



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원 저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리와 책임은 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



석사학위논문

제스처 인식을 이용한 IVI 시스템 제어

- 근접센서를 활용한 제스처 인식 -



한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합기술컨설팅전공

정 순 철

석사학위논문
지도교수 홍정완

제스처 인식을 이용한 IVI 시스템 제어

- 근접센서를 활용한 제스처 인식 -

IVI System Control Using Gesture Recognition

: Gesture recognition using proximity sensor



2019년 6월 일

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합기술컨설팅전공

정 순 철

석사학위논문
지도교수 홍정완

제스처 인식을 이용한 IVI 시스템 제어

- 근접센서를 활용한 제스처 인식 -

IVI System Control Using Gesture Recognition

: Gesture recognition using proximity sensor

위 논문을 컨설팅학 석사학위 논문으로
제출함

2019년 6월 일

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합기술컨설팅전공

정 순 철

정순철의 컨설팅학 석사학위 논문을 인준함

2019년 6월 일



심사위원 _____(인)

심사위원 _____(인)

심사위원 _____(인)

국문초록

제스처 인식을 이용한 IVI 시스템 제어
- 근접센서를 활용한 제스처 인식 -

자동차 시장은 커넥티비티, 스마트카의 보급이 확산되고 있다. 이와 병행하여 주행 중인 자동차 내부에 제어해야 할 기기들의 기능이 다양해지고 있어, 이를 제어하기 위한 방법이 기존 스위치 방식, 터치 스크린 방식을 벗어나, 음성인식, 제스처 인식 등으로 발전해 가고 있는 추세이다. 자동차 제스처 인식 시장이 인포테인먼트 시스템을 중심으로 빠르게 성장하면서 2018년부터 2024년까지 연평균 44%의 성장세를 이어갈 것이란 전망도 있다. 제스처 인식과 음성인식은 운전자가 운전 중 차량 내 기기를 제어할 때 주의 분산을 방지하기 위한 기술로 자동차 회사들이 경쟁적으로 연구하고 있는 분야이다.

AI 기반 음성인식 기술은 IT기업들인 Google, Apple 등의 주도하에 자동차에 적용 중에 있으며, 제스처 인식 기술은 완성차 기업 또는 정보기기 기업들이 주도적으로 진행하고 있는 기술이다. 대부분의 기업들은 주로 카메라기반 비전센서를 이용하여 제스처를 구현하고 있다. 비전센서는 다양한

제스처를 구현 할 수 있는 장점이 있지만, 영상처리를 위하여 하드웨어 시스템의 성능이 중요하고, 조명 등 외부환경에 영향을 많이 받는 단점이 있다. 본 연구에서는 저렴한 가격으로 손쉽게 제스처를 구현할 수 있는 시스템을 개발하기 위하여 근접센서를 활용하여 진행 하였다.

주제어: 제스처인식, 근접센서, 인포테인먼트 시스템, 안전운전, UI/UX



목 차

I. 서론	1
1.1 연구의 배경 및 필요성	1
1.1.1 연구의 배경	1
1.1.2 연구의 필요성	4
II. 선행연구	8
2.1 선행 연구	8
2.2 근접 센서	11
III. 연구 내용	17
3.1 타겟 시스템 및 센서 설정	1
3.2 두 개의 센서를 활용한 제스처 인식	22
3.2.1 근접센서 두 개의 설치위치와 제스처	72
3.2.2 제스처 인식 흐름도	3
3.3 세 개의 센서를 활용한 제스처 인식	23
3.3.1 좌측에서 우측 이동 제스처 실행 처리	23
3.3.2 우측에서 좌측 이동 제스처 실행 처리	33
3.3.3 아래쪽에서 위쪽 이동 제스처 실행 처리	33
3.3.4 위쪽에서 아래쪽 이동 제스처 실행 처리	33
3.4 제스처 인식을 이용한 시스템 동작	33
3.4.1 Home	33
3.4.2 iPod	3
3.4.3 USB	3
3.4.4 Phone	3
3.4.5 TV	3
3.4.6 기타	3
3.5 제스처 인식을 위한 GUI 구성 제안	41
IV. 결론	42
4.1 한계점	4
4.2 향후 발전 방향	4

참고문헌 4

ABSTRACT 4



표 목 차

[표 1-1] 위반행위별 교통사고 사망자	4
[표 1-2] Percentage of time engaged by potential distraction within categories of vehicle movement	5
[표 1-3] 운전자 산만의 유형	6
[표 2-1] 근접센서의 비교표	61
[표 3-1] Specifications for R8C/33T Group	02
[표 3-2] 근접센서를 활용한 제스처 기능	3 2
[표 3-3] 손 이동시간 단계 구분	62
[표 3-4] 근접센서 수평배치의 경우 제스처	8 2
[표 3-5] 근접센서 수직배치의 경우 제스처	9 2
[표 3-6] 근접센서 세 개 배치의 경우 제스처	4 3

그 림 목 차

[그림 1-1] 주의 심각도에 대한 이벤트 비율	2
[그림 1-2] 우리나라 운전자들의 위험 행위	2
[그림 1-3] AAA사 운전자 주의분산 연구 평가	3
[그림 1-4] 주요분산원인-인포테인먼트시스템 조작	7
[그림 2-1] BMW 에어터치 구조	9
[그림 2-2] 투과식 근접센서	11
[그림 2-3] 반사식 근접센서	21
[그림 2-4] 확산식 근접센서	21
[그림 2-5] 유도형 근접센서	31
[그림 2-6] 정전용량 근접센서	31
[그림 2-7] 자기식 근접센서	41
[그림 2-8] 초음파식 근접센서	41
[그림 2-9] 자기식 근접센서를 활용한 안전벨트	5·1
[그림 2-10] 주차 보조 시스템	51
[그림 3-1] 근조도 센서 PIN 정의 및 블록도	7 1
[그림 3-2] 근접센서 내부 블록도	8 1
[그림 3-3] 근접센서 Interrupt Mode	9 1
[그림 3-4] 인포테인먼트 시스템-M9	9 1
[그림 3-5] 근접센서 모듈과 시스템 연결 구성도	2·2
[그림 3-6] 근접센서 배치도	32
[그림 3-7] 근접센서 모듈 구성	42
[그림 3-8] 캘리브레이션 절차	62
[그림 3-9] 근접센서 두 개 수평배치 예	8 2
[그림 3-10] 근접센서 두 개 수직배치 예	9 2
[그림 3-11] 근접센서 모듈 제스처 인식 워크플로	1·3
[그림 3-12] 근접센서 기반 제스처 적용 테스트 화면	1·3
[그림 3-13] 세 개의 센서배치	23
[그림 3-14] 세 개의 센서배치 예	43

[그림 3-15] Home 다음페이지/이전페이지 Gesture	6·3
[그림 3-16] iPod Music 다음곡/이전곡 Gesture	7·3
[그림 3-17] USB Movie 다음영화/이전영화 Gesture	7·3
[그림 3-18] USB Music 다음곡/이전곡 Gesture	8·3
[그림 3-19] USB Photo 다음사진/이전사진 Gesture	8·3
[그림 3-20] Phone 전화 받기/거절 Gesture	9·3
[그림 3-21] TV 다음채널/이전채널 Gesture	9·3
[그림 3-22] LCD ON/OFF Gesture	40
[그림 3-23] MUTE ON/OFF Gesture	41
[그림 3-24] 회전 형태의 GENIVI 스타일 GUI	14
[그림 3-25] GUI 메뉴 배치와 스크롤 방향	44
[그림 4-1] 스티어링 휠 설치 예상도	44
[그림 4-2] 디지털 인스투르먼트 클러스터와 HUD 적용	54

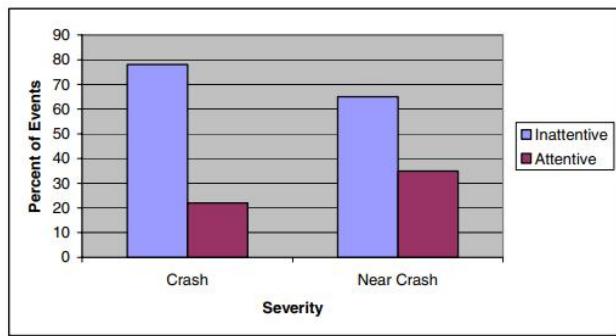
I. 서론

1.1 연구의 배경 및 필요성

1.1.1 연구의 배경

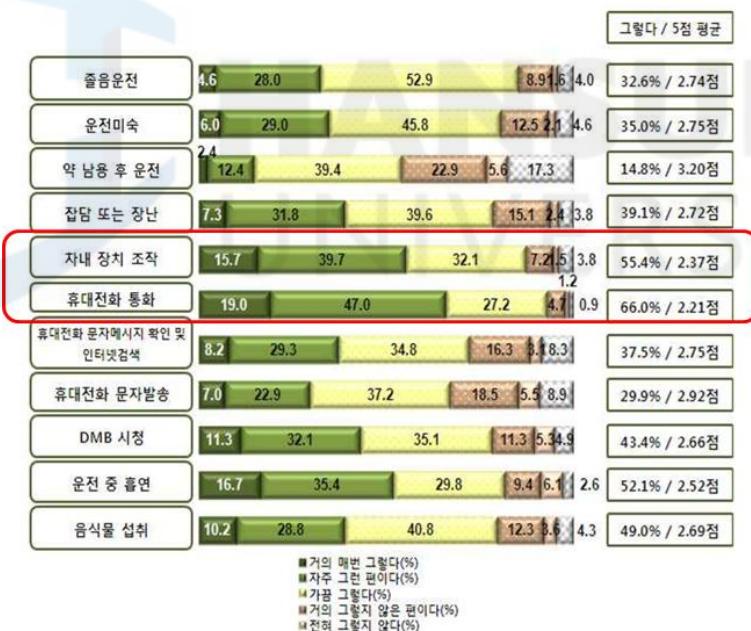
주행 중 차량 내 인포테인먼트 시스템(IVI : In-Vehicle Infotainment system)을 조작하는 행위는 운전자의 주의를 분산시켜 안전운전에 위협이 되어 교통사고를 유발하는 주요한 요인이 되고 있다. 이를 입증하는 내용으로 미국도로교통안전국(NHTSA)의 사고 데이터베이스 분석에 따르면, 미국에서 일어나는 전체 교통사고의 25~30%가 운전자의 부주의가 원인이 된다. 이러한 교통사고 중 약 50% 정도는 차량 내에서 휴대 전화 통화나 내비게이션과 같은 차량 편의 및 정보 기기를 사용하는 것에서 기인하는 것으로 나타났다 (윤세원, 2013).

2005년 The 100-Car Naturalistic Driving Study 자료[그림 1-1]에 따르면 자동차 충돌사고의 78%가 부주의한 운전과 관련된 것으로 나타났으며 (Neale V, Dingus T, Klauer S, Sudweeks J, Goodman M, 2005), 2006년 미국도로교통안전국(NHTSA)의 The Impact of Driver Inattention On Near-Crash/Crash Risk 자료에 따르면 자동차의 주행 데이터를 분석한 결과 운전자의 시선이 주행 중에 2초 이상 벗어나는 행위는 자동차 사고율을 증가시키게 되고, 차내에서 복잡한 행동을 할 경우 사고나 사고위험 상황에 이를 확률이 3배 정도 향상되는 것으로 나타났다(Klauer S, Dingus T, Neale V, Sudweeks J, Ramsey D, 2006).



[그림 1-1] 주의 심각도에 대한 이벤트 비율
(NHTSA, 2005)

2012년 교통안전공단의 교통사고 안전운전 불이행 유형 및 원인분석 연구 자료에 따르면 [그림 1-2]와 같이 운전 위험행위 중 ‘운전 중 휴대전화 통화 66%, ‘운전 중 차내 장치 조작 55.4%’로 높은 응답이 나와 있다.



[그림 1-2] 우리나라 운전자들의 위험 행위(조준한, 2012)

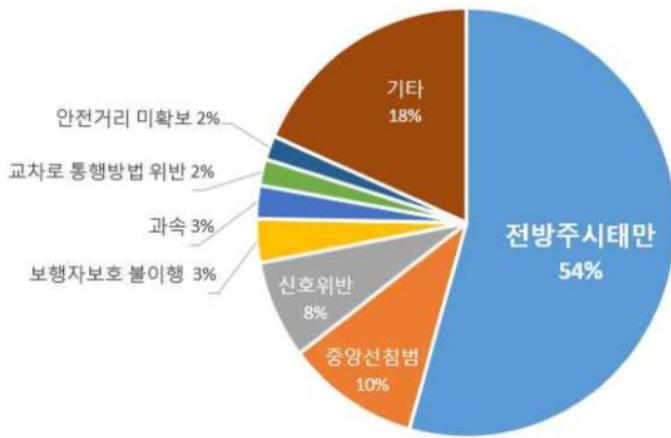
공공 안전에 대해 연구하는 AAA(American Automobile Association)는 2018년 중순경 총 24개 브랜드 40개 차종에 대한 운전자 주의분산 방지 관련하여 평가 등급을 [그림 1-2]와 같이 Low, Moderate, High, Very High

등 총 4단계로 구분하여 우수성을 평가하여 발표하였다. Low에 가까울수록 운전자 주의분산 방지 기능이 뛰어나지만, 현재까지 Low 등급을 받은 차종은 없는 것으로 나와 있다. AAA의 평가 항목 중에는 운전자가 자주 조작하게 되는 AVN(Audio Video Navigation) 시스템이 운전을 방해하지 않도록 음성 인식, 집중 조작계, 터치스크린 반응성 등이 포함되어 있다. 차량 내 인포테인먼트 시스템의 조작이 운전자 주의분산에 대한 많은 영향을 주고 있다.



[그림 1-3] AAA사 운전자 주의분산 연구 평가(HMG 저널, 2018)

2010년 경찰청 통계자료 [표 1-1]에 따르면 2010년 발생한 교통사고 사망자의 54%는 전방주시 태만으로 나오고 있다.



[표 1-1] 위반행위별 교통사고 사망자(경찰청, 2010년 기준)

주행 중 전방주시 태만의 원인에는 DMB나 내비게이션과 같은 차량 내에서 인포테인먼트 시스템을 조작하거나 시청하는 데 있다. 이에 따라 도로교통법 제49조에 의해 운전 중 DMB를 시청할 수 없도록 하는 규제가 시행되고 있으며, 자동차 회사나 차량 내 인포테인먼트 시스템 개발 기업들도 주행 중 DMB 시청을 할 수 없도록 시스템을 개발하여 출시하고 있다. 그러나, 운전 중 인포테인먼트 시스템 조작에 대한 방지 대책은 특별히 없으며, 이보다는 운전자 주의 분산을 조금이라도 방지하기 위한 인터페이스 개발(음성인식, 제스처 인식, 터치스크린, 집중키 등)에 집중하고 있다.

1.1.2 연구의 필요성

운전한다는 행위 자체만으로도 주의력을 집중해서 해야 할 만큼 조심스럽고 복합적인 작업으로 운전을 하면서 동시에 다른 행위를 하는 것은 운전 수행 능력을 저하하여 안전운전의 위협을 초래한다. 그러나, 많은 운전자가 주행 중에 스티어링 휠 리모컨이나 센터페시아에 위치한 버튼을 조작하거나 터치스크린을 조작하는 등의 행위를 하고 있는데, 이는 교통사고를 유발하는

주요 원인 가운데 하나이며, 2006년 미국 자동차 협회에서는 [표 1-2]와 같이 운전 중 주의분산을 일으키는 행동을 나누어 유형별 비중을 나타내었으며, 조사 결과에 의하면, 음악이나 라디오를 켜거나 오디오를 조절하는 등의 행위가 72.5%로 주의분산을 일으키는 행동의 대부분을 차지하였다(윤세원, 2013). 차량의 안전사고 원인에 대한 분석 및 통계 등의 결과를 보면, 차량 내 주의분산의 원인중 하나인 정보시스템 조작 및 사용으로 인한 사고 위험을 최소화하기 위하여, 차량 내 인포테인먼트 시스템 설계 시 주의 분산을 최소화할 수 있는 인간공학적 측면을 고려해야 할 필요가 있다.

Distraction	Vehicle Movement		Overall
	Moving	Stopped	
Talking on cell phone	1.1	2.1	1.3
Dialing/answering cell phone	0.2	0.4	0.2
Eating/drinking	1.5	1.8	1.5
Preparing to eat or drink	3.2	2.8	3.1
Music/audio on	71.5	71	71.4
Manipulating audio, etc.	1.1	1.1	1.1
Smoking	1.5	1.3	1.5
Lighting/extinguishing	0.04	0.04	0.04
Reading	0.3	3.4	0.8
Grooming	0.3	0.8	0.4
Internal distraction			
Reaching	1.7	5.5	2.3
Manipulating controls	0.9	3.8	1.4
Other internal distraction	1.1	3.2	1.4
External distraction	1.6	6.4	2.3
Other vehicle occupant			
Baby	0.4	0.3	0.4
Child	0.3	0.2	0.3
Adult	0.3	0.4	0.3
Conversing	15.3	16.3	15.5
Overall	84.7	15.3	100

[표 1-2] Percentage of time engaged by potential distraction within categories of vehicle movement(미국자동차협회, 2006).

미국도로교통안전국(NHTSA)에서는 운전자 주의분산의 종류를 [표 1-3]

과 같이 시각, 생체역학, 청각, 인지 등 네 가지로 분류하였다. 이 중 시각에 의한 주의분산은 운전자가 전방을 주시하지 않음으로써 발생한다(윤세원, 2013). 생체역학에 의한 주의분산은 핸들을 조작하거나 차량 내 기기를 조작할 때 발생한다(윤세원, 2013). 청각에 의한 주의분산은 운전 중 휴대폰을 사용하거나 라디오나 음악 등을 청취하거나 동승한 승객과 대화를 할 때 발생한다(윤세원, 2013). 인지에 의한 주의분산은 운전자의 주의를 빼앗는 모든 생각을 포함하고 있다(윤세원, 2013).

운전자 산만의 유형	
Visual (시각)	A driver sees objects or events and this impairs the driver's observations of the road environment.
Biomechanical (생체역학)	A driver is doing something physical that is not related to driving. for example, reaching for something or holding an item.
Auditory (청각)	Sounds prevent drivers from making the best use of their hearing or draw their attention to whatever caused the sound.
Congnitive (인지)	A driver is thinking about something not related to driving the vehicle.

[표 1-3] 운전자 산만의 유형 (NHTSA).

기승도는 운전자의 운전 중 주의분산 행동이 자동차 사고에 얼마나 영향을 미치는지 연구를 수행하였다(기승도, 2011). 운전자의 주의분산 행동변수로 운전 중 딴생각, 음식물 섭취, 휴대전화 사용을 적용하였고 이러한 변수가 교통사고 증가에 원인이 되는 것으로 분석하였으며, 이러한 운전 중 주의분산을 야기할 수 있는 행동을 하지 않도록 규제법안 마련과 홍보 활동 강화를 강조하였다(조준한, 2012).

본 연구는 운전 중 주의 분산 원인을 [그림 1-4]와 같이 차량 내 인포테

인먼트 시스템을 조작하는 행동으로 인식하고, 이 중 시각 및 생체역학의 주의분산을 조금이라도 줄이기 위한 방법으로 근접센서를 활용한 제스처 인식을 연구하였다.



[그림 1-4] 주요분산원인-인포테인먼트 시스템 조작

차량 내에서 제스처 인식에 사용하는 센서는 비전 센서를 많이 사용하고 있다. 완성차 업체들은 대부분 고급 차에 신기술을 적용하는 게 일반적이다. 제스처 인식 또한 비전 센서를 이용하여 다양한 제스처 기능을 적용할 수 있도록 연구 개발하여 적용하려고 하는 추세이다. 비전 센서를 사용하면 제스처를 다양하게 개발할 수 있는 장점이 있다. 그러나 비전 센서의 특성상 외부환경 즉, 조명의 영향을 많이 받는 단점과, 영상처리를 위해서 고성능 프로세서가 필요하다. 그렇기 때문에 비전센서 기반 제스처 인식 시스템은 가격이 고가이기 때문에 보급형 차량으로 당장 기술 보급이 이루어지기 어려운 실정이다.

본 연구의 목적은 제스처 인식을 고급 차량 등 특수층을 위한 기술이 아니라 다수의 운전자가 손쉽게 사용할 수 있도록 보급하자는 데 있기 때문에, 비교적 가격이 저렴한 근접센서를 활용하여 구현하였다.

II. 선행연구

제스처(Gesture)는 사용자가 특정 대상과의 의사소통하는 데 손동작 및 몸동작, 표정 등을 통해 자신의 의사를 전달하는 비언어적인 의사소통 방식을 의미한다. 제스처 기반의 인터페이스는 사용자가 시스템을 제어하는 데 마우스, 터치펜과 같은 전통적인 포인팅 방식이 아니라 사용자의 물리적인 움직임에 반응하여 시스템을 제어하는 사용자 인터페이스의 한 종류이다(정희웅, 2014).

2.1 선행 연구

자동차에서 기기 조작으로 인한 주의 분산을 방지하기 위한 사용자 인터페이스에 대한 선행 연구들이 있었으며, 지금도 학교, 자동차 회사 등 여러 연구 단체들에서도 선행 연구들이 진행되고 있다. 일부는 이미 차량에 적용되어 상용화된 사례들도 있다. 본 장에서는 근접센서를 이용한 제스처 인식에 대한 연구와 유사한 선행 연구나 상용화 사례들에 대하여 조사하였다.

폭스바겐은 2015 국제전자제품박람회(CES)를 통해 선보인 콘셉트카 ‘골프 R 터치’의 인포테인먼트 시스템에 적용하여 실내에 다섯 개의 센서를 장착하여 내비게이션, 오디오 그리고 시트를 조정할 수 있도록 구현하였으며, 2016년 골프 페이스리프트 차량에 이러한 제스처 컨트롤 시스템을 탑재하였다(MOTOR GRAPH).

BMW는 ‘BMW I Vision Future Interaction’ 콘셉트 카의 대시보드에 센서를 내장하여 손을 좌우로 흔드는 것과 누르는 듯한 제스처를 취하면 이를 인식하는 “에어터치”를 적용하여 2016 국제전자제품박람회(CES)를 통해서 발표하였다. 에어터치의 제스처 제어를 쉽게 하기 위하여 UI를 리스트 형태로 배치하지 않고 타일 방식으로 배치하였다. BMW 에어터치의 특징으로 햅틱

(Haptic) 기술이 있는데, 이 기술은 운전자가 허공에서 스크린 위의 버튼을 누르면 해당 버튼을 제대로 눌렀는지 확인하기 어렵기 때문에, 센터페시아 스크린 아래에 있는 패널에서 초음파를 발생하여 손에 진동을 전달하여 운전자가 버튼 눌림 상태를 인지할 수 있도록 하는 기술이며, 이를 구현하기 위한 시스템이 [그림 2-1]과 같이 구성되어 있다.



[그림 2-1] BMW 에어터치 구조

콘티넨탈은 시스템을 클러스터 내에 통합하고 스티어링 휠 위의 제스처 인식 존에서 제어를 실행하는 제스처 컨트롤 기술을 공개했다. 이 기술은 클러스터 내에 통합된 ToF(Time of Flight) 센서를 이용하여 구현된다. 스티어링 휠을 잡고 있는 양손의 엄지로 스와이프 동작을 이용하여, 운전자의 전화 착신 호출의 승인, 필요한 주행모드 활성화, 선호하는 곡 플레이 등을 수행할 수 있다.

LG전자는 자동차 천정에 설치된 카메라를 통하여 운전자의 손 움직임을 인식하여 음악 볼륨 조절, 크루즈 컨트롤 작동 등을 수행할 수 있는 움직임 감지 시스템을 메르세데스 벤츠에 공급할 계획이다.

기아자동차는 2019 국제전자제품박람회(CES)에 자동차 천정에 설치된 카메라를 이용하여 운전자의 손가락과 시선을 인식하여 차량을 제어할 수 있는 ‘실시간 감정반응 차량제어 시스템(R.E.A.D.)’을 구현한 콘셉트 카를 발

표하였다. 이 차에 적용된 제스처 기술은 일명 “V(Virtual) 터치” 이다.

메르세데스 벤츠도 2019 국제전자제품박람회(CES)에 음성인식 AI인 MBUX에 제스처 컨트롤을 추가하여 발표했다. 내비게이션에 “우리집”을 등록하고 제스처 컨트롤을 설정해 놓고 운전자가 허공에 손가락을 V자로 벌리는 제스처를 만들면 등록된 ‘우리집’으로 길 안내를 시작한다.

중국의 경우 전기차 스타트업 기업인 Byton에서 2019년 연말에 출시 예정인 전기 스포츠 유틸리티 차량(SUV)에 제스처 컨트롤을 탑재하겠다고 발표했다. 음악을 듣다가 볼륨을 제어하고 싶으면 허공에 버튼이 있다고 가정하고 손을 뻗어 오른쪽이나 왼쪽으로 돌리는 제스처를 하면 볼륨 제어를 할 수 있다.

Leap Motion을 활용한 학습 환경에서의 제스처 인식 인터페이스 연구에서는 손동작을 3D 형태로 캡처하여 분석 후 애플리케이션에서 모션 컨트롤을 수행할 수 있는 장치인 Leap Motion을 이용하여 새로운 제스처 인식 인터페이스 모델을 제안하였다(구본창, 김준호, 조준동, 2014).

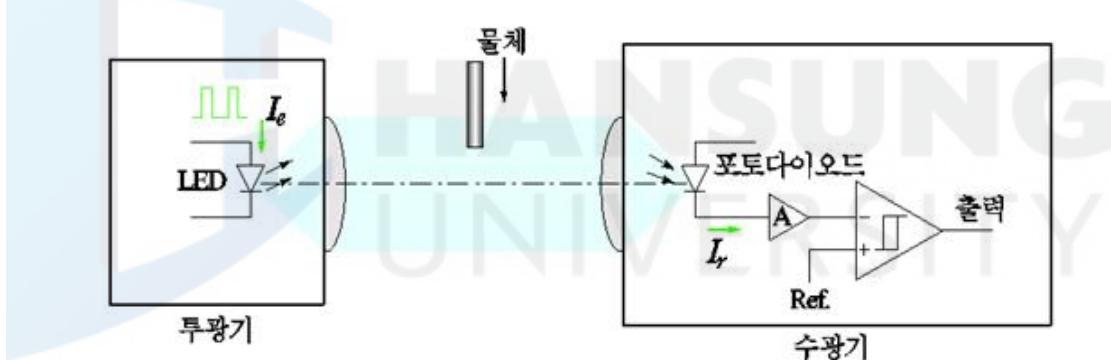
Gesture recognition using proximity sensors with mojo에서는 소아마비 및 기타 신체적 장애를 앓고 있는 사람들을 위하여 울트라 소닉 근접 센서를 사용하여 제스처를 인식하여 시스템과 효과적으로 상호 작용할 수 있도록 도와준다(Nagendra Balachandra, 2016).

본 연구에서는 주행 중 인포테인먼트 시스템 조작으로 인한 운전자 주의 분산을 줄이는 방법으로 기존 터치스크린으로 제어하는 방식의 시스템을 시스템 구성이 단순하고 비교적 가격이 저렴한 근접센서를 이용하여 제스처를 인식하고 이를 이용하여 인포테인먼트 시스템을 손쉽게 조작할 수 있도록 모듈을 개발하였으며, 이 모듈을 실제 제품에 적용해 보고 제스처 인식의 기능 검증을 수행하였다.

2.2 근접 센서

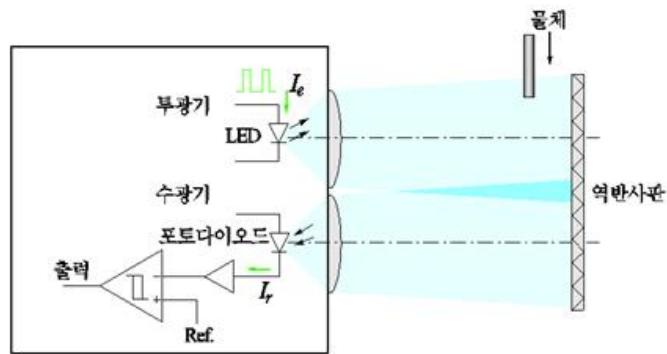
본 장에서는 이번 연구에 사용한 근접센서에 대한 이해를 위하여 근접센서의 종류와 원리에 대하여 분석하였다. 근접(Proximity)센서란 감지하려고 하는 대상과 센서 사이에 물리적인 접촉 없이 물체의 존재를 감지하는 센서이다. 자동차 후진 시 후방 위험 물체 유·무 판단, 공장에서 물체의 위치 검출이나 스마트폰을 통화를 위하여 귀에 가까이 가져갈 경우 화면을 끄는 기능 등 다양한 산업 분야에 적용되고 있다.

근접센서를 구동 원리에 방식에 따라 분류하면 투광기에서 빛을 쏘고 이를 물체에 투과시켜 수광기에서 변화된 광량에 따라 물체를 감지하는 투과식 근접센서[그림 2-2].



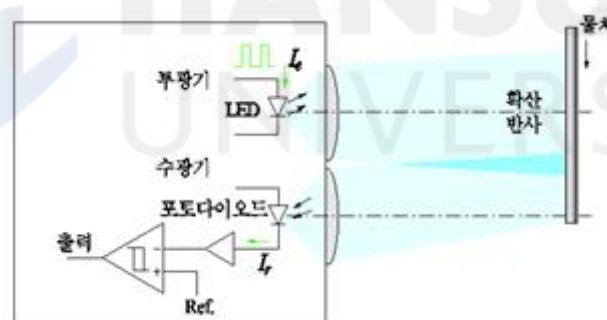
[그림 2-2] 투과식 근접센서 (센서전자공학)

투광기와 수광기를 같은 쪽에 위치시키고, 반대편에 반사판을 설치하여 투광기에서 나온 빛이 반사판과의 사이에 있는 물체에 의해 변화되는 광량의 변화에 따라 물체를 감지하는 반사식 근접센서[그림 2-3].



[그림 2-3] 반사식 근접센서(센서전자공학)

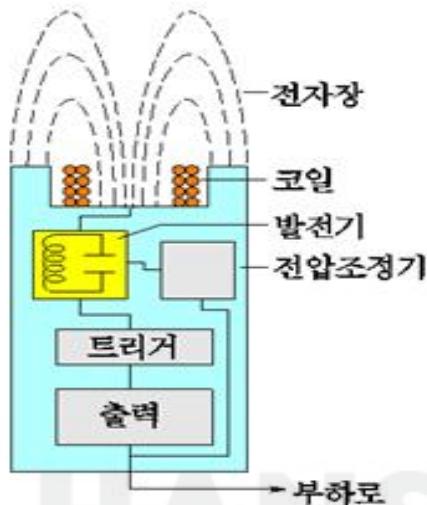
반사식 광전 근접센서처럼 투광기와 수광기를 같은 쪽에 위치시키고 투광기로부터 나온 빛이 물체에 반사되어 이 반사광의 일부를 수광기가 검출하여 물체를 감지하는 방식으로 반사판이 필요 없는 확산식 근접센서 [그림 2-4]와 같이 빛을 이용한 광전 근접센서가 있다.



[그림 2-4] 확산식 근접센서(센서전자공학)

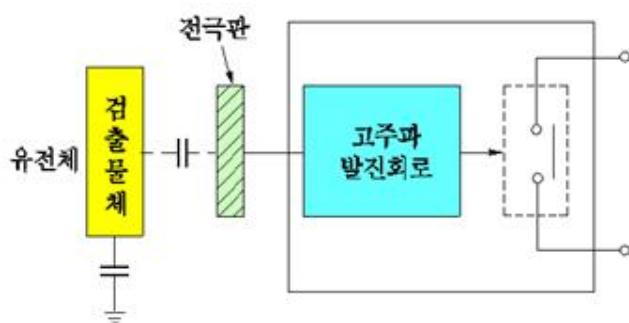
이러한 광전 근접센서의 장점으로는 물체의 감지 거리가 멀고, 검출 물체의 표면 반사나 투과에 따라 검출하기 때문에 금속, 유리, 플라스틱, 나무 등 일반적인 물체들을 검출 할 수 있다. 응답 속도가 좋으며, 분해능이 또한 높다. 그리고, 검출 영역을 한정하기가 용이하며, 자계 영향을 받지 않는다. 단점으로는 렌즈가 물, 기름, 먼지 등의 오염에 약하며, 주변광의 영향을 받는다.

검출 코일에 교류전류를 흘려보내 발진회로에 의해서 코일 전면에 고주파 자계를 발생시켜 금속 물체를 센싱하는 유도형 근접센서 [그림 2-5].



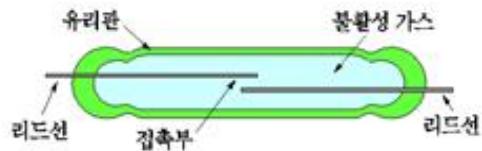
[그림 2-5] 유도형 근접센서
(센서전자공학)

물체가 센서에 접근하면 검출전극과 대지간 정전용량이 증가하는 원리를 이용한 정전용량 근접센서 [그림 2-6].



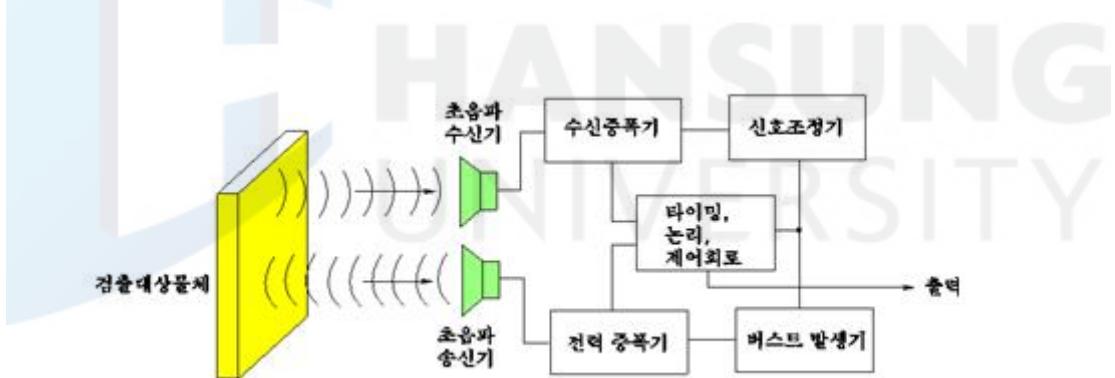
[그림 2-6] 정전용량 근접센서(센서전자공학)

외부 자기장이 근접하면 두 리드 편의 접점이 접촉하여 on/off 동작을 반복하는 원리의 자기식 근접센서 [그림 2-7].



[그림 2-7] 자기식 근접센서(센서전자공학)

송신기로부터 나온 초음파가 물체에 반사되어 되돌아오는 것을 수신기에 서 감지하는 원리를 이용한 초음파식 근접센서 [그림 2-8] 등이 있다.



[그림 2-8] 초음파식 근접센서(센서전자공학)

이러한 근접센서 중 자동차에 활용하고 있는 사례를 보면 [그림 2-9]와 같이 자기식 근접센서를 이용하여 자동차의 안전벨트에 적용하는 사례가 있 으며,



[그림 2-9] 자기식 근접센서를 활용한 안전벨트(센서전자공학)

초음파식 근접센서를 활용하여 [그림 2-10]과 같이 주차 보조 시스템으로 활용하는 사례가 있다. 특히, 주차 보조 시스템은 현재는 거의 모든 차량에 적용되고 있다.



[그림 2-10] 주차 보조 시스템(센서전자공학)

[표 2-1]은 원리별로 구분된 근접센서의 장점, 단점 및 주요 응용분야를 나타내고 있다.

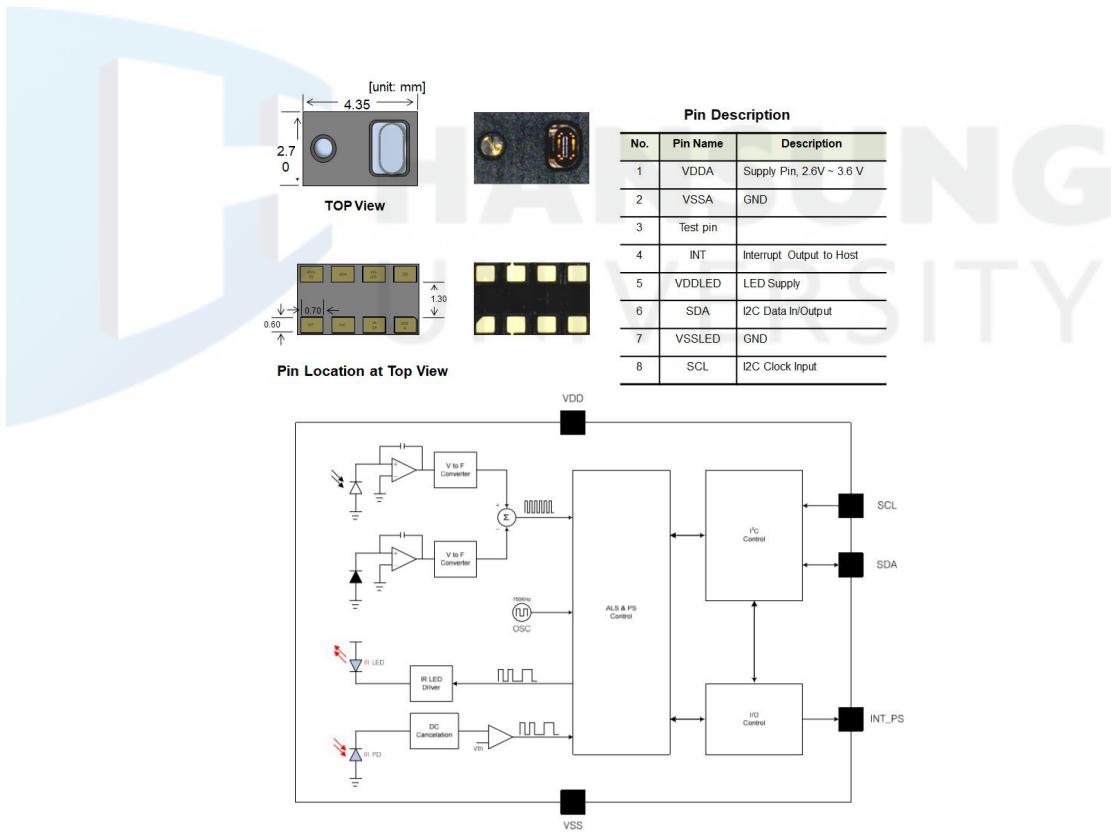
센서	장점	단점	주요 응용분야
광전센서	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 종류의 물체 검출 - 긴 수명 - 가장 긴 검출거리 - 매우 빠른 응답 	<ul style="list-style-type: none"> - 렌즈 오염 가능성 - 검출 범위가 검출 대상물체의 색깔이나 반사율에 영향 받음 	<ul style="list-style-type: none"> - 패키징 - 물건 취급 - 부품 검출
유도형	<ul style="list-style-type: none"> - 내환경성 우수 - 예측 가능성 높음 - 긴 수명 - 설치 용이 	- 검출거리 제약	<ul style="list-style-type: none"> - 산업용 기계 - 머신 틀 - 금속물체만 검출
정전용량형	<ul style="list-style-type: none"> - 용기내용물 검출 - 비금속 물체 검출 가능 	- 환경변화에 민감	레벨 검출
초음파식	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 물체 검출 	<ul style="list-style-type: none"> - 분해능 - 반복성 - 온도변화에 민감 	<ul style="list-style-type: none"> - 충돌방지 - 도어 - 웹 브레이크 (Web Break) - 레벨제어

[표 2-1] 근접센서의 비교표(센서전자공학)

III. 연구 내용

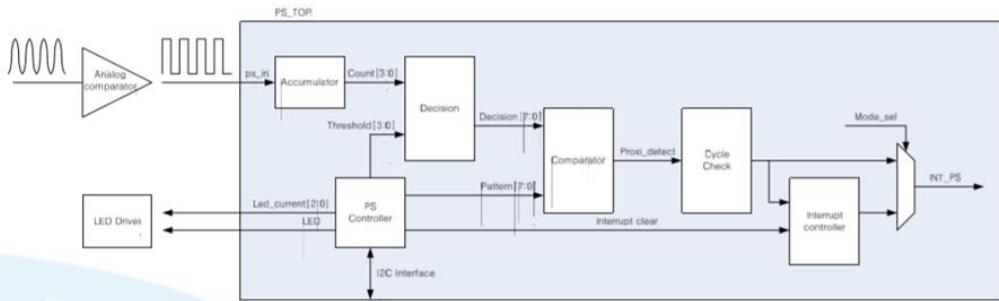
3.1 타겟 시스템 및 센서 설정

본 연구에서는 가격이 저렴하고 운용이 손쉬운 광학 근접센서를 사용하기로 하였으며, 스마트폰 사용 목적으로 개발된 HiveMotion 사의 HM-8005 근조도 센서를 적용했으며 기본 사양은 [그림 3-1]과 같다. 적용한 센서에는 조도 감지 기능까지 있어, 조도에 따라 화면 밝기를 자동으로 조절하는 기능을 구현할 수 있으나, 본 연구는 제스처 인식에 대한 연구이기 때문에 조도 기능은 배제하였으며, 따라서, 근조도 센서 대신 근접센서로 업그레이드한다.



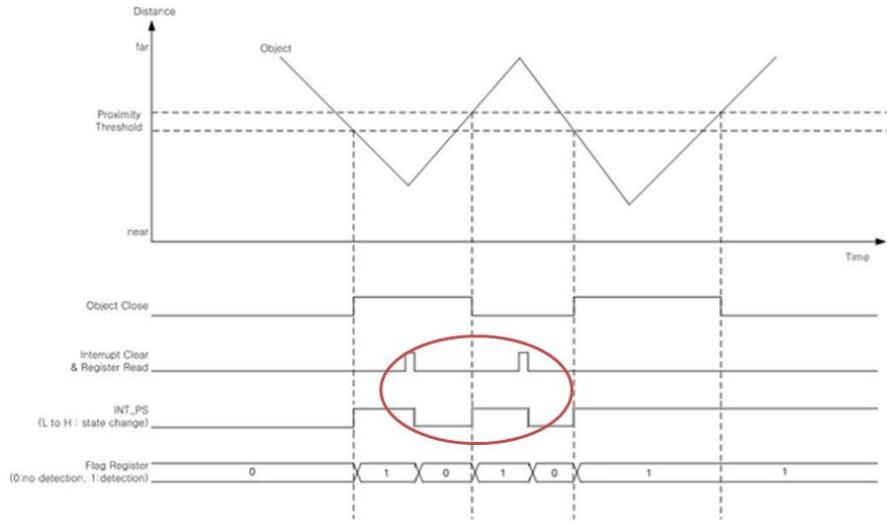
[그림 3-1] 근조도 센서 PIN 정의 및 블록도
(HM8001 Release 1.31)

본 연구에 적용된 근접센서의 동작을 위한 내부 블록은 [그림 3-2]와 같으며 LED Driver를 통해 광원을 출력하고, 반사되는 광을 디지털화하여, 내부처리 로직을 통하여 감지가 되면 INT_PS로 인터럽트를 발생하는 구조로 설계되어 있다.



[그림 3-2] 근접센서 내부 블록도(HM8001 Release 1.31)

본 연구에서 근조도 센서에서의 인식 감지 처리를 위하여 인터럽트 모드를 사용했으며, 근조도 센서에 오브젝트가 접근하여 Threshold 값 이상 감지되면 [그림 3-3]과 같이 INT_PS가 Low에서 High로 상태로 변화한다. INT_PS 포트(본 연구에서는 근접센서 두 개를 사용함) 두 개를 마이크로 컨트롤러의 외부 인터럽트에 매칭하여 두 INT_PS 중 먼저 발생하는 인터럽트의 처리 루틴에서 타이머를 클리어하여 이후 다음 센서 인터럽트 발생까지의 시간을 측정하여 시간의 음수, 양수 값에 따라 방향을 판단하고, 시간 절댓값에 따라 제스처 속도를 판단하면 된다.



[그림 3-3] 근접센서 Interrupt Mode(HM8001 Release1.31)

근접센서를 활용하여 차량용 인포테인먼트 시스템에 적용하기 위한 샘플
내비게이션 단말기는 재직 중인 회사에서 이미 개발되었던 태국 수출 향 인
포테인먼트 단말기인 M9 세트를 활용하였으며 단말기는 아래 [그림 3-4]와
같다.



[그림 3-4] 인포테인먼트시스템-M9

M9에는 차량용 인포테인먼트 시스템의 기본 기능인 Navigation, LCD Off, Bluetooth, USB, iPod, Aux, TV, Wallpaper, Calendar, Clock, Setting 총 12개의 기능이 있으며, 이 기능 배치가 2페이지에 걸쳐 메뉴가 구성되어 있으며, 시스템 내부에 근접센서를 적용할 수 있는 일본 르네사스사의 R8C

8비트 마이크로 컨트롤러가 적용되어 있고, 마이크로 컨트롤러 사양은 [표 3-1]과 같다. 이 마이크로 컨트롤러는 AP(Application Processor) 와 UART로 이미 연결되어 있어, 센서 보드를 간단하게 제작하여 적용하면 되기 때문에, 본 제스처 인식을 적용하는 데 있어 테스트용 단말기로 적합하다.

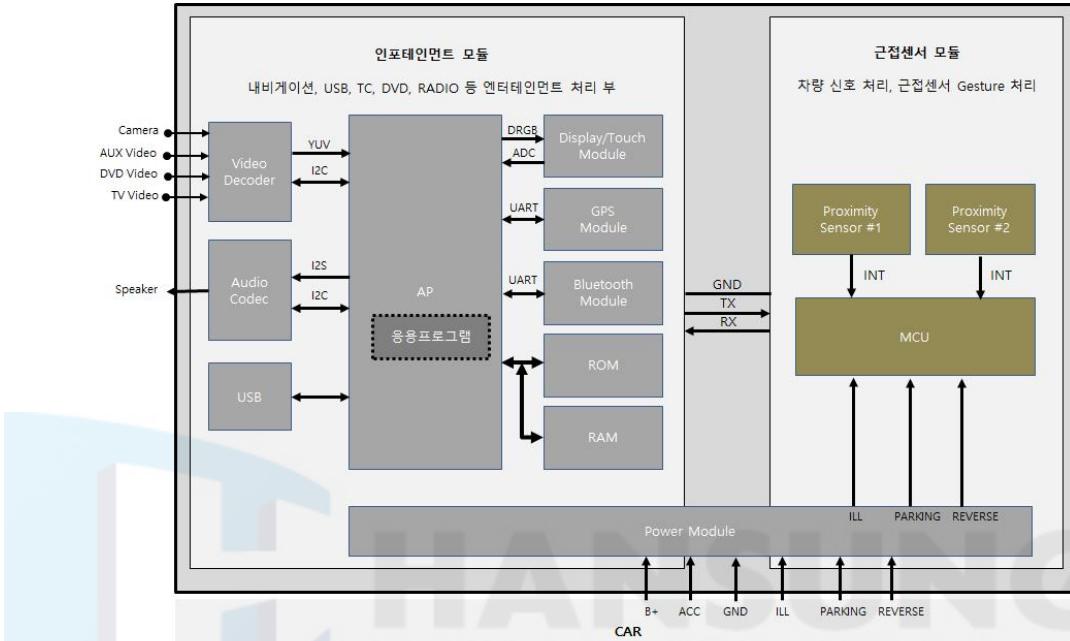
Item	Function	Specification
CPU	Central processing unit	R8C CPU core • Number of fundamental instructions: 89 • Minimum instruction execution time: 50 ns ($f(XIN) = 20$ MHz, VCC = 2.7 V to 5.5 V) 200 ns ($f(XIN) = 5$ MHz, VCC = 1.8 V to 5.5 V) • Multiplier: 16 bits × 16 bits → 32 bits • Multiply-accumulate instruction: 16 bits × 16 bits + 32 bits → 32 bits • Operation mode: Single-chip mode (address space: 1 Mbyte)
Memory	ROM, RAM, Data flash	Refer to Table 1.3 Product List for R8C/33T Group.
Power Supply Voltage Detection	Voltage detection circuit	• Power-on reset • Voltage detection 3 (detection level of voltage detection 0 and voltage detection 1 selectable)
I/O Ports	Programmable I/O ports	• Input-only: 1 pin • CMOS I/O ports: 27, selectable pull-up resistor • High current drive ports: 27
Clock	Clock generation circuits	• 3 circuits: XIN clock oscillation circuit, High-speed on-chip oscillator (with frequency adjustment function), Low-speed on-chip oscillator • Oscillation stop detection: XIN clock oscillation stop detection function • Frequency divider circuit: Dividing selectable 1, 2, 4, 8, and 16 • Low power consumption modes: Standard operating mode (high-speed clock, high-speed on-chip oscillator, low-speed on-chip oscillator), wait mode, stop mode
Interrupts		• Number of interrupt vectors: 69 • External Interrupt: 7 (INT × 4, Key input × 4) • Priority levels: 7 levels
Watchdog Timer		• 14 bits × 1 (with prescaler) • Reset start selectable • Low-speed on-chip oscillator for watchdog timer selectable
DTC (Data Transfer Controller)		• 1 channel • Activation sources: 22 • Transfer modes: 2 (normal mode, repeat mode)
Timer	Timer RA	8 bits × 1 (with 8-bit prescaler) Timer mode (period timer), pulse output mode (output level)

		inverted every period), event counter mode, pulse width measurement mode, pulse period measurement mode
	Timer RB	8 bits × 1 (with 8-bit prescaler) Timer mode (period timer), programmable waveform generation mode (PWM output), programmable one-shot generation mode, programmable wait oneshot generation mode
	Timer RC	16 bits × 1 (with 4 capture/compare registers) Timer mode (input capture function, output compare function), PWM mode (output 3 pins), PWM2 mode (PWM output pin)
Serial Interface	UART0, UART1	Clock synchronous serial I/O/UART × 2 channel
	UART2	Clock synchronous serial I/O/UART, I2C mode (I2C-bus), SSU mode, multiprocessor communication function
LIN Module		Hardware LIN: 1 (timer RA, UART0)
A/D Converter		10-bit resolution × 12 channels, includes sample and hold function, with sweep mode
Sensor Control Unit		System CH × 3, electrostatic capacitive touch detection × 18
Flash Memory		<ul style="list-style-type: none"> • Programming and erasure voltage: VCC = 2.7 V to 5.5 V • Programming and erasure endurance: 10,000 times (data flash) 1,000 times (program ROM) • Program security: ROM code protect, ID code check • Debug functions: On-chip debug, on-board flash rewrite function • Background operation (BGO) function
Operating Frequency/Supply Voltage		f(XIN) = 20 MHz (VCC = 2.7 V to 5.5 V) f(XIN) = 5 MHz (VCC = 1.8 V to 5.5 V)
Current Consumption		<p>Typ. 6.5 mA (VCC = 5.0 V, f(XIN) = 20 MHz) Typ. 3.5 mA (VCC = 3.0 V, f(XIN) = 10 MHz) Typ. 3.5 μA (VCC = 3.0 V, wait mode) Typ. 2.0 μA (VCC = 3.0 V, stop mode)</p>
Operating Ambient Temperature		-20 to 85°C (N version) -40 to 85°C (D version)
Package		32-pin LQFP Package code: PLQP0032GB-A (previous code: 32P6U-A)

[표 3-1] Specifications for R8C/33T Group

근접센서를 활용하여 제스처 인식을 테스트하기 위한 단말기는 크게 내비게이션 부와 근조도 센서 모듈 부로 구성되어 있다 [그림 3-5]. 근조도 센서 모듈 부에서는 근접센서로부터 인식되는 데이터를 분석하여 그 결과를 내비

게이션 부에 UART 통신을 사용하여 패킷 형태로 전달하고, 내비게이션 부에서는 수신된 패킷을 분석하여 해당 제스처 동작을 수행하는 형태로 처리하였다.



[그림 3-5] 근접센서 모듈과 시스템 연결 구성도

3.2 두 개의 센서를 활용한 제스처 인식

본 연구에서는 차량용 인포테인먼트 시스템을 제스처를 통하여 제어할 수 있는 가능성을 확인하기 위하여 단말기에 센서를 [그림 3-6]과 같이 단말기 상단에 두 개를 배치하고 연구를 진행하였다.

본 연구를 통하여 근접센서를 이용한 제스처 구현 동작 항목으로 [표 3-2]에 나타낸 것처럼 총 네 가지의 제스처를 구현하였다. 이 네 가지 제스처 인식을 구현 가능하다면, 이를 응용하여 더욱 다양한 제스처 인식을 구현 할 수 있을 것으로 생각했기 때문이다.

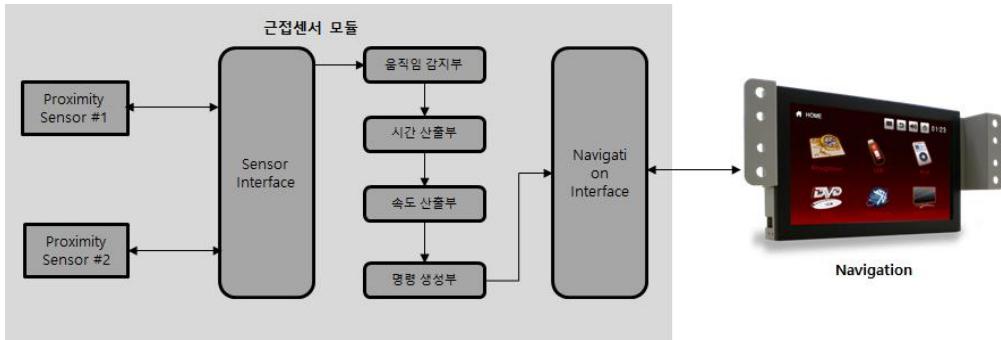


[그림 3-6] 근접센서 배치도

Gesture	Function	Description
	LCD On/Off	1.8초 이상 근접 유지
	Mute On/Off	1.8초 이내 근접 유지
	Scroll to Right	메뉴 1페이지 우측방향 스크롤
	Scroll to Left	메뉴 2페이지 좌측방향 스크롤

[표 3-2] 근접센서를 활용한 제스처 기능

[그림 3-7]은 연구에 사용된 두 개의 근접센서를 적용한 제스처 인식 모듈의 내부 처리 방식을 도식화 한 것이다.



[그림 3-7] 근접센서 모듈 구성

두 개의 근접센서가 오브젝트 근접으로 인해 인터럽트가 발생하게 되면 센서 인터페이스 부에 인터럽트가 발생하게 되고 이를 움직임 감지 부에서 세부 처리를 위하여 센서_{#1}(S₁) 와 센서_{#2}(S₂)에 감지된 두 인터럽트(INT₁, INT₂)간의 시간차를 계산하여 두 개의 센서가 동시에 감지되었는지, S₁이 감지되고 시간 Δt 이후 S₂가 감지되었는지, 또는 S₂가 감지되고 시간 Δt 이후 S₁이 감지되었는지에 따라 제스처를 판단하여 해당 명령을 생성하는 형태로 설계하였다.

$$\Delta t = INT_2 - INT_1$$

$\Delta t < (0 - a)$: $g =$ 오른쪽 이동 제스처

$\Delta t > (0 + a)$: $g =$ 왼쪽 이동 제스처

$-a \leq \Delta t \leq a$: $g =$ 동시감지 제스처

Δt : 두 센서의 인터럽트감지 시간차

g : 제스처

움직임 감지 부에서 제스처를 판단하기 위한 시간 계산은 상기 공식에 따라 S₁과 S₂의 인터럽트 감지 시간을 연산을 수행한다. 실제 적용 시 계산식을 간편화하기 위하여 첫 번째 인터럽트가 걸리는 센서의 인터럽트 감지 시 시간을 0으로 설정하고 이후 1mSec 타이머를 이용하여 다음 센서의 인터럽트

가 감지되었을 때 즉, 두 번째 인터럽트가 걸렸을 때 1mSec 타이머의 누적 시간(t)을 구한다.

시간 산출 부에서는 제스처 방향을 결정하기 위하여 상기 식을 적용하여 $0 - t$ 또는 $t - 0$ 의 계산 결과에서 절댓값 Δt 가 a 보다 작으면 두 개의 센서 동시 감지로 판단하고, 아니면 t 값의 양수(+)·음수(-)를 판단하여 좌측 또는 우측을 판단한다. 속도 산출 부는 손의 이동 속도에 따라 메뉴 이동 정도를 정하기 위하여 이동 속도를 구하는 부분이다. 손 이동 속도를 구하기 위한 공식은 다음과 같다.

d

$v = \frac{d}{\Delta t}$

v : 속도

d : 센서간 거리

Δt : 센서간 감지 시간 차

실제 적용에서는 상기와 같은 계산식을 사용하지 않고 단순화 하여 Δt 의 시간에 따라 이동 속도를 판단하여 해당 명령을 생성하도록 하였다. 속도 판단이기 때문에 절대 값으로 처리하여 판단한다.

$$\Delta t = |1^{\text{st}} \text{ INT } t - 2^{\text{nd}} \text{ INT } t|$$

Δt : 시간 차

속도의 단계는 다섯 단계로 구분하여 다음과 같은 Look Up Table을 생성하여 해당 범위의 시간에 따라 속도의 단계를 결정한다.

단계	시간범위	
	MIN	MAX
L5	α	t1
L4	t1	t2
L3	t2	t3
L2	t3	t4
L1	t4	

[표 3-3] 손 이동시간 단계 구분

Δt 가 t_5 보다 크면 속도가 1단계로 가장 느리게 이동한 것으로 판단하고, Δt 가 α 보다 크고 t_1 보다 작거나 같으면 다섯 단계로 가장 빠른 속도로 판단 한다.

명령 생성 부는 제스처 판단 결과에 따라 해당 명령 코드로 변환하여 통신 패킷을 발생하고, 내비게이션 인터페이스부에서는 생성된 통신 패킷을 규약 된 프로토콜에 따라 내비게이션 단말기 또는 AVN 등 해당 단말기 쪽으로 명령을 전송하여 처리할 수 있도록 한다.

본 제스처 인식은 별도의 캘리브레이션 없이 그대로 사용해도 문제가 없다. 그러나 제스처를 위한 손동작 이동 속도가 운전자들 간 차이가 있을 수 있어, 제스처 인식을 사용하는 운전자에 최적화하기 위하여 캘리브레이션 기능을 추가 하였다. 캘리브레이션 방법은 [그림 3-8]과 같이 운전자의 손이 좌측에서 우측으로 다섯 번 이동하여 평균 이동 시간을 계산하여 이를 [표 3-3]에 표시된 단계의 중간 단계인 L3의 중간 값(L_{3tc})으로 지정한다.



[그림 3-8] 캘리브레이션 절차

L3단계 중간 값인 $L3_{tc}$ 를 이용하여, L5의 중간 값을 구한다.

$$L3_{tc}$$

$$L5_{tc} = -$$

$$L_v$$

L_v : 속도 레벨 단계 (본 연구에서는 5단계 이므로 $L_v = 5$)

상기 식에 의해 계산된 L5의 중간 값($L5_{tc}$)을 기준으로 하여, t1~t5 값을 구한다.

$L5_{tc}$ 은 α 를 무시하고 0을 시작으로 해서 L5의 중심 값으로 한다)

$$t1 = L5_{tc} * (L5 * 2)$$

$$t2 = L5_{tc} * (L4 * 2)$$

$$t3 = L5_{tc} * (L3 * 2)$$

$$t4 = L5_{tc} * (L2 * 2)$$

$$t5 = L5_{tc} * (L1 * 2)$$

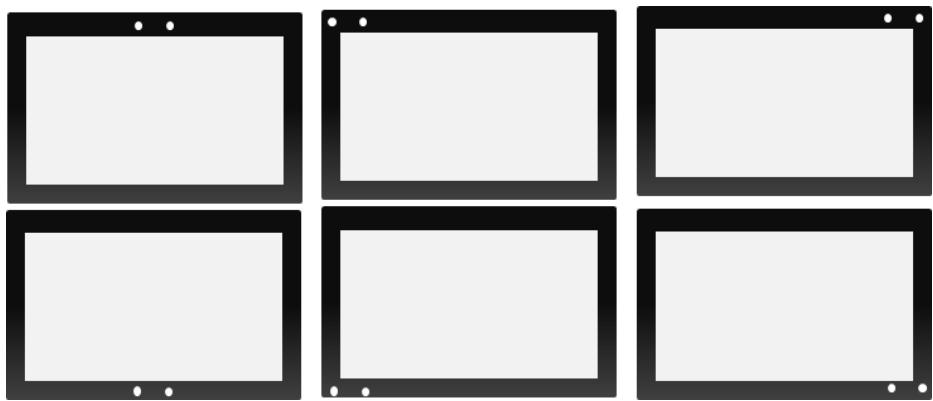
$t1 \sim t5$: 레벨별 MIN, MAX 값

$L1 \sim L5$: 레벨 ($L5 = 1, L4 = 2, L3 = 3, L2 = 4, L1 = 5$)

$L5_{tc}$: L5 시간 중간 값

계산된 결과를 Look Up Table 해당 위치에 t1에서 t5값을 설정하면
캘리브레이션이 완료된다.

3.2.1 근접센서 두 개의 설치위치와 제스처



[그림 3-9] 근접센서 두 개 수평배치 예

센서 두 개를 사용하여 수평 배열할 경우 [그림 3-9]처럼 단말기 화면의 상단중앙, 좌측상단, 우측상단, 하단 중앙, 하단 좌측, 하단 우측의 위치와 같이 단말기 설계 시 운전자가 조작하기 쉬운 위치를 선정하여 배치하면 된다. 이를 이용하여 구현 가능한 제스처는 [표 3-4]와 같다.

Gesture	Function	Description
	Short	1.8초 이내 근접 감지
	Long	1.8초 이상 근접 감지
	Move to Right	오른쪽 방향으로 손 이동 이동 속도를 5단계로 구분
	Move to Left	왼쪽 방향으로 손 이동 이동 속도를 5단계로 구분
	Lock	오른쪽 방향으로 손 이동 후 즉시 왼쪽 방향으로 손 이동

	Clean	왼쪽 방향으로 손 이동 후 즉시 오른쪽 방향으로 손 이동
---	-------	---------------------------------

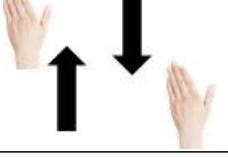
[표 3-4] 근접센서 수평배치의 경우 제스처

센서 두 개를 사용하여 수직 배열할 경우 [그림 3-10]처럼 단말기 화면의 우측상단, 좌측상단, 좌측하단, 우측하단 등의 위치에 설치할 수 있으며, 이를 이용하여 구현 가능한 제스처는 다음과 [표 3-5]와 같다.



[그림 3-10] 근접센서 두 개 수직배치 예

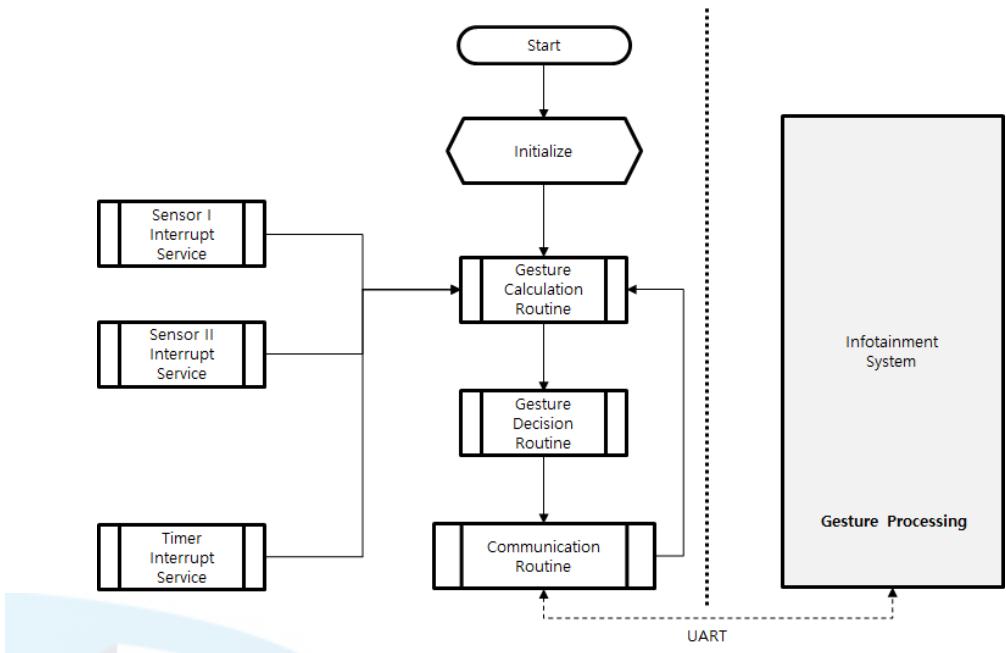
Gesture	Function	Description
	Short	1.8초 이내 근접 감지
	Long	1.8초 이상 근접 감지
	Move to Right	아래쪽 방향으로 손 이동 이동 속도를 5단계로 구분

	Move to Left	위쪽 방향으로 손 이동 이동 속도를 5단계로 구분
	Lock	아래쪽 방향으로 손 이동 후 즉시 위쪽 방향으로 손 이동
	Clean	위쪽 방향으로 손 이동 후 즉시 아래쪽 방향으로 손 이동

[표 3-5] 근접센서 수직배치의 경우 제스처

3.2.2 제스처 인식 흐름도

본 연구의 핵심인 근접센서를 이용한 제스처 인식의 전체 흐름에 대한 개괄적인 워크플로는 [그림 3-11]과 같다. 워크플로는 근접센서가 인터페이스되어 있는 마이크로 컨트롤러에서 어떻게 제스처를 판단하는지에 대한 처리작업의 순서를 나타내고 있으며, 마이크로 컨트롤러에서 처리하는 다른 기능에 대한 내용은 삭제하고, 제스처 인식 판단 후 인포테인먼트 시스템에 전송하는 과정을 도식화하였다.



[그림 3-11] 근접센서 모듈 제스처 인식 워크플로

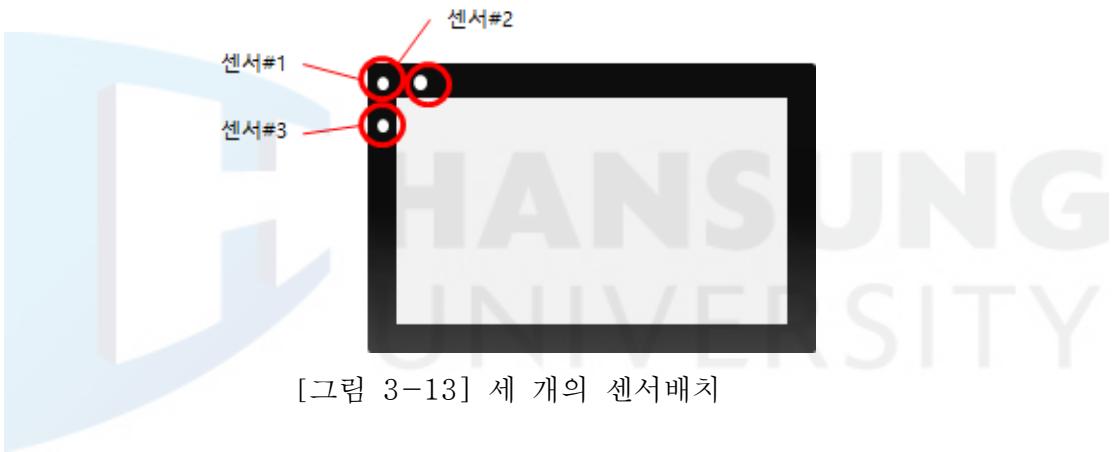
[그림 3-12]는 M9 인포테인먼트 시스템에 실제 적용하여 구현한 내용에 대한 테스트 동영상의 사진이며, 구현된 제스처는 LCD 화면 ON/OFF, 사운드 MUTE ON/OFF, 메뉴 좌측 스크롤, 메뉴 우측 스크롤이 있다.



[그림 3-12] 근접센서 기반 제스처 적용 테스트 화면

3.3 세 개의 센서를 활용한 제스처 인식

시스템을 좀 더 세밀하게 제어하기 위하여 제스처가 더 필요할 경우, 근접 센서의 수를 늘려서 설치하면 가능하다. 센서를 한 개 더 추가하여 세 개의 근접센서를 사용하여 좀 더 다양한 제스처를 추가할 수 있다. 이 경우 새로운 제스처 인식에 대한 처리 로직을 개발할 필요 없이 선행작업만 추가한다면, 근접센서 두 개를 사용할 경우에 대한 제스처 판단 계산식을 기본으로 사용하여 처리할 수 있다. [그림 3-13]과 같이 근접센서 세 개를 시스템에 배치 할 경우를 예를 들어 설명하면 다음과 같다.



[그림 3-13] 세 개의 센서배치

3.3.1 좌측에서 우측 이동 제스처 선행 처리

손이 왼쪽에서 우측으로 이동할 경우 센서_{#1}(S₁)과 센서_{#3}(S₃)은 거의 동시에 센서에 감지가 되고, 이후 센서_{#2}(S₂)가 감지된다. 이 경우 S₁과 S₃의 감지 시간차 Δt₁₃가 a보다 작을 경우 동시에 인식된 것으로 간주하여 S₃은 무시하고 S₂의 감지 시간과 S₁의 감지 시간차로 제스처를 판단한다.

$$\Delta t_{12} = |S_1 - S_2|$$

$\Delta t_{12} < a$ 면 : 센서위치 상.하 또는 하.상 이동 판단

$$\Delta t_{13} = |S_1 - S_3|$$

$\Delta t_{13} < a$ 면 : 센서위치 좌.우 또는 우.좌 이동 판단

3.3.2 우측에서 좌측 이동 제스처 선행 처리

손이 우측에서 좌측으로 이동할 경우 S_2 가 먼저 감지되고, 이후 S_1 과 S_3 은 거의 동시에 센서에 감지된다. 이 경우 S_1 과 S_3 의 감지 시간차 Δt 가 a 보다 작을 경우 동시에 인식 된 것으로 간주하여 S_3 은 무시하고 S_2 의 감지 시간과 S_1 의 감지 시간차로 제스처를 판단한다.

3.3.3 아래쪽에서 위쪽 이동 제스처 선행 처리

손이 아래쪽에서 위쪽으로 이동할 경우 S_3 가 먼저 감지되고, 이후 S_1 과 S_2 는 거의 동시에 센서에 감지된다. 이 경우 S_1 과 S_2 의 감지 시간차 Δt 가 a 보다 작을 경우 동시에 인식 된 것으로 간주하여 S_2 는 무시하고 S_3 의 감지 시간과 S_1 의 감지 시간차로 제스처를 판단한다.

3.3.4 위쪽에서 아래쪽 이동 제스처 선행 처리

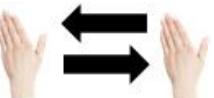
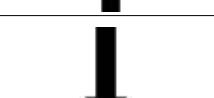
손이 위쪽에서 아래쪽으로 이동할 경우 S_1 과 S_2 가 거의 동시에 감지되고, 이후 S_2 가 감지된다. 이 경우 S_1 과 S_2 의 감지 시간차 Δt 가 a 보다 작을 경우 동시에 인식된 것으로 간주하여 S_2 는 무시하고 S_3 의 감지 시간과 S_1 의 감지 시간차로 제스처를 판단한다.

센서 3개를 활용한 제스처 감지 시 상기 4 가지[3.3.1 ~ 3.3.4]의 선행처리 루틴을 먼저 적용한 후, 기존 두 개의 센서를 이용한 계산식을 사용하면 된다. [그림 3-14]는 근접센서 세 개를 사용할 경우 배치 좌·상, 우·상, 좌·하, 우·하 형태 등으로 배치할 경우를 표현하고 있으며, 센서 세 개를 이용하여 사용 가능한 제스처는 [표 3-6]과 같다.



[그림 3-14] 세 개의 센서배치 예

Gesture	Function	Description
	Short	1.8초이내 근접 감지
	Long	1.8초 이상 근접 감지
	Move to Right	오른쪽 방향으로 손 이동 이동 속도를 5단계로 구분
	Move to Left	왼쪽 방향으로 손 이동시 이동 속도를 5단계로 구분

	Right Left	오른쪽 방향으로 손 이동 후 즉시 왼쪽 방향으로 손 이동
	Left Right	왼쪽 방향으로 손 이동 후 즉시 오른쪽 방향으로 손 이동
	Move to Up	윗쪽 방향으로 손 이동 이동 속도를 5단계로 구분
	Move to Down	아래쪽 방향으로 손 이동 이동 속도를 5단계로 구분
	Up Down	윗쪽 방향으로 손 이동 후 즉시 아래쪽 방향으로 손 이동
	Down Up	아래쪽 방향으로 손 이동 후 즉시 위쪽 방향으로 손 이동

[표 3-6] 근접센서 세 개 배치의 경우 제스처

근접센서 두 개나 세 개 배치하는 경우 이외에도, 센서의 수를 늘릴 수 있으면, 더욱더 많은 제스처를 개발할 수 있을 것이다. 그러나, 센서 수가 늘어날 때마다, 이와 연관된 인터럽트 핀이 추가되어야 하기 때문에 이에 적합한 마이크로 컨트롤러를 적용하든지, 인터럽트를 확장하여 설계할 수 있어야 한다.

3.4 제스처 인식을 이용한 시스템 동작

본 연구를 통하여 개발된 근접센서 두 개를 활용한 제스처 인식 기능으로 M9 기본 GUI를 그대로 유지하면서 각각의 기능별, 개발된 제스처로 활용 가능한 제스처 동작은 다음과 같다.

3.4.1 Home

[그림 3-15]와 같이 홈 화면에서 손을 좌측에서 우측으로 이동하면 다음 페이지 메뉴로 스크롤 되고, 반대로 우측에서 좌측으로 이동하면 이전 메뉴로 스크롤 된다.



[그림 3-15] Home 다음페이지/이전페이지 Gesture

3.4.2 iPod

[그림 3-16]과 같이 음악 재생 중 손을 좌측에서 우측으로 이동하면 다음 음악을 재생하고, 반대로 우측에서 좌측으로 이동하면 이전 음악을 재생한다.



[그림 3-16] iPod Music 다음곡/이전곡 Gesture

3.4.3 USB

[그림 3-17]과 같이 비디오 재생 중 손을 좌측에서 우측으로 이동하면 다음 비디오 파일을 재생하고, 반대로 우측에서 좌측으로 이동하면 이전 비디오 파일을 재생한다.



[그림 3-17] USB Movie 다음영화/이전영화 Gesture

[그림 3-18]과 같이 음악 재생 중 손을 좌측에서 우측으로 이동하면 다음 음악을 재생하고, 반대로 우측에서 좌측으로 이동하면 이전 음악을 재생한다.



[그림 3-18] USB Music 다음곡/이전곡 Gesture

[그림 3-19]와 같이 사진 표시 중 손을 좌측에서 우측으로 이동하면 다음 사진을 재생하고, 반대로 우측에서 좌측으로 이동하면 이전 사진을 재생한다.



[그림 3-19] USB Photo 다음사진/이전사진 Gesture

3.4.4 Phone

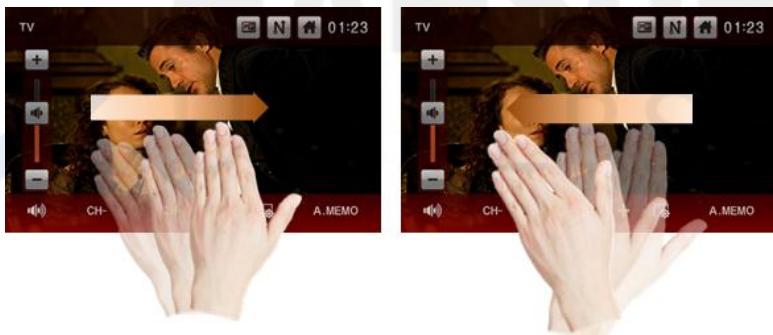
[그림 3-20]과 같이 주행 중 전화가 걸려올 때, 손을 좌측에서 우측으로 이동하면 전화를 받고, 반대로 우측에서 좌측으로 이동하면, 전화를 거절하는 동작을 수행한다.



[그림 3-20] Phone 전화 받기/거절 Gesture

3.4.5 TV

[그림 3-21]과 같이 TV 시청 중 손을 좌측에서 우측으로 이동하면 다음 채널을 재생하고, 반대로 우측에서 좌측으로 이동하면, 이전 채널을 재생한다.



[그림 3-21] TV 다음채널/이전채널 Gesture

3.4.6 기타

[그림 3-22]와 같이 두 개의 센서에 동시에 근접이 감지되고 1.8초 이상 유지되면 시스템 LCD의 화면을 OFF하고, 다시 같은 동작을 반복하면 LCD를 ON 한다.



[그림 3-22] LCD ON/OFF Gesture

[그림 3-23]과 같이 두 개의 센서에 동시에 근접이 감지되고 1.8초 이내에 다시 감지가 되지 않으면 시스템의 사운드를 MUTE ON하고, 다시 같은 동작을 반복하면 MUTE를 OFF한다.



[그림 3-23] MUTE ON/OFF Gesture

3.5 제스처 인식을 위한 GUI 구성 제안

본 연구에 사용된 M9 제품은 페이지당 6개의 아이콘이 있는 메뉴가 두께 이지 구조로 되어 있어 손 이동 속도에 따른 스크롤 속도와 이동 범위를 적용할 필요가 없었으나, [그림 3-24]와 같은 회전 형태의 메뉴 구조에는 제스

쳐 속도에 따라 메뉴 이동 범위와 메뉴 스크롤 속도를 동기시켜 효과적인 제스처 구현이 가능하다.



[그림 3-24] 회전 형태의 GENIVI 스타일 GUI (한국전자통신연구원)

[그림 3-25]는 본 연구를 통하여 개발된 제스처를 인포테인먼트 시스템에 사용하기 위하여, 제스처에 적합한 GUI를 위하여 메뉴의 배치 형태와 스크롤 방향에 대한 제안이다.



[그림 3-25] GUI 메뉴 배치와 스크롤 방향

좌·우 손 이동 방향에 따라 좌·우로 메뉴를 회전시킬 수 있도록 회전형으로 배치하거나, 좌·우 방향이나 상·하 방향으로 스크롤 되는 형태로 메뉴를 배치하고, 근접센서 세 개를 적용하면, 본 연구를 통하여 개발된 제스처를 써 인포테인먼트 시스템을 좀 더 효과적으로 사용할 수 있을 것이다.

IV. 결론

본 연구에 사용된 근접센서는 주로 스마트폰에 많이 사용되고 있으며, 전화 통화를 위해 사용자가 스마트폰을 귀에 가까이 가져가면 근접센서가 이를 감지하여 LCD를 OFF 시키는 용도로 주로 사용되고 있다. 물론 스마트폰에 본 연구와 같은 제스처 인식을 사용할 수도 있겠지만, 스마트폰은 각각의 앱 별로 GUI 디자인이 다양하며, 그렇기 때문에 본 연구를 통해 개발된 근접센서를 활용한 제스처 인식은 적당하지 않다. 그러나 자동차 인포테인먼트 기기는 운전 중 손쉽게 조작이 가능하도록 비교적 사용하기 쉽고 단순하게 GUI를 설계하고 있다. 이와 같은 특성에 맞춰 제스처 인식 역시 최대한 단순하게 만들어 주로 사용하는 기능 위주로 적용할 수 있도록 하고자 본 연구를 기획하게 된 것이다.

요즘은 CarPlay나 Android Auto가 인포테인먼트 시스템에 적용되어 보급이 확산하면서, 음성인식 시스템의 사용이 확대 되는 추세이다. 요즘은 AI 기반 음성인식을 활용하여, 음성 인식 성능이 예전과 비교하면 월등히 좋아지고 있다. 그러나, 특정 사람이나 특정 환경에서 인식률은 아직도 여전히 불만족스러운 상황이 많이 발생하고 있는 현실이다. 그리고 음성 인식 한가지 기술만으로는 차량 내에서 효과적으로 사용하는 데는 한계가 있어, 완성차 업체들은 음성인식 이외에, 제스처 인식, 집중키 등 다양한 인터페이스를 연구 개발하여 하이브리드 인터페이스를 연구하고 있다.

근접센서 방식의 제스처 모듈 개발에 필요한 하드웨어 특성으로는 세 개의 근접센서로부터 이벤트를 받을 수 있는 외부 입력 인터럽트, 호스트 모듈과 통신을 위한 UART 통신, 시간 측정을 위한 타이머, 그리고, 근접센서를 제어하기 위한 i2c 통신 포트가 지원되는 저가의 마이크로 컨트롤러만 있으면 되기 때문에 가격 경쟁력이 있다.

연구를 통해 개발된 제스처는 좌측에서 우측으로 이동, 우측에서 좌측

으로 이동, 위에서 아래로 이동, 아래에서 위로 이동 등의 단순히 손의 이동 방향과 속도로 제스처를 판단하는 방식이기 때문에 운전자가 복잡한 형태의 제스처를 학습하지 않아도 되는 장점이 있다.

4.1 한계점

연구의 미흡한 점을 보완하기 위하여 앞으로 다음과 같은 기능들의 추가 필요하다. 연구에 사용한 근접 센서의 감지 거리가 5cm 이하로 근접해야 하는 단점이 있어, 사용상 편리함을 위하여 개선이 필요하다. 이 부분은 소프트웨어의 개선 사항이 아니고 근접 센서의 하드웨어 특성에 대한 개선 사항이다.

메뉴 이동 후 특정 메뉴 선택에 대한 제스처가 없어 이동 후 1.5 초 이상 근접 센서에 감지되는 이벤트가 없을 경우 해당 메뉴를 실행하는 형태로 진행하였다. 이 경우 즉시 응답성이 떨어지기 때문에 이를 위한 개선 방안을 찾을 필요가 있다.

4.2 향후 발전 방향

제스처 인식을 통하여 세부 기능 제어까지 가능하도록 손쉽고 기억하기 쉬운 제스처 개발이 필요하다. 본 연구에서는 기존 제품에 적용을 했기 때문에 GUI 구조를 바꾸지 않고 시스템에 적합한 제스처만을 적용하여 기능에 한계가 있었으나, 신규 제품에 적용 개발할 경우 설계 단계부터 센서의 배치와 센서 배치에 적합한 UI/UX 설계도 병행해야 사용상 불편함을 최소화할 수 있는 제품을 개발할 수 있다.

본 연구에서는 왼손으로 운전하고 오른손으로 제스처를 수행해야 하는 형태로 구현되었으나, 영국, 일본, 호주, 태국 등과 같이 오른손으로 운전하고 왼손으로 제스처를 수행해야 하는 국가의 수출 차량에도 쉽게 적용할 수 있

다.

센서를 모니터에 배치할 경우 손이 스티어링 휠에서 멀어져야 하는 단점을 보완하기 위하여 앞으로 센서 모듈을 분리하여 [그림 4-1]같이 스티어링 휠에 장착하여 핸들에서 손을 떼지 않은 상태에서 엄지손가락 만으로 제어를 할 수 있도록 개선하면, 운전자의 안전운전 위협 요소를 많이 제거할 수 있을 것으로 본다.



[그림 4-1] 스티어링 휠 설치 예상도

본 연구에서는 차량 기어박스 전면에 설치되는 인포테인먼트 시스템을 타깃으로 근접센서를 이용한 제스처 인식을 개발 했으나, HUD(Head Up Display)나 디지털 인스투르먼트 클러스터(Digital Instrument Cluster) 제어에도 적용이 가능하다.



[그림 4-2] 디지털 인스투르먼트 클러스터와 HUD 적용

HUD는 자동차 전면 유리에 광학에 의해 화면이 표시되는 형태로 동작한다. 이러한 특성 때문에, 화면을 터치하여 제어하는 것은 현실적으로 불가능하다. 그러나, 근접 센서를 활용한 제스처 모듈을 스티어링 휠에 장착하여 활용한다면, 주행 중에도 주의 분산을 최소화하여 안전하고 손쉽게 HUD를 제어할 수 있을 것이다.

디지털 인스투르먼트 클러스터는 기존 아날로그 클러스터와는 다르게 화면에 차량 주행 정보 이외에 다양한 기능들을 추가할 수 있기 때문에, 이를 제어하기 위한 방안이 더욱 중요해졌다. 디지털 인스투르먼트 클러스터의 경우 스티어링 휠이 디지털 인스투르먼트 클러스터 화면과 운전자 사이에 있기 때문에 단순한 터치 형태의 인터페이스만으로 제어하기에는 어려움이 있다. 근접 센서를 활용한 제스처 모듈을 스티어링 휠에 적용하여 사용한다면, 주행 중 조작에 의한 주의 분산을 줄일 수 있어 이로 인한 사고 위험을 줄일 수 있을 것이며, 디지털 인스투르먼트 클러스터 조작 또한 손쉽게 할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 근접 센서를 이용한 에어 제스처 모듈을 스티어링 휠에 설치해서 테스트해 보지 못한 아쉬움이 있다. 그러나, 기본 원리는 같기 때문에 환경에 적합한 제스처 모듈을 잘 개발 한다면, 적용하는데 별다른 문제가 없

을 것이다. 관련하여, 제스처 사용이 편리하도록 디지털 인스트루먼트 클러스터와 HUD의 UI/UX 개발 연구도 필요하다.

추가로, 다양한 제품에 제스처 모듈을 손쉽게 적용하기 위하여, 운영체제나 시스템 하드웨어 특성에 적합한 제스처 정보 전달을 위한 인터페이스와 제스처 처리 방식에 대한 표준을 개발할 필요가 있다.



참 고 문 헌

1. 국내문헌

간바야르 바트출롱. (2014). 근접 빛 센서를 이용한 핸드 모션 인식. 『**배재대학교**』.

구본창, 김준호, 조준동. (2014). Leap Motion을 활용한 학습 환경에서 제스처 인식 인터페이스. 『**한국 HCI 학회 학술대회**』.

기승도. (2011). 운전자의 운전 중 주의분산 행동이 자동차 사고에 미치는 영향분석. 『**보험금융연구**』, 22(3).

박선흥. (2018). 음성 및 동작 인식 기술 어디까지 왔나?. 『**KAMA Web Journal**』.

정희웅. (2014). 차량 HMI의 사용성 향상을 위한 제스처 인터랙션 설계 및 평가. 『**성균관대학교**』.

조준한. (2012). 교통사고 안전운전불이행 유형 및 원인분석연구. 『**TS 교통안전공단**』.

현대 기아. (2018). 사고율 높이는 ‘운전자 주의분산’ 제조사는 어떻게 대응하고 있나. 『**HMG JOURNAL**』.

HM8001 Datasheet Release 1.31. 『**HiveMotion**』

장기태, 김형주, 김수지, 심지섭, 여지호, 계윤선. (2013). 운전자 심리가 교통사고에 미치는 영향분석 연구. 『**TS교통안전공단**』

2. 국외문헌

- Heng-Tze Cheng, An Mei Chen, Ashu Razdan, Elliot Buller. (2011). *Contextless Gesture Recognition System Using Proximity Sensors*. IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE).
- Neale V, Dingus T, Klauer S, Sudweeks J, Goodman M. (2005). *An overview of the 100-car naturalistic study and findings*. National Highway Traffic Safety Administration.
- Ngendra Balachandra, (2016). *Gesture recognition using proximity sensors with mojo*. Diss. Sciences.
- Renesas. *R8C/33T Group Datasheet*. Renesas.



ABSTRACT

IVI System Control Using Gesture Recognition : Gesture Recognition Using Proximity Sensor

Jeong, Soon-Cheol

Major in Smart Convergence
Technology Consulting

Dept. of Smart Convergence
Consulting

The Graduate School of Knowledge
Service Consulting
Hansung University

In the automotive market, connectivity and smart cars are spreading. In parallel with this, the functions of the devices to be controlled within the running vehicle have been diversified, and the method for controlling the devices is being developed as voice recognition and gesture recognition beyond the existing switch type and touch screen type. The automotive gesture recognition market is expected to grow at a CAGR of 44% from 2018 to 2024, driven by the rapid growth of infotainment systems. Gesture recognition and speech recognition are technologies that automakers are researching

competitively to prevent distraction when the driver controls the in-vehicle device while driving.

AI-based speech recognition technology is being applied to automobiles under the leadership of IT companies such as Google and Apple. Gesture recognition technology is a technology that is being led by automobile companies or information device production companies. Most companies use camera-based vision sensors to implement gestures. Vision sensor has advantages that various gestures can be implemented, but performance of hardware system is important for image processing, and there is a disadvantage that it is highly influenced by the external environment of illumination. In this study, a proximity sensor was used to develop a system that can easily implement gesture recognition at an affordable price.

Key words: Gesture recognition, Proximity sensor, Infotainment System, Safety driving, UI/UX