Security and Privacy (SP), IEEE Symposium on, pp. 839-858.

251) K-H. Lee, and S-H. An. (2014). "A Study on the educational tasks for revitalizing
the competency-based education", The Korea Educational Review, Vol. 20, No. 1, pp.
141-173.

[표 4-7] 실험 항목 (TPS)

구분	내용
실험 항목명	TPS
실험 목표	실험대상 플랫폼의 TPS(Transaction Per Second) 성능 수치가 10TPS 이상인지 확인 ※ TPS 측정 도구는 JMeter를 사용
사전 조건	1) peer0, peer2, orderer, kafka_zookeeper 노드가 실행되어 있어야 한다. 2) Tomcat7이 실행되어 있어야 한다. 3) Jmeter v2.13 설치
시료	1) Jmeter 설정파일 (*.jmx)
반복실험 횟수	Jmeter 테스트 5회 ※ Jmeter Number of Treads 50개 * Loop Count 10회 * 5회 = 총 2500회
실험 절차	1) Jmeter 실행 2) Jmeter 설정파일 (*.jmx)을 Open 한다. 3) 'Start' 버튼을 클릭한다. 4) 'Summary Report' 나 'Graph Results' 항목을 선택한다. 5) 화면에 표시되는 'Samples' 값과 'Average' 값을 확인한다. 6) TPS 공식을 이용하여 TPS값을 산출한다. 최근 블록에 담긴 트랜잭션 수(Samples) / 블록생성시간(Average) = 현재TPS ※ Average 시간은 ms 단위이므로 나누기 1000을 하여 초단위로 변경하여 계산 ※ 상기 트랜잭션은 블록 데이터 조회, 블록 데이터 저장 or 수정 기능을 수행. 트랜잭션은 실험대상 플랫폼에서 peer0 or peer2에 전달하게되며 각 peer에 배포되어 있는 체인코드를 통해 블록체인의 데이터 조회 및 저장 or 수정을 처리한다.

실험 항목중 TPS에 대한 실험 사전 조건 및 반복 실험 횟수, 실험 절차에 대해서는 세부 절차는 위 [표 4-7]의 실험 항목 (TPS) 절차 및 내용의 형태로 진행한다.

[표 4-8] 실험 항목 (성공률)

구분	내용
실험 항목명	성공률
실험 목표	실험대상 플랫폼으로 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시킬 시, 블록에 저장되는 성공률이 90%이상인지 확인한다. ※ 성공률 : (블록 저장 회수 / 요청 회수) * 100 ※ 정상적으로 블록에 저장되지 않은 경우 시스템 상에서 에러가 발생하여 최종적으로 was의 log 혹은 해당 페이지의 alert을 통해 확인 가능하다.
사전 조건	1) peer0, peer2, orderer, kafka_zookeeper 노드²⁵²⁾가 실행되어 있어야 한다. 2) Tomcat7이 실행되어 있어야 한다. 3) Jmeter v2.13 설치
시료	1) Jmeter 설정파일 (*.jmx)
반복시험 횟수	Jmeter 테스트 5회 ※ Jmeter Number of Treads 50개 * Loop Count 10회 * 5회 = 총 2500회²⁵³⁾
실험 절차	1) Jmeter 실행 2) Jmeter 설정파일 (*.jmx)을 Open 3) 'Start' 버튼을 클릭 4) 'Summary Report' 항목을 선택 5) 화면에 표시되는 'Error' 값을 확인 6) 'Error' 값이 0일 경우 성공률 100% 간주

실험 항목중 성공률에 대한 실험 사전 조건 및 반복 실험 횟수, 실험 절차에 대해서는 세부 절차는 위 [표 4-8]의 실험 항목 (성공률) 절차 및 내용의 형태로 진행한다.

252) A. Yosihalu and A. Manabu. (2017). "Consensus Algorithm," in Blockchain Structure and Theory, Wikibook, ch.8, pp. 109.

253) S. Stone. (2017). Building Blockchain Apps with Hyperledger Computer, Node Summit. San Francico.

[표 4-9] 실험 항목 (리소스 소비)

구분	내용
실험 항목명	리소스 소비
실험 목표	실험대상 플랫폼으로 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시킬 시, 리소스 사용률이 평상시 대비 10% 이하로 사용하는지 확인 ※ 리소스 사용률 : 부하 발생후 리소스 사용률 - 부하 발생전 리소스 사용률
사전 조건	1) peer0, peer2, orderer, kafka_zookeeper 노드가 실행되어 있어야 한다. 2) Tomcat7이 실행되어 있어야 한다. 3) Jmeter v2.13 설치 4) TeamViewer14 설치 5) VirtualBox 설치
시료	1) Jmeter 설정파일 (*.jmx)
반복실험 횟수	Jmeter 테스트 5회 ※ Jmeter Number of Treads 50개 * Loop Count 10회 * 5회 = 총 2500회
실험 절차	1) 팀뷰어 실행 후 WAS서버로 연결한다. * 파트너ID/PW : 1054462779/dainls123 2) VirtualBox 실행 3) 'orderer' 항목을 선택 후 시작버튼 클릭하여 Ubuntu OS 실행한다. 4) 좌측메뉴에서 터미널 클릭 5) 'vmstat 1' 명령어 입력 6) 10초 이상 실행하여 위에서부터 10개의 'cpu - us' 값의 평균값을 구한다. (Ready 사용률) 7) ctrl + c 키를 입력하여 'vmstat' 명령어 중지 8) VirtualBox창은 최소화 시키고 Jmeter 실행 9) Jmeter 설정파일 (*.jmx)을 Open 10) 'Start' 버튼을 클릭 11) VirtualBox창 최대화 12) 터미널에 'vmstat 1' 명령어 입력 13) 10초 이상 실행하여 위에서부터 10개의 'cpu - us' 값의 평균값을 구한다. (Run 사용률) 14) 리소스 소비 공식을 이용하여 리소스 소비를 확인한다. (Run 사용률 - Ready 사용률 = 리소스 소비)

실험 항목중 리소스 소비에 대한 실험 사전 조건 및 반복 실험 횟수, 실험 절차에 대해서는 세부 절차는 위 [표 4-9]의 실험 항목 (성공률) 절차 및 내용의 형태로 진행한다.

[표 4-10] 실험 항목 (탐지율)

구분	내용
실험 항목명	탐지율
실험 목표	동일한 유저로 중복 데이터 생성 시, 중복 데이터 탐지 성공률이 90% 이상인지 확인한다. ※ 중복 데이터 탐지 성공률 : $(\text{중복 데이터 탐지 회수} / \text{중복 데이터 발생 회수}) * 100$ ※ 중복 데이터 탐지 성공의 기준은 동일 유저로 동일 데이터 저장을 100번 수행할 시, 1건의 데이터만 저장되어야 한다.
사전 조건	1) peer0, peer2, orderer, kafka_zookeeper 노드가 실행되어 있어야 한다. 2) Tomcat7이 실행되어 있어야 한다. 3) Jmeter v2.13 설치 4) VirtualBox 설치
시료	1) Jmeter 설정파일 (*.jmx)
반복실험 횟수	Jmeter 테스트 5회 ※ Jmeter Number of Treads 50개 * Loop Count 10회 * 5회 = 총 2500회
실험 절차	1) Jmeter 실행 2) Jmeter 설정파일 (*.jmx)을 Open 3) 'Start' 버튼을 클릭 4) 'Summary Report' 항목을 선택 5) 화면에 표시되는 'Samples' 값과 'Error' 값을 확인하여 모든 Thread가 정상적으로 동작하였는지 확인 6) VirtualBox 실행 7) 'host' 항목을 선택 후 시작버튼 클릭하여 Ubuntu OS 실행 8) 좌측메뉴에서 터미널 클릭

구분	내용
	9) 'su -' 명령어 입력 * 암호: rootroot 10) 'cd testnet' 명령어 입력 11) './query.sh' 명령어 입력 #query.sh 설명 : 블록에 저장된 데이터를 조회하는 스크립트로 Jmeter에서 발생시킨 저장 트랜잭션의 데이터를 조회 12) 나오는 결과값이 1건인지 확인 ※ 중복 데이터 탐지 : 하나의 아이디로 접속한 유저가 동일한 내용의 데이터를 여러 개 저장하려 할 때 한 건만 저장되게 하는 것을 의미 ※ 중복 데이터 탐지 성공률 : 실험대상 플랫폼에서는 한명의 user 가 동일한 내용의 데이터를 여러 번 저장하려 할 때 최초 한번만 create하여 저장하고 그 이후 요청에 대해서는 최초 저장된 데이터 여부를 확인하여 해당 내용에 update(수정)처리. 예를 들면 동일 내용을 가지는 저장 트랜잭션을 100회 실행하면 최초 1번만 create하여 저장되고 나머지 99번은 update 처리. 결론적으로 해당 데이터를 조회시 동일한 내용의 데이터의 조회 건수로서 탐지율을 확인한다.

실험 항목중 탐지율²⁵⁴⁾에 대한 실험 사전 조건 및 반복 실험 횟수, 실험 절차에 대해서는 세부 절차는 위 [표 4-10]의 실험 항목 (탐지율) 절차 및 내용의 형태로 진행한다. [표 4-11] 실험결과에서는 실험항목 (TPS, 성공률, 리소스 소비, 탐지율)에 대하여 목표치의 결과값을 충족하는 실험결과를 확인 할 수 있다.²⁵⁵⁾²⁵⁶⁾

254) H. KHazaei, M. Fokaefs, S. Zareian, N. Beigi-Mohammad, B. Ramprasad, M. Shtern, P. Gaikwad, and M. Litoiu. (2016). How do I choose the right NoSQL solution? A comprehensive theoretical and experimental survey, Big Data and Information Analytics (BDIA), Vol 2, pp. 21-34.

255) L. J. We, K. Meng and S. Xu. (2017). Democratic Centralism: a hybrid Blockchain architecture and its applications in Energy Internet, First IEEE International Conference on Energy Internet, pp. 176-181.

256) S. Stone. (2017). Building Blockchain Apps with Hyperledger Computer, Node Summit. San Francico.

[표 4-11] 실험 결과

실험항목	실험목표	결과
TPS	실험대상 플랫폼의 TPS (Transaction Per Second) 성능수치가 10TPS 이상인지 확인한다.	평균 14.25 TPS
성공률	실험대상 플랫폼에 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시킬 시, 블록에 저장되는 성공률이 90%이상인지 확인한다.	평균 저장 성공률 100%
리소스 소비	실험대상 플랫폼에 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시킬 시, 리소스 사용량이 평상시 대비 10% 이하로 사용하는지 확인한다.	평균 3.66%
탐지율	동일한 user로 중복 데이터 생성 시, 중복 데이터 탐지 성공률이 90% 이상인지 확인한다.	평균 중복 데이터 탐지 성공률 100%

가) TPS(Transaction Per Second) 성능수치가 10TPS 이상인지 확인

실험대상 플랫폼의 TPS(Transaction Per Second) 성능 수치를 수행한 결과, Counsel 관련 TPS 평균값은 13.37 TPS로 총 평균값은 14.25 TPS로 확인된다.

Number of Thread(Users)	Ramp-UP Period(In seconds)	Loop Count
50	1	10

본 논문의 연구 실험에서 단일 트랜잭션은 Counsel, Diag, Noncuri 키에 해당하는 Seq, name, date, point 속성 값들을 전송하여 노드에 저장하기 까지로 정의하였으며, Counsel, Diag, Noncuri 키 명칭에 해당하는 역할은 하단의 표와 같이 정의하고 각 키의 데이터 구조는 동일하되 입력되는 파라미

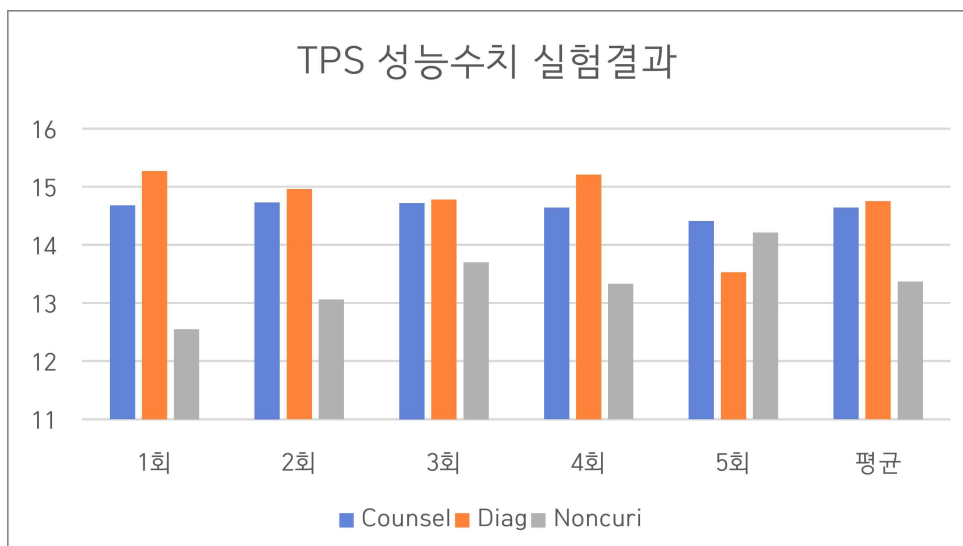
터 값은 상이하하다.

키 이름	키 역할
Counsel(상담)	상담내용 저장
Diag(진단)	학생들의 핵심역량 진단
Noncuri(비교과)	값을 비교하기 위한 키 값

[표 4-12] TPS 성능 수치 결과

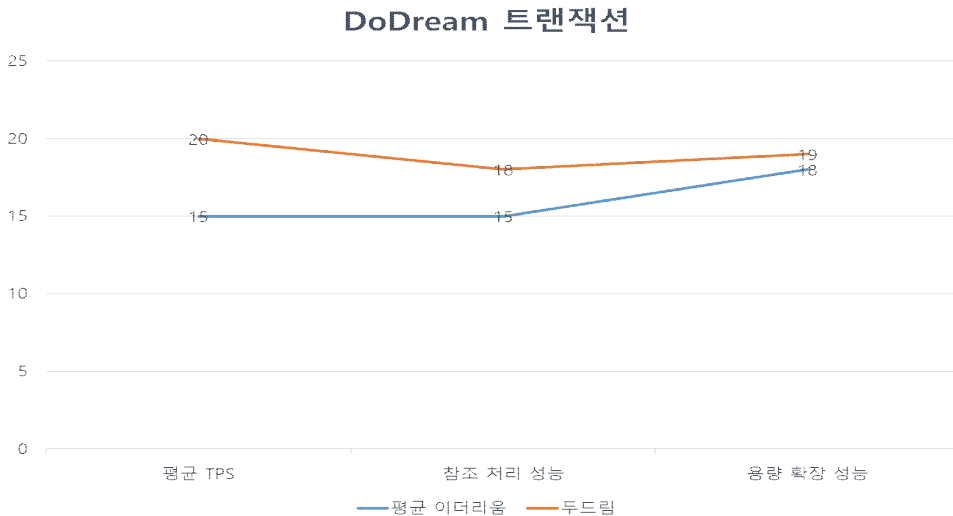
키 이름	평균
Counsel(상담)	14.64 TPS
Diag(진단)	14.75 TPS
Noncuri(비교과)	13.37 TPS
총 평균 TPS 수치	14.25 TPS

[표 4-12]의 TPS 성능수치 실험결과에서 Counsel(상담), Diag(진단), Noncuri(비교과) 영역에서 평균 14.25 TPS이상의 속도가 나오는 것을 확인할 수 있다.



[그림 4-31] TPS 성능수치 상세 결과

나) 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시킬 시, 블록에 저장되는 성공률이 90% 이상인지 확인 하는 것으로, 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시킨 결과, 블록에 저장되는 성공률의 평균값은 100%로 확인된다. 실험결과의 측정치에는 각 스크립트 마다 5회 반복측정의 평균값을 기재한다. 성공률: (블록 저장횟수 / 요청 횟수) * 100으로 블록의 저장여부는 전달받은 트랜잭션이 시스템의 로그 상에 출력되는 여부와 키값에 기록되는 여부²⁵⁷⁾를 확인한다.



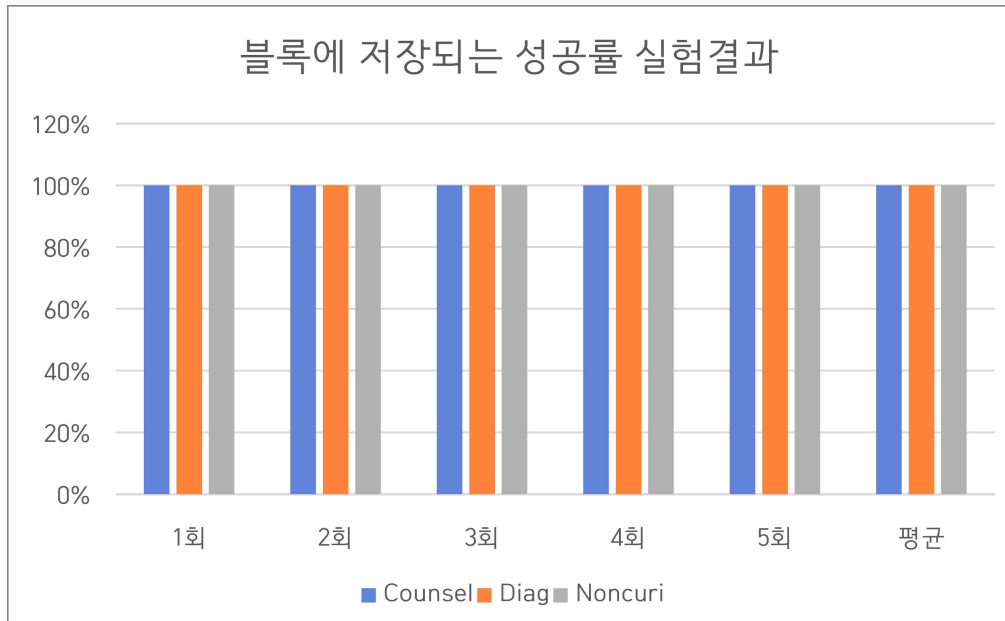
[그림 4-32] DoDream 트랜잭션 비교

[그림 4-31]에서 Counsel(상담), Diag(진단), Noncuri(비교과)영역에서 14.25TPS로 목표치를 충족하는 것을 확인 할 수 있으며, [그림 4-32]에서 DoDream chain의 트랜잭션은 TPS가 이더리움 평균보다 높았으며, 참조처리 성능은 다수의 사용자가 동시에 데이터 조회 요청 시 평균 성능을 정량적으로 측정한 결과이며, 용량확장 성능은 블록생성 조건 (생성주기, 블록 당 트랜잭션 수 등)에 따라 최대 블록 용량에 도달할 때의 블록 확장 성능을 측정한 결과이다. [표 4-12]와 [그림 4-33]에서 블록에 저장되는 성공률이 100%임을 확인 할 수 있다.

257) L. J. We, K. Meng and S. Xu. (2017). Democratic Centralism: a hybrid Blockchain architecture and its applications in Energy Internet, First IEEE International Conference on Energy Internet, pp. 176-181.

[표 4-13] 블록에 저장되는 성공률 결과

키 이름	블록 저장 성공률
Counsel(상담)	100%
Diag(진단)	100%
Noncuri(비교과)	100%
총 평균 블록 저장 성공률	100%



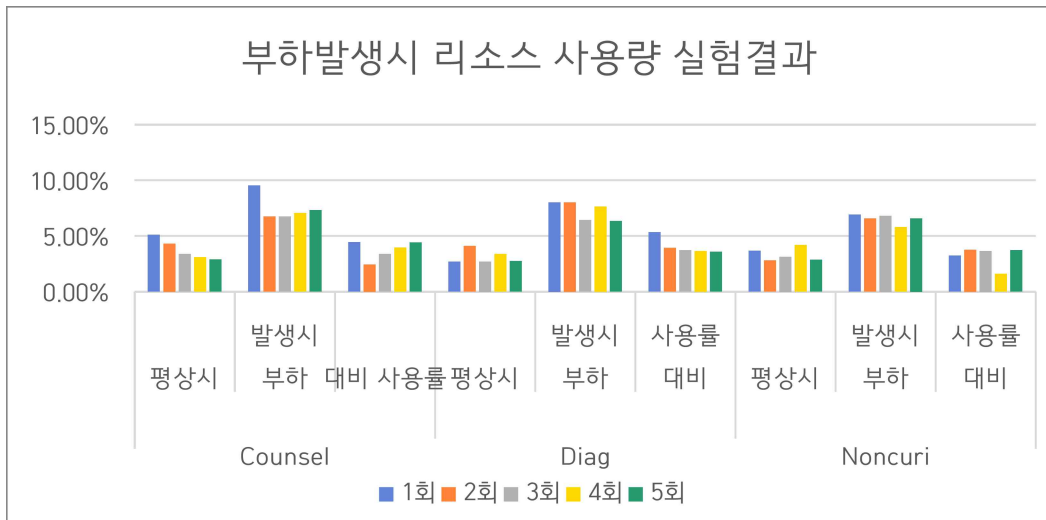
[그림 4-33] 블록에 저장되는 성공률 상세 결과

다) [표4-13], [그림 4-34]는 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시킬 시, 리소스 사용률이 평상시 대비 10% 이하로 사용하는지 확인하는 것으로, 다수의 트랜잭션을 동시에 발생시켜 리소스 사용률을 비교한 결과, 평상시 대비 리소스 사용률이 Counsel 관련 트랜잭션의 경우 평균 3.73%, Diag 관련 트랜잭션의 경우 평균 4.05%, Noncuri 관련 트랜잭션의 경우 평균 3.21%로 총 평균값 3.66%로 확인된다. 실험결과와 측정치에는 각 스크립트마다 5회 반복 측정의 평균값을 기재하며 평상시 리소스 사용량은 부하 발생 전에 30초 동안 사용하는 리소스 평균 사용량을 측정하며 평상시 대비 리소스 사용

률은 부하발생 후 리소스 사용률 - 부하발생 전 리소스 사용률로 한다.

[표 4-14] 정상시 대비 부하발생 시 리소스 사용량 결과

키 이름	정상시 대비 부하발생시 리소스 사용량
Counsel(상담)	3.73%
Diag(진단)	4.05%
Noncuri(비교과)	3.21%
정상시 대비 부하발생시 리소스 평균 사용량	3.66%



[그림 4-34] 정상시 대비 부하발생 시 리소스 사용량 비교 결과

라) [표 4-14]에서는 동일한 user로 중복 데이터 생성 시, 중복 데이터 탐지 성공률이 90%이상인지 확인하는 것으로, 동일한 user로 중복 데이터를 생성하고 중복 데이터 탐지 성공률을 측정한 결과, 중복 데이터 탐지 성공률의 평균값은 100%로 확인된다. 실험결과의 측정치에는 각 스크립트마다 5회 반복측정의 평균값을 기재하며, 중복 데이터 탐지 성공률은 (중복 데이터 탐지 회수 / 중복 데이터 발생 회수) * 100으로 하여 중복데이터 탐지 성공의 기준은 동일 user로 동일 데이터 저장을 499번 수행할 시, 1건의 데이터만 저장되어야 한다.

[표 4-15] 중복 데이터 탐지 성공률 결과

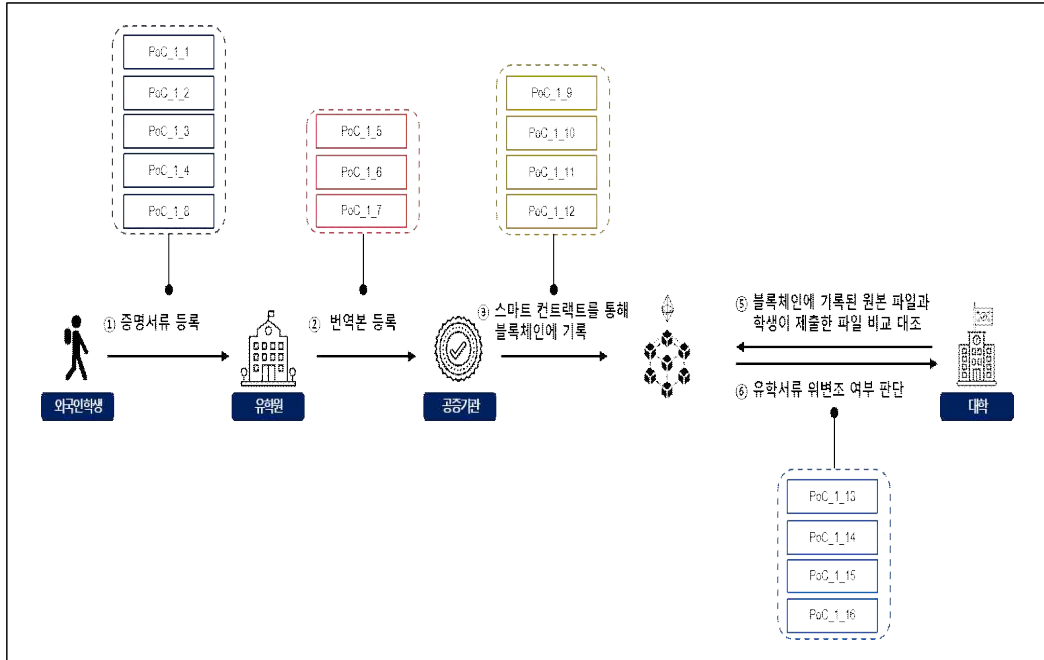
키 이름	반복회수	중복데이터 발생건수	중복데이터 탐지건수	탐지 성공률
Counsel	1회	499건	499건	100%
	2회	499건	499건	100%
	3회	499건	499건	100%
	4회	499건	499건	100%
	5회	499건	499건	100%
Diag	1회	499건	499건	100%
	2회	499건	499건	100%
	3회	499건	499건	100%
	4회	499건	499건	100%
	5회	499건	499건	100%
Noncuri	1회	499건	499건	100%
	2회	499건	499건	100%
	3회	499건	499건	100%
	4회	499건	499건	100%
	5회	499건	499건	100%
평균 탐지 성공률				100%

2) 블록체인을 활용한 경력관리 플랫폼 서비스 기능 테스트

[표 4-15], [표 4-16], [표 4-17], [표 4-18], [표 4-19], [그림 4-32]에서는 블록체인을 활용한 경력관리 플랫폼 성능테스트 시나리오는 기능성, 품질검증, 유지보수, 성능지표에 대한 검증 시나리오를 바탕으로 PoC(Proof of Concept)²⁵⁸⁾ 실험을 진행한다.²⁵⁹⁾

258) E. Griboudo and M. Iacono. (2014). Performance evaluation of NoSQL big-data application using multi-formalism models. Future generations computer systems, Vol. 37.

259) J-H. Lim, K-S. Na, and S-S. Kim. (2019). A Study on Performance Indicator of University Students' Career Information Management System Using Blockchain Technology. 『IJAST』, Vol.28, No.5. pp. 166-173.



[그림 4-32] 외국인 유학생 증명서류 검증 절차

[그림 4-32]와 [표 4-16]은 외국인 유학생 증명서류 검증 절차와 기능성 검증 시나리오로 외국인 유학생은 한국 유학에 필요한 증명서류를 등록하게 되며 등록한 증명서류의 구성요소는 유학생 개인정보에서 번역공증기관에 제출하는 서류 묶음 및 대학입학 서류 절차들로 구성²⁶⁰⁾하여서 성능검증의 편의성을 위하여 번호를 1번에서 8번까지로 부여하고 5번부터 7번까지는 번역본 등록서류들을 등록하고 9번부터 12번까지는 이후에 스마트계약(Smart Contract)²⁶¹⁾를 통해 블록체인에 기록하고, 블록체인에 기록된 원본 파일과 학생이 제출한 파일을 비교 대조하여 유학서류 위·변조 여부를 판단하고 단계별 검증과정에 대한 번호를 13번부터 16번까지 부여하여 구성요소에 대한 성능검증²⁶²⁾을 실시한다.

260) <https://medium.com/dodreamchain>

261) K. Khamila, N. Skorski, J. Hadinoto, and K Kraft. (2018). Incorporating seller/buyer reputation-based system in blockchain-enabled emission trading application.

262) J-H. Lim, K-S. Na, and S-S. Kim. (2019). A Study on Performance Indicator of University Students' Career Information Management System Using Blockchain Technology, IJAST, Vol. 28, No. 5, pp.166-173.

[표 4-16] 기능성 검증 시나리오 PoC(Proof of Concept)

번호	구성요소	설명
1	유학생 개인정보	• 유학생이 입력한 개인정보 블록체인 확인 ²⁶³⁾
2	유학생 추가정보 암호화	• 유학생의 추가정보 블록체인 해쉬값 등록 확인
3	유학생 서류 등록	• 유학생이 업로드 한 서류 블록체인 등록 확인
4	유학생 서류 암호화	• 업로드 한 서류에 블록체인 해쉬값 등록 확인
5	유학원 서류 등록	• 신청 유학생의 입학 시 필요한 서류 업로드, 블록체인 등록 확인
6	유학원 서류 암호화	• 유학원이 등록한 서류 블록체인 해쉬값 등록 확인
7	서류 블록화	• 신청 유학생과 유학원이 서류를 업로드, 관련 서류에 대해 블록체인 해쉬값 등록 확인
8	유학생 개인정보 변경 추적	• 유학생이 입력한 개인정보가 변경된 경우, 추적 가능 여부 확인
9	유학생 서류 변경 추적	• 유학생이 업로드 한 서류 추적 가능 여부 확인
10	공증기관 검증결과 입력	• 공증기관에서 검증 완료된 서류류음 블록체인 등록 확인
11	검증 후 서류 변경 추적	• 검증 완료된 서류 변경의 검증결과 변경과 변경이력에 대한 추적 여부 확인
12	관련 서류 재검증 요청	• 서류 변경 후 재검증 요청 시, 검증 결과가 관련 서류와 블록화 되었는지 확인
13	대학 입학 절차 서류 검사	• 대학교에서 입학 절차에 필요한 서류에 대해 검증 결과와 내용에 대해 무결성 확인
14	대학 제출 서류 검증	• 유학생이 대학교에 제출한 서류에 대해 제안시스템에서 검증받은 동일파일에 대한 결과 확인
15	유학생 정보 기반의 스마트컨트랙트 과정	• 외국인 유학생, 유학원, 공증기관 사이에서 발생하는 정보에 대해 스마트컨트랙트 과정 확인
16	입학 절차 서류 확인	• 입학 절차 시에 대학교에서 유학생 정보 확인 시 유학생의 서류가 올바르게 보이는지 확인 ²⁶⁴⁾

263) <https://blog.naver.com/dainleaders>, <https://medium.com/dodreamchain>.

264) wiki.hash.kr/index.php/두드림체인

[표 4-17] 품질 검증 PoC(Proof of Concept)

구성요소		설명
효율성	처리성능	• 추가정보 블록생성시간 및 사이즈, 트랜잭션 사이즈 검토. ethstats 등을 활용해 블록 메타데이터 검증
	네트워크 성능	• 블록 사이즈 크기에 따른 데이터 전송 시간과 응답시간 검토. wrk 등의 네트워크 성능 측정 도구를 활용해 검증
확장성	네트워크 성능 확장성	• 사용량/데이터 증가로 데이터 처리/전송 속도 문제의 해결을 위해 처리 성능과 네트워크 성능의 향상 가능성을 검토. api gateway에 각종 모니터링 도구(grafana, prometheus) 등을 설치하여 트래픽 정보 검토
신뢰성	성숙성	• 명시된 요구사항의 구현률 검토
	장애 회복성	• 노드의 장애 유무 확인, 부정 공격 방지, 장애회복 시간 등 전체 시스템의 신뢰성 검토. 클러스터 오케스트레이션 도구의 self-healing 메커니즘이 잘 작동하는지 검토
보안	기밀성	• 암호화된 데이터 전송 및 접근 제어 등을 통한 데이터의 기밀성, 무결성, 무결성 검토. unittest등으로 암호화 라이브러리의 호환성 등 검토
	무결성	
	부인방지	• 노드 간 공유된 자원(데이터)의 동기화 여부에 대한 진위여부 검토. 원본을 해시화 한 데이터가 실제 블록체인에 기록된 데이터와 일치하는지 검증
	진위증명	
이식성	적응성	• 블록체인 플랫폼 또는 서브시스템이 중앙집중형 시스템으로 적용 가능 여부 검토
	치환성	• 사용 중인 블록체인 플랫폼 또는 서브시스템이 다른 형태로 대체 가능 여부 검토

[표 4-17]의 품질검증 PoC(Proof of Concept)²⁶⁵⁾에서는 효율성, 확장성, 신뢰성, 보안, 이식성을 구성요소로 하여 처리성능, 네트워크 성능, 확장성, 성숙성, 장애 회복성, 기밀성, 무결성, 부인방지, 진위증명 과 적응성 치환성을 검증하는 것으로 구성하였다.

265) S. Shahab and Z. Allam. (2020). Reducing transaction costs of tradable permit schemes using Blockchain smart contracts. A Journal of urban and regional policy, Vol. 51, pp. 302-308.

[표 4-18] 유지보수 검증 PoC(Proof of Concept)

구성요소		설명
아키텍처	모듈성	• 하나의 모듈 변경이 다른 모듈에 미치는 영향이 최소화되도록 모듈화되어 있는지 검토
	재사용성	• 블록체인 플랫폼 또는 서브시스템을 다른 새로운 시스템 구축 시 재사용 여부 검토
	편리성	• 시스템의 모니터링을 통하여 분산 환경에서의 장애 감지, 장애 원인 파악, 장애 영향 범위 분석 등 활동 검토
	변경용이성	• 분산 환경에서의 결합의 영향 범위와 수정 진행 사항, 스마트 컨트랙트의 결합, 부정 접근에 의한 부정 블록 발생 등의 대처 방안 검토
블록체인	스마트계약 상태 모니터링	• 스마트 컨트랙트에 기록된 데이터를 실시간으로 동기화 하여 데이터베이스에 저장. 일시적인 블록체인 장애상황에서도 데이터베이스에 기록된 데이터로 서비스 가능
	블록체인 네트워크 상태 관리	• 블록체인 네트워크의 과부하 상태 및 가스 수수료 상태 체크. 이 정보를 이용해 스마트컨트랙트에 기록을 위한 트랜잭션이 채굴될 확률을 향상
	스마트계약 배포 표준화	• vvisp 또는 truffle 프레임워크를 이용하여 스마트 컨트랙트의 배포 설정 관리. 여러 개의 스마트 컨트랙트를 일관성 있게 배포할 수 있음
	블록체인 클라이언트 업그레이드	• geth등 블록체인 클라이언트 버전 업그레이드에 실시간으로 대응. 클라이언트 프로그램을 컨테이너화 하여 rolling-update가 용이하도록 설계

[표 4-18]의 유지보수 검증 PoC(Proof of Concept)²⁶⁶⁾는 아키텍처의 경우는 모듈성, 재사용성, 편리성, 변경용이성에 대한 검증을 실시하며 블록체인의 경우는 스마트계약 상태 모니터링, 블록체인 네트워크 상태 관리, 스마트 계약 배포 표준화, 블록체인 클라이언트 업그레이드로 구성하여 검증을 실시한다.

266) S. Shahab and Z. Allam. (2020). Reducing transaction costs of tradable permit schemes using Blockchain smart contracts, pp.302-308, A Journal of urban and regional policy, Vol. 51.

[표 4-19] 성능검증 PoC(Proof of Concept)

실험항목 및 정의			
실험항목	단위	실험목표	가중치(%)
1. 트랜잭션 성공률	%	99% 이상	50
2. 노드 응답시간	ms	300ms 이하	30
3. 노드 업타임	%	99.9% 이상	10
4. 자동 장애 탐지율	%	90% 이상	10

실험항목 및 정의는 [표 4-19의] 실험항목 (트랜잭션 성공률, 노드 응답시간, 노드 업타임, 자동 장애 탐지율) 및 정의의 형태로 진행한다. 실험 시료는 주요 성능지표를 트랜잭션 성공률, 노드 응답시간, 노드 업타임, 자동장애 탐지율로 구성한다. 그 내용을 구체적으로 살펴보면 가)~아)의 내용으로 정리 할 수 있다.

가) 트랜잭션 성공률²⁶⁷⁾은 시료정의는 노드(Node)로 하며 측정 시료수는 $n \leq 5$ 개로 한다. 측정방법은 (1)블록체인 네트워크의 상황에 따라 적절한 가스비와 논스(nonce)²⁶⁸⁾값이 입력되어야 트랜잭션은 성공 (2) 블록체인 상황을 실시간으로 모니터링 하고 이에 최적화된 알고리즘을 이용해 가스비와 논스를 유동적으로 설정하여 트랜잭션 채굴 성공확률을 높이고 (3) 측정값은 (성공한 트랜잭션수 /총 트랜잭션 발생횟수) $\times 100(\%)$ 로 한다.

나) 노드 응답시간은 시료정의는 노드(Node)로 하며 측정 시료수는 $n \leq 5$ 개로 한다. 측정방법은 (1)노드 앞단에 설치된 API(Application Programing Interface) gateway가 적절히 노드의 부하를 분산 시켜주는지 확인하기 위한 지표 (2)응답시간이 낮아지면 어플리케이션의 실행속도가 전반적으로 향상

267) S. Shahab and Z. Allam. (2020). Reducing transaction costs of tradable permit schemes using Blockchain smart contracts, pp.302-308, A Journal of urban and regional policy, Vol51, Issue1.

268) Y. Abubakar, T.S. Adeyi, and I. G. Auta. (2014). Performance evaluation of NoSQL systems using YCSM in a resource austere environment, Performance Evaluation, Vol. 7, No. 8, pp. 23-27.

되도록 환경을 설정한다.

다) 노드 업타임은 시료정의는 노드(Node)로 하며 측정 시료수는 $n \leq 5$ 개로 한다. 측정방법은 (1)블록체인 노드가 장애를 일으키지 않고 지속적으로 네트워크와 싱크를 맞추고 있는지, 그리고 한 개의 노드에서 장애가 발생해도 바로 다른 노드로 Fallback이 되는지 확인하는 지표 (2)총 요청된 RPC(Remote Procedure Call: 원격 프로시저 호출) 횟수 - 성공한 RPC응답 횟수 / 총 요청된 RPC 횟수 $\times 100(\%)$ 로 측정한다.

라) 자동 장애 탐지율은 시료정의는 노드(Node)로 하며 측정 시료수는 $n \leq 5$ 개로 한다. 측정방법은 (1)노드에서 장애가 발생했을 때에 사전에 준비된 모니터링 시스템이 미리 알람을 쫓는지 확인 (2)최초 알람 발생 횟수 - 노드 장애 발생 횟수 / 노드 장애 발생 횟수 $\times 100(\%)$ 로 측정한다.

마) 트랜잭션 성공률에 대한 성능지표 검증근거는 (1)트랜잭션 성공률이란 특정 기간 이내에 네트워크에 전파한 트랜잭션이 실제로 블록에 채굴되는지 측정하는 양(ex. 1분 이내에 채굴 성공/실패) (2)트랜잭션 성공률을 높이기 위해선 실시간 네트워크 상황에 대한 모니터링이 필요 (3)트랜잭션 수 증가 시, 가스 비용의 증가치에 따라 확률 증가 (4)대부분의 가스 비의 경우 200블록 이내에 채굴될 확률이 상당히 저조(ether gas station)을 측정근거로 한다.

바) 노드응답시간²⁶⁹⁾에 대한 성능지표 검증근거는 (1)블록체인 클라이언트 요청 후 응답할 때까지의 시간 (2)응답시간은 블록체인 클라이언트와 사용자와의 거리, 해당 요청의 자료 크기로 결정 (3)사용자와 클라이언트의 거리는 다른 지역에서 요청이 들어오면, 가장 가까운 위치에 존재하는 블록체인 클라이언트에 요청을 배당 (4)지역 기반의 load balancing을 통해 요청을

269) A. Manuskin and M. Mirkin, I. Eyal. (2020). Secure Blockchain Scaling by Node Sharding, IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops, pp. 143-150.

지역별로 적절히 배치 해야하는 기술적 도전에 대해 해결이 필요 (5)해당요청 자료의 크기는 크기에 따라 1000ms의 응답시간을 보이며, 메모리 읽기 속도가 높은 메모리를 사용할수록 응답시간 감소를 측정근거로 한다.

사) 노드 업타임에 대한 성능지표 검증근거는 (1)업타임은 (성공한 요청 수/ 총 요청수) $\times 100$ 으로 계산 (2) 블록체인 클라이언트는 상시 p2p(peer to peer)네트워크를 통해 최신 상태로 싱크(Sync:동기화) (3)p2p 네트워크는 불규칙적으로 끊기는 불안정한 네트워크이기에 노드는 비주기적으로 블록 싱크 실패 (4) 즉각적인 노드 상태 점검을 통해 복구하지 못하면 업타임 감소 (5)따라서, 99.9%의 노드 업타임은 “자동 복구” 및 “싱크 상태 점검” 두 가지 시스템을 도입해야 하는 항목 검증을 측정근거로 한다.

아) 자동장애 탐지율에 성능지표 검증근거는 (1) 자동장애 탐지율은 (탐지된 장애 수 /총 발생한 장애 수) $\times 100$ 으로 계산 (2) 장애탐지는 특정 장애 상황을 모니터링을 의미 (3) 장애가 발생할 경우의 수를 예측 가능해야만 장애 상황을 전부 탐지 (4) 운영 노하우가 기반이 되어야 하므로 전체 장애 중 90%의 장애상황을 미리 탐지 할 수 있다는 것을 검증을 측정근거로 한다.

제 3 절 연구의 성과

1) 온라인 이력관리 플랫폼 활용 일반적 기대효과

외국인 유학생의 경우 학습/활동한 이력에 대해 검증된 DB관리 체계를 확보할 수 있으며, 해당 사항을 취합시 즉각 활용 가능하다. 기업의 경우 인재 검증을 위해 요구되는 시간적 비용적 낭비 최소화가 가능할 수 있으며, 대학의 경우 졸업생 학업경로 및 학위 검증에의 시간적/비용적 낭비 최소화가 가능하다. 인사관리 담당자의 입장에서는 능력주의 중심의 채용문화 정착이 가능하고, 우수 신입사원 확보에의 공정한 기회 확보와 정확한 인재 평가가 가능하다. 적용분야는 교육 분야에서 대학 재학기간 중 내실있는 경력개발 지원과 만족스러운 교육 서비스 제공을 통해 안정적인 재학생 충원을 관리와 성공적인 취업지원 가능, 또한 졸업 이후에도 지속적인 커리어 개발을 통한 이직 및 평생 직업 개념에서의 활용 가능성이 있고 인적자원 관리 분야에서는 인재 채용 시 검증된 데이터를 활용이 가능하며, 헤드헌터를 통한 별도의 비용절감 효과 절약효과를 거둘 수 있으며, 우수 인재를 확보함으로써 기업 성장의 발판 마련이 가능하다.

본 연구를 통해 오프라인 기반으로 개별적이고 파편화된 상태로 진행되어 오던 외국인 유학생의 한국 대학 입학과정에 필요한 국내 대학의 정보(기본정보, 유학조건, 유학과정, 유학후 취업매칭)와 외국인 유학생이 거주하고 있는 현지에서 오프라인을 통해서 대면 정보를 획득해야만 하는 현지 유학원에 대한 정보를 온라인 플랫폼을 통하여 검증된 현지 유학원을 검색 할 수 있으며, 유학에 필요한 각종 서류들을 준비하는 과정에서 발생하는 불필요한 중개 수수료와 정보의 비대칭에 따른 자원 낭비를 최소화 하고 유학생 정보의 투명성을 블록체인 검증을 통하여 확인할 수 있다. 외국인 유학생은 국내에 있는 대학 입학후 주거, 취업등 경력관리 문제 해결에 온라인 플랫폼의 도움을 받을수 있다. 본연구에서 시행한 외국 유학생과 이주노동자의 경력관리 문제 해결을 위한 온라인 플랫폼을 설계하고 이를 직접 구축하여 실제 사용자인 외국인 유학생과 이주노동자의 보상형 온라인 플랫폼을 제공한 측면에서 온라인 플랫폼 참여율 및 만족도를

제고한 측면이 있으며, 특히, 온라인 플랫폼 참여에 따른 가상화폐 보상체제는 참여율 인식 제고와 실제 외국인 유학생의 한국 대학생활 과정에서 실제 생활에 도움을 받을수 있는 내용으로 외국인 유학생들의 만족도가 높았다. 시스템 기능구현 측면에서 기존에 수기로 작성되던 내용 또는 산발적으로 데이터를 입력하고 수집되는 업무의 흐름이 원스톱 형식의 기능구현으로 사용의 편리성과 운영의 확장성을 증대한 측면에 기대한 측면이 있는 것으로 보인다. 가상화폐 보상형 온라인 플랫폼이 활용성을 증대하는 측면에서 대학과 지역사회가 연계한 가상화폐의 활용도를 높일수 있는 형태로 블록체인 기반의 추가적인 연구가 더 필요하다.

2) 온라인 이력관리 플랫폼 활용 외국인 유학생 관리 측면

외국인 유학생 20만명 시대를 맞이하여 파편화되고 분절화된, 정보의 비대칭으로 개발도상국 출신 유학생들의 한국 유학의 장벽을 통합 온라인 플랫폼을 구축하여 언제, 어디서나, 누구든지 쉽게 정보접근이 가능하고 접근하여 취득할 수 있는 데이터와 정보는 블록체인 기술을 적용하여 신뢰성을 높이고, 사용자 보상 측면의 가상화폐를 플랫폼에서 보상하는 구조로 외국인 유학생의 생활 밀착형 한국 유학 길잡이로 활용이 가능하다.

3) 온라인 이력관리 플랫폼 활용 시사점

외국인 유학생에 대한 블록체인을 활용한 온라인 이력관리 플랫폼에 대한 연구는 스마트계약(Smart Contract)을 통한 검증된 데이터를 활용한 신뢰성 기반의 블록체인을 활용하는 측면과 가상화폐를 활용한 플랫폼 참여 동기부여의 인센티브를 부여 하므로써 플랫폼의 실질적인 사용자 편의성 증대와 활용성을 확대하였다는 측면으로 파편적으로 관리되던 외국인 유학생의 경력관리 영역을 원스톱 온라인 플랫폼으로 구현하고 그에 따른 성능검증까지 확대함으로써 외국인 유학생을 위한 온라인 플랫폼의 효용성에 대한 연구를 진행 하였다.

제 5 장 결 론

외국인 유학생의 한국유학 가기와 이주노동자의 한국유입 증가에 따른 교육과 노동시장의 변화에서 외국인 유학생들의 가장 큰 고민은 유학과정이 본인들의 진로에 맞게 설계되었는지와 입학 졸업후 진로·취업 문제이며, 대학들은 매년 증가하는 외국인 입학생들이 중도탈락 또는 불법체류 하지 않고 목적인 유학생활을 기한내에 마칠수 있는지가 가장 큰 고민이다. 이런 부분에 대하여 파편적인 연구는 진행되었지만, 블록체인을 활용한 해결방안을 찾는 연구는 부족했다. 본 연구는 외국인 유학생과 이주노동자의 경력관리 온라인 플랫폼 연구의 성과로, 첫째, 한국 유학에 대한 준비를 위해 외국인 유학생이 사전에 입학서류를 준비하고 현지 유학원에 제출하며, 현지 번역검증기관에 제출하는 과정에 대하여 블록체인 기술을 적용함으로써 투명성과 신뢰성을 높일수 있는 모델을 도출하였다. 둘째, 실제 외국인 유학생들에게 필요한 한국대학의 유학관련 입학정보와 해당 대학이 소재한 지역정보, 거주정보등을 모두 제공하는 맞춤형 온라인 플랫폼을 제시 하므로써 외국인 유학생 중심의 맞춤형 유학설계모델을 제시하였다. 셋째, 외국인 유학생, 현지유학원, 번역 검증기관 간에 참여유도를 위한 가상화폐 보상형 플랫폼 모델을 제시하였다. 넷째, 외국인 유학생들에게 언어적 장벽에 대한 접근이 어려운 기존 플랫폼의 한계를 극복하는 다국어 기능 항목을 제시하므로써, 외국인 유학생의 정보 접근성을 향상 시키는 모델을 제시하였다. 구축된 모델을 평가하기 위하여 기능항목별 실험 시나리오를 작성하여 실험방법과 절차를 통하여 기능항목별 성능 검증 (PoC:Proof of Concept)²⁷¹⁾을 실시하였다. 향후, 본 연구를 기반으로 외국인 유학생과 이주노동자의 경력관리 정보에 대한 플랫폼이 활성화 되고 플랫폼에 참여하는 대학의 숫자가 증가하고 외국 현지 유학원과 현지 번역 검증기관의 참여가 증대되어 가상화폐 보상의 방법과 활용에 대한 직접적인 혜택이 증가할 수 있는 추가적인 연구와 외국인 유학생의 한국 유학생활 과정에서 사용하는 실제 적용 사례에 관한 연구를 바라며,

271) 오용석. (2018). 의료데이터의 활용을 위한 기술요소 및 활용모델연구. 『한국인터넷진흥원』, 기초연구진흥. pp. 191-209.

블록체인 기술을 활용한 외국인 유학생에 대한 대학 내 다양한 문제 해결과
외국주민 200만명 시대²⁷²⁾에 그 대상을 외국인 유학생 뿐만 아니라 외국인
이주 노동자²⁷³⁾, 결혼 이민자, 다문화 가정²⁷⁴⁾²⁷⁵⁾등으로 대상을 확대하여
블록체인 기술이 적용된 온라인 플랫폼의 효용성에 대한 후속 연구를 기대한
다.²⁷⁶⁾

272) 이항수, 이성훈. (2016). 이주 노동자 정주화 방지 원칙에 대한 연구. 『디지털 정책저널』, ISSN: 1738-1916, Vol. 14, No. 5, pp. 117-123.

273) 이윤환. (213). 정주외국인의 피선거권 도입 가능성에 관한 연구. 『한국디지털정책학회』, ISSN: 2713-6434, Vol. 11, No. 3, pp. 13-22.

274) 한국지방행정연구원. (2019). ‘외국인 주민 민원사각지대 해소방안’ 정책연구.

275) 한부영, 김필두. (2019). 외국인 주민 민원사각지대 해소방안 정책연구. 『한국지방행정연구원』, pp. 2018-2021.

276) 김후년. (2019). 외국인 근로자를 위한 평생교육에 관한 연구. 『아시아문화학술원』 인문사회 21, Vol. 10, No. 6, pp. 1621-1634.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 한국교원단체 총연합회 정책 추진국. (2018). 한국 중등교육의 국제화 활성화 방안: 한국과 중국의 중등학교 사례를 중심으로.
- 백성준. (2015). 우수 외국인 유학생 유치 정책 개선 방향, KDI 국제정책대학원, 『HRD Review』, 7. pp. 66-79.
- 장민영. (2018). 기후변화와 지속가능 법제연구: 인권-환경 이주민의 법적지위 및 보호, 『한국법제연구원』, 기후변화법제 연구, 18-17. pp. 140.
- 김태균, 김보경, 심예리. (2016). 국제개발 규범의 국내화 과정에 관한 연구: 지속가능발전 목표(SDGs)와 한국의 국내이행 정책수립에 관하여, 서울대학교 국제대학원, 『국제지역연구』, Vol. 25, No. 1, pp. 81-125.
- 이중엽. (2019). 공공서비스 분야 블록체인 기술 활용 확산 방안, 『정보통신기획평가원』, 주간기술동향. pp. 16.
- 김정호, 강성원, 안희정, 이찬건. (2018). 블록체인 오픈소프 플랫폼의 구축 및 평가, 『ICSE 소프트웨어 엔지니어링 제40회 국제컨퍼런스』, pp. 185-186.
- 김성준. (2017). 블록체인 생태계 분석과 시사점, 『한국과학기술기획평가원』, pp. 66.
- 김재생, 김경훈, 경태원. (2014). 대학생들을 위한 취업지원관리시스템의 설계 및 구축안-사례연구, 『한국디지털정책학회』, ISSN:2713-6434, pp. 329-338.
- 서용철, 박성훈, 김영목, 이재엽, 김윤. (2019). 단일노드 인스턴스에서 키-값 저장소 기반 분산 NoSQL 데이터베이스 성능비교, 『디지털콘텐츠학회 논문지』, Vol. 20, No. 11, pp. 2227-2235.
- 이용희, 오동주, 박수홍. (2015). 대학생의 활동중심 진로교육을 위한 웹기반 인터페이스 설계, 『한국디지털정책학회』, Vol. 19, No. 3. ISSN:2733-8

428, pp. 345-360.

- 윤인진. (2016). 다문화 소수자에 대한 국민인식의 지형과 변화. 디아스포라 연구, 전남대학교 『세계 한상문화 연구단』, Vol. 10, No. 19, pp. 125-154.
- 이향수, 이성훈. (2016). 이주 노동자 정주화 방지 원칙에 대한 연구, 『디지털 정책저널』, ISSN: 1738-1916, Vol. 14, No. 5, pp. 117-123.
- 이윤환. (213). 정주외국인의 피선거권 도입 가능성에 관한 연구. 『한국디지털 정책학회』, ISSN: 2713-6434, Vol. 11, No. 3, pp. 13-22.
- 송문석, 황기식. (2020). 한국체류 외국인 유학생의 공공외교 강화전략 연구, 『한국민족 연구원』, 민족연구 75, pp. 108-141.
- 이삼식, 이지혜. (2014). 초저출산현상 지속의 원인과 정책과제, 『한국보건사회 연구원』, pp. 78.
- 김후년. (2019). 외국인 근로자를 위한 평생교육에 관한 연구, 『아시아문화학술 원』, 인문사회 21, Vol. 10, No. 6. pp. 1621-1634.
- 한부영, 김필두. (2019). 외국인 주민 민원사각지대 해소방안 정책연구, 『한국지방행정 연구원』, pp. 2018-2021.
- 이현옥. (2016). 동아시아 맥락에서의 돌봄레짐 변화와 이주의 여성화-한국과 대만을 중심으로, 『비판사회학회』, 경제와 사회. pp. 239-269.
- 변수정, 조성훈, 이상립, 서희정, 정준호, 이윤석. (2014). 동아시아 국가의 다문화가족 현황 및 정책 비교연구, 『한국보건사회연구원』, Vol. 22, No. 5, pp. 32-35.
- 주종택. (2012). 중남미 이주노동자의 이주과정과 사회문화적 적응 한국과 일본의 비교연구, 『Asian Journal of Latin American Studies』, Vol. 25, No. 1, pp. 113-143.
- 이병하. (2013). 한국과 일본의 외국인 노동자 정책과 외국인 노동자 운동-이중적 시민사회와 정치적 사회구조, 『기억과 전망』, pp. 264-268.
- 이천문, 이일용. (2014). 중국과 한국의 외국인 유학생 유치·관리정책에 대한 비교분석, 『비교 교육연구』, Vol. 24, No. 1, pp. 31-52.
- 이종기. (2017). 블록체인에 의한 분산형 원장 처리. 기법의 탐색적 사례연구,

- 『전산회계 연구』, Vol. 15, No. 1, pp. 25-38.
- 우영희, 정혜령, 김용, 남창우. (2013). 원격고등교육에서 스마트 학습경력관리 지원을 위한 e-Portfolio 개발 방안 연구, 교육부, 『한국방송통신대학교』, pp. 9-11.
- 김진화, 정명호, 김재모, 유영석. (2016). 블록체인의 기술적 이해 및 도입을 위한 첫걸음. 『KORBIT』, pp. 77-85.
- 김슬기, 박대우. (2017). 사이버보안 전문가 양성을 위한 연구, 『한국 정보통신 학회논문지』, Vol. 21, No. 6, pp. 1137-1142.
- 박홍진. (2016). 다양한 NoSQL 데이터베이스의 성능평가에 대한 연구, 『한국 정보전통신학회논문지』, Vol. 9, No. 3, pp. 298-305.
- 안규황, 서화정. (2018). 블록체인을 활용한 자전거 관리 시스템 구축, 『한국 정보통신학회논문지』, Vol. 22, No. 8, pp. 1139-1145.
- 이재영. (2017). 블록체인이 제고할 가치의 인터넷, 『과학기술 정책연구원』, KDI 경제정보.
- 유거송, 김경훈. (2018). 블록체인, 『한국과학기술기획평가원(KISTEP)』, 기술 동향 브리프 2018-01호, pp. 16-19.
- 김태훈. (2016). 비즈니스 마케팅 및 금융 보안을 위한 디지털 통화 암호화에 대한 연구, 『아시아태평양저널』, Vol. 6, No. 1, 365-376.
- 문윤경, 이경제. (2015). 대학생의 역량개발을 위한 온라인 시스템 설계 및 개발, 『동국대학교 미래인재개발원』. ISSN: 1975-4701, Vol. 16, No. 6, pp. 3807-3818.
- 김분희. (2016). 다중피어 분산처리 기반 효과적 P2P 검색 알고리즘. 『한국 컴퓨터정보학회 논문지』, Vol. 11, No. 5, pp. 29-37.
- 박건철, 유민주, 도성룡, 조대근. (2017). 디지털 기반 공유경제 활성화 방안 연구, 『서울 디지털 재단』, pp. 38-42.
- 강승준. (2018). 블록체인 기술의 이해와 개발 현황 및 시사점, 이슈 리포트, 『정보통신산업진흥원』, 2018-제13호.
- 김성훈. (2016). 현금 없는 경제:의미와 가능성. KERI Brief 16-28, 『한국경제 연구원』, pp. 1-14.

- 박선중, 김용재, 오석은. (2018). 중앙은행의 디지털화폐 발행시 법률적 쟁점, 중앙은행 디지털 화폐연구, 『한국은행 금융결제국』, 공동연구보고서, 12. pp. 7-8.
- 오서영, 이창훈. (2017). 부동산 시장의 신뢰성 향상을 위한 블록체인 응용기술, 『한국전자거래학회』, Vol. 22, No. 1, pp. 51-64.
- 박지우, 이동영. (2018). 블록체인 기술의 국내외 동향과 시사점, 『서강대학교 지능형 블록체인 연구센터』, pp. 21-23
- 김미정, 이수진. (2017). 4차산업혁명 기반 사물 인터넷 비즈니스 플랫폼 개발 연구, 『전산회계연구』, Vol. 15, No. 2, pp. 1-18.
- 배유미, 정성재, 소우영. (2014). 웹서버 구성을 통한 가상머신과 컨테이너 방식 비교 분석, 『한국 정보통신학회논문지』, Vol 18, No. 11, pp. 2670-2677.
- 아드리안 모트. (2016). 제대로 배우는 도커, 『비제이퍼블릭』. pp. 108-111.
- 아카하네 요시하루, 아이케이 마나부. (2017). 블록체인 구조와 이론, 『위키북스 출판』, pp. 67-69.
- 이재홍. (2014). 가장 빨리 만나는 Docker, 『길벗』, pp. 15-23.
- 이종기. (2017). 블록체인에 의한 분산형 원장 처리. 기법의 탐색적 사례연구, 『전산회계 연구』, Vol. 15, No. 1, pp. 25-38.
- 소아람, 임희석. (2015). 온라인 학습 환경에서의 디지털 콘텐츠 평판도 측 정 알고리즘, 『한국정보과학회 학술발표논문집』, pp. 1364-1366.
- 포스코 경영연구원(2017). 블록체인(Blockchain)의 등장과 기업 금융에 미 치는 영향, pp. 301-305.
- 한국은행 금융결제국. (2016). 『분산원장 기술의 현황 및 주요 이슈』, 한국은행 연구보고서, pp. 253.
- 한국지방행정연구원. (2019). 외국인 주민 민원사각지대 해소방안 정책연구.
- 행정안전부. (2018). 지방자치 단체 외국인 주민현황.
- 고용노동부. (2018). 블록체인 기반의 채용 정보제공 시스템 구축방안 검토.
- 대학저널. 2019. 9. 25. <https://dhnews.co.kr/>.
- 한국고용정보원. <https://www.keis.or.kr/>.

한국고용정보원 EPS(Employment Permit System). <http://www.eps.go.kr/>.
이민정책연구원. <http://mrtc.re.kr/>.
(재)경기도 가족여성연구원. <http://www.gfwri.kr/>.
교육부, 국립국제교육원. <http://www.studyinkorea.go.kr/>.
wiki.hash.kr/index.php/두드림체인/.
<http://eps.hrdkorea.or.kr/e9/user/programs/programs.do?method=programGuid/>.
<https://blog.naver.com/matongyeu/30147807717/>.
<https://nowformosa.blogspot.com/2017/12/>.

2. 국외문헌

- A. Kosba, A. Miller, E. Shi, Z. Wen, and C. Papamandthou. (2016). Hawk: *The blockchain model of cryptography and privacy-preserving smart contract, Security and Privacy (SP)*. IEEE Symposium on, pp. 839–858.
- B. J. Chun. (2012). The effects of social capital and accumulation stress on school adaptation of adolescents of multi cultural family. *The Journal of Digital Policy & Management*, Vol. 10, No. 11, pp. 29–38.
- V. Buterin. (2014). *A next generation smart contract and decentralized application platform*. pp. 21–23.
- K. H. Lee, and S. H. An. (2014). A study on the educational tasks for revitalizing the competency based education. *The Korea Educational Review*, Vol 20. No. 1, pp. 141–173.
- K. Schwab. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- S. Stone. (2017). *Building blockchain apps with hyperledger computer*, node summit. San Francisco.
- S. Nakamoto. (2012). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*.
- J. Condos. (2015). *Blockchain technology*. National Association of Secretaries of State.
- L. J. We, K. Meng, and S. Xu. (2017). *Democratic centralism: a hybrid blockchain architecture and its applications in energy internet*. First IEEE, International Conference on Energy Internet, pp. 176–181.
- O. Alphand, M. Amoretti, and T. Claeys. (2018). *IoTChain: A blockchain security architecture for the internet of things*. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01705455>, pp. 1–7.
- I. C. Lin, and T. C. Liao. (2017). *A survey of blockchain security issues*

- and challenges*, pp. 653–657.
- A. Yosihalu, and A. Manabu. (2017). *Consensus algorithm in blockchain structure and theory*. Wikibook, ch.8, pp. 109.
- D. Randall, P. Goel, and R. Abujamra. (2018). *Blockchain application and use cases in health information technology*. Top 10 Contributions on Bioinformatics & Systems Biology.
- K. Khamila, N. Skorski, J. Hadinoto, and K. Kraft. (2018). *Incorporating seller/buyer reputation based system in blockchain enabled emission trading application*.
- Z. Zheng, S. Xie, H. N. Dai, and H. Wang. (2018). *Blockchain challenges and opportunities: A survey*, Inter–science Enterprise Ltd. pp. 354–361.
- Helium Blockchain Alliance. (2017). *Construction operations built information exchange meets blockchains*. BIM & CoBie Blockchain, cobieblockchain.com.
- C. Kummarasinghe, K. Liyange, W. Madushanka, and R. Mendis. (2016). *Performance comparision of NoSQL database in pseudo distributed mode: Cassandra, Mongo DB & Redis*.
- H. KHazaei, M. Fokaefs, S. Zareian, N. Beigi–Mohammad, B. Ramprasad, M Shtern, P. Gaikwad, and M. Litoiu. (2016). *How do I choose the right NoSQL solution? A comprehensive theoretical and experimental survey*. Big Data and Information Analytics (BDIA), Vol. 2, pp. 1.
- L. Umek, A. Aristovnik, N. Tomazevic, and D. Kerzic. (2015). *Euraisa Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. No. 6, pp. 1495–1505.
- E. Gribaudo, and M. Iacono. (2014). *performance evaluation of NoSQL big–data application using multi formalism models*. Future Generations Computer Systems, Vol. 37.

- E. Schmidt, and M. Cohen. (2013). The new digital age, reshaping the future of people. *Nations and Business*: pp. 1–35.
- J. Bonneau et al. (2015). *SoK:Research perspective and challenges for bitcoin and crypto currencies in 36th IEEE Symposium on Security and Privacy*. May 18–20.
- E. H. Choi, and M. S. Choi. (2014). Design and development of an e–portfolio system for university students’ learning skills and career development. *The Journal of Education Technology*, Vol. 30, No. 3, pp. 493–523.
- J. H. Lim, K. S. Na, and S. C. Kim. (2019). *A study on performance indicator of university students’ career information management system using blockchain technology*. IJAST, Vol. 28, No. 5, pp. 166–173.
- J. Bernardino. (2013). *NoSQL databases: Mongo DB vs cassandra. Proceedings of the International Conference on Computer Science and Software Engineering*.
- A. Nayak, A. Poriya, and D. Poojary. (2013). Type of NoSQL databases and its comparison with relational databases. *International Journal of Applied Information System*, Vol. 5, No. 4.
- A. Gandini, M. Gribaudo, W. J. Knottenbelt, R. Osman, and P. Piazzolla. (2014). Performance evaluation of NoSQL databases. *Lecture Notes in Computer Science*, No. 8721.
- Y. Abubakar, T. S. Adeyi, and I. G. Auta. (2014). Performance evaluation of NoSQL systems using ycsm in a resource auste environment. *Performance Evaluation*, Vol. 7, No. 8, pp. 23–27.
- A. Oussous, F. Benjelloun, A. A. Lachen, and S. Belfkih. (2015). *Comparision and classification of NoSQL databases for big data. Proceedings of International Conference on Big Data, Cloud and Application*, Vol. 2.

- S. Shahab, and Z. Allam. (2020). Reducing transaction costs of tradable permit schemes using blockchain smart contracts. *A Journal of Urban and Regional Policy*, Vol. 51. No. 1, pp. 302–308.
- A. Manuskin, M. Mirkin, and I. Eyal. (2020). *Secure blockchain scaling by node sharding*. IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops, pp. 143–150.
- https://withmigrants.org/xe/data_01/2856/.
- <https://www.talao.io/whitepaper/>.
- <https://certificates.media.mit.edu/>.
- <https://verify.unic.ac.cy/verify/>.
- <https://blog.naver.com/dainleaders/>.
- <https://medium.com/dodreamchain/>.

ABSTRACT

A Study on Online Platform with Exploiting Blockchain

– Centered on Career Path for International Students –

Lim, Jin-Ho

Major in Smart Convergence Product

Dept. of Smart Convergence Consulting

The Graduate School

Hansung University

As of 2019, about 160,000 international students are studying in Korea, and about 300,000 international students are expected to study in Korea by 2023, and it is required to carry out an integrated and systematic online platform for career path of international students and migrant workers. At the time when an online platform is needed, through my thesis, it is proposed that the design of a crypto-currency compensation integrated online platform with exploiting blockchain technology and platform economy. In addition, the proposed system architecture and implementation methodology could be proven data reliability and verification with exploiting blockchain technology. Otherwise, it could arise insufficiency in the online platform. What I presented online platform, so called “DoDream Chain”, have numerous features. First, it supports international students centered study abroad design through a smart contract between international

students, local study abroad academies, and notarized translation agencies. Second, the online platform is able to supports the motivation for studying in Korea and career management through studying abroad career goals and career plans. Third, it could support dropout rate prevention by regular observation. Fourth, it is able to prepare for admission of international students and after graduating from the study abroad course, comprehensive history management for all courses. Fifth, it could show studying abroad realistically by comparing employment requirements with alumni of international students through employment matching which is configured to enable customized design of overseas studying life.

On my thesis, it presents optimized solution about biggest concern of international students who want to study abroad to solve several problems that arise in the future, solution with exploiting blockchain technology and platform economy. In addition, I present a crypto currency compensation online integrated platform that applies blockchain technology for data reliability and verification.

Hopefully, the information generated by the online platform that provides verified data shall build customized services for individual international students to prevent illegal staying and reduce dropout rates as a lighthouse. In particular, as a virtual currency rewarded online platform, I look forward to further research with exploiting this study in the direction that its usability can be increased in a various platform economy environments.

【Key word】 Blockchain, International Students, Online Platform, Crypto Currency, Migrant Worker