

제22회 임베디드SW경진대회 개발계획서

[자동차/모빌리티]

□ 개발 개요

○ 요약 설명

선택 주제	차량 내에서 발생한 특정 상황에서의 사용자 체감 솔루션 개발
팀 명	노인공경
작품명	어르신s : URSINs (Urgent Response System for In-Need Senior driver) - 고령운전자를 위한 응급상황 대응 시스템
작품설명	1) 고령자의 운전 중, 심박센서를 통해 심근경색 및 심정지를 감지하고, 빌트인 캠을 활용한 의식 진단 AI를 통해 신체 이상 여부를 실시간으로 감지한다. 2) 감지된 데이터를 바탕으로 심정지, 발작 등 운전을 지속할 수 없는 긴급상황의 심각 정도를 실시간 판단한다 3) 단계별 심각정도에 따라 신체 이상 경고, 상태 원격확인, 원격 운전 등의 적절한 대처 서비스를 운전자에게 제공한다.

○ 개발 목적 및 목표

1. 개발 목적 : 고령운전자 및 도로교통 안전 확보

- 고령운전자의 신체 상태를 실시간 감지하고 심정지, 발작 등 위급 상황을 신속히 판단하여 사고를 예방한다. 이를 통해 고령운전자 뿐 아니라 주변 도로교통의 안전도 강화한다.

2. 개발 목표 : 높은 감지 정확도 및 신속한 대응속도

- 심박수 감지 및 AI 의식 진단 시스템의 정확도를 90% 이상으로 설정하며, 위급 상황 감지 후 대응까지의 시간을 2초 이내로 줄이는 것을 목표로 한다. 또한, 원격 제어 시스템의 통신 지연을 최소화하고 안정성을 확보하여 비상 상황에서도 원활하게 작동하도록 한다.

○ 개발 배경 및 동기

<고령 운전, 면허반납 등의 '배제' 아닌 '보조' 필요>

1. 초고령화사회로 인한 고령운전자 증가 및 사고 증가

- 국내 고령운전자 500만명 (2040년 1300만명 전망), 최근 5년 고령운전자 추돌사고 연평균 15% 증가,(원인 : 심정지, 뇌경색, 페달 오조작 등) 치사율은 전체 연령대 평균의 2배

2. 국내외 고령 운전자 대책 및 기술 비교

- 일본 : 2017년부터 고령운전자 안전 운전 지원 기능 장착된 '서포트카' 보급
- EU : 2022년 DMS 의무화, 페달 오조작 가속 안전도 평가(NCAP) 2026년 도입 추진
 - ▶ 이에 비해 한국은, 면허 반납제 중심의 대응 방안을 추진 중이다. 고령자의 이동권 보장으로 생산성 향상, 사회적 가치 창출을 위해 본 시스템을 개발하고자 한다.

○ 작품 상세 설명

1. [인지] 고령운전자 주행 중 심박센서, 카메라 표정 감지 AI, 페달 급 가속 감지 센서는 실시간으로 감지한 데이터를 보고한다.
2. [판단] 보고 받은 데이터를 바탕으로, 정해진 알고리즘에 따라 데이터를 분석하고 과거의 데이터와 현재 데이터를 활용해 위급 상황 레벨을 결정한다.
3. [제어 1] 결정된 위급상황 레벨에 따라, 차량 내, 외부 시스템을 제어한다.
 - 1) 경고 단계 : 차량 운전자에게 경고 메시지를 보내고, 운전 가능 여부를 묻는다.
 - 2) 위기 단계 : 차량 주변에 경적과 경고등을 활용해 위기 상황임을 알리고, 차량 내부 카메라를 스트리밍하여 원격센터 서버(PC)에서 관리자가모니터링 할 수 있게 한다.
 - 3) 비상 단계 : 운전자가 운전이 불가능하다 판단, 원격 운전을 실시한다.
4. [제어 2] 위 1~3 비상 대응 시스템과 별개의 기능으로, 'Senior-Safety' 드라이브 모드를 설계하여, 가속 페달 착각으로 인한 급 가속이 되지 않도록 제어한다.

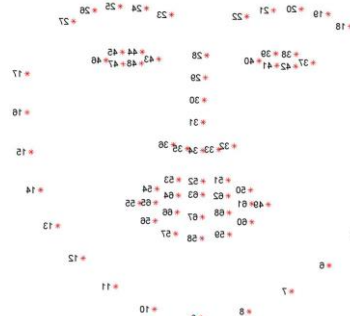
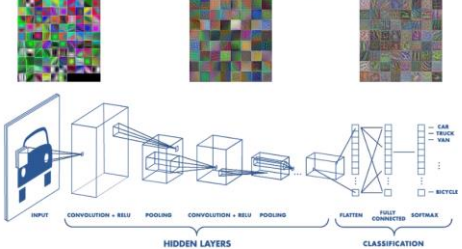
□ 개발 방향 및 전략

○ 개발 방향

인식/인지 시스템	판단/처리 시스템	출력/제어 시스템	통신 시스템
- 운전자 상태 모니터링: 운전자 카메라, 심박수 센서) - 페달 오조작 모니터링: 차량 초음파센서 (AEB), 페달	- 운전자 상태 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> • 운전자 카메라: AI 기반 얼굴 인식을 통해 운전자 상태 인지 • 심박수 센서: 실시간 5분 데이터를 정상 데이터로 설정하여 이상 심박수 감지 - 차량 비정상작동 탐지 <ul style="list-style-type: none"> • 초음파 센서: 3m 이내 구조물 유무 감지 • 페달: 급조작 감지 	- 원격운전: 레이싱휠, 페달 - 긴급상황 주변 알림: 비상등, 경적 - 장애물 감지 상황에서 가속 시 긴급 정지 - 차량 내/외부 영상 스트리밍	- 무선 : LTE, LPWA - 유선 : , spi, i2c, 시리얼- 유선 : UART, SPI, I2C

○ 개발 방법 및 활용 기술

- SW분야

영상처리		
기술명	예시 이미지	핵심 기능
Open CV, Dlib		<ul style="list-style-type: none"> - OpenCV와 Dlib을 사용하여 운전자의 얼굴의 landmark 포인팅 - 포인팅한 좌표를 바탕으로 AI 알고리즘 구성
CNN	<p>Convolutional Neural Network</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Convolution Neural Network 을 활용하여 포인팅한 좌표 데이터로 운전자의 표정 분석 - 사전 학습 모델을 활용하여 정교한 결과 도출 가능

· motion 라이브러리

라즈베리파이를 스트리밍 서버로 활용하여 웹캠 영상을 실시간 스트리밍 가능하게 하는 라이브러리이다. 해당 기술을 사용하여 차량의 환경을 PC에서 모니터링 가능하게 한다.

· 센서 데이터 처리

다중센서 데이터 융합에서 이벤트 발생 빈도기반 가중치 부여

다중 센서에 의해 수집된 데이터를 센서별 이벤트 발생 빈도수를 기준으로, 센서별 가중치를 부여하여 데이터 융합시 더욱 뛰어난 신뢰도를 보이게 하는 기술이다.

- HW분야

1. 심박수 센서

다양한 종류의 심박수 센서들은 심장의 전기적 활동, 혈류에서 산란되는 빛 등을 통해 인체의 심박수를 측정한다. 심근경색 및 심정지 상황에서는 심박수가 정상치를 벗어나기 때문에 작품에서는 벨트와 핸들의 심박수 센서로부터 운전자의 위급 상황을 인지한다.

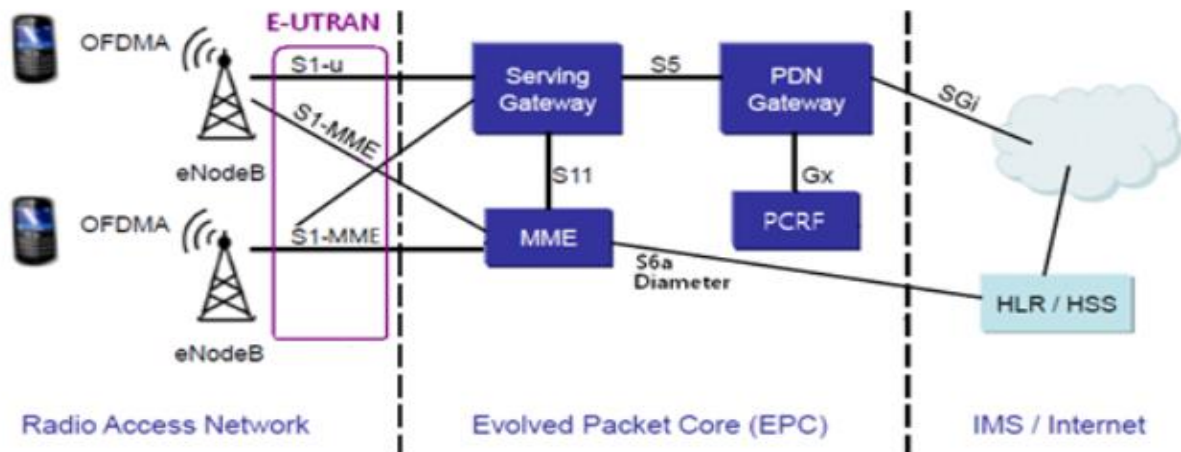
심장이 혈액을 순환시킴에 따라 발생하는 혈관의 용적 변화를 파형으로 인식하는 것으로, 그 용적 변화를 모니터링하는 검지기를 맥파 센서라고 한다. 심박수 계측은 크게 4가지 방법이 있다.



· **심전도법**은 심장이 수축할 때마다 피부표면에 발생하는 전기적 신호를 센서 손잡이 부분에 있는 전극에 의해 인식한 후에 이 신호를 그래프로 나타내어 심박을 측정한다.

· **반사형 맥파**는 적외선 및 적색광, 550nm 부근의 녹색 파장의 빛을 생체에 조사하고, 포토 다이오드 또는 포토 트랜지스터를 사용하여 생체 내부에서 반사된 빛을 계측한다. 동맥의 혈액에는 산화 헤모글로빈이 존재하여 입사광을 흡수하는 특성이 있으므로, 심장의 맥동에 따라 변화하는 혈류량을 시계열 (time series)로 센싱함으로써 맥파 신호를 계측한다.

2. 통신시스템 (LTE)



운전자 상태인식 및 원격주행을 위해선 최소 720p (HD), 30fps, 2000kbps 수준의 영상 품질이 요구됨.

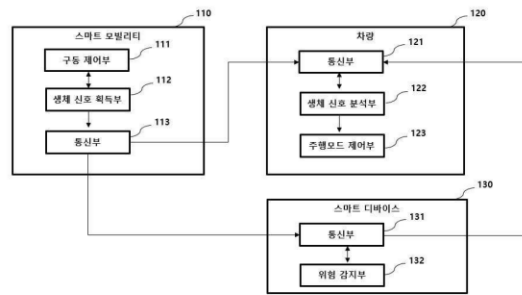
· 원격 통신 : C-V2X / LTE(Long Term Evolution) / LPWA(Low Power Wide Area)

○ 유사 작품(제품)과의 비교 분석 및 차별성

- 국내 운전면허시험장 장내기능차량 : 페달 오조작 방지장치
- 일본 노인특화 자동차 '서포카'(서포트카)
- 원격운전 : 독일 스타트업 'Vay'의 '텔레드라이빙' > 미국 라스베이거스에서 운행 중
- 자동제어 : 현대모비스 RMA 솔루션
- 운전자 모니터링 시스템 : DMS (특정회사의 기술아님. 여러 차량기술명칭 중 하나.)
- 현대모비스 : DSW

스마트 모빌리티를 이용하여 획득된 생체정보를 분석하여 자율 주행 모드를 제어하는 시스템

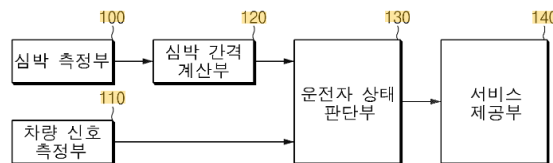
(<https://doi.org/10.8080/1020210137534>)



획득한 생체정보를 이용하여 자율 주행으로 모드를 제어하는 시스템은 자율주행으로 이후 병원에 이송한다. 아직은 완전 자율주행은 구현이 불가능하다고 판단되어 원격제어 운전을 통해 위급상황의 운전자를 병원에 이송하거나, 주변에 도움을 청하려고 한다. 이는 모드로 적용되어 특정 층만이 아닌 옵션으로써 상품성의 기능을 가지고 있다.

심박 신호 기반 운전자 상태 판단 장치 및 방법

(<https://patents.google.com/patent/KR101646418B1/ko>)



운전자의 졸음/운전자의 위급상황을 AI 혹은 센서를 활용해 감지하는 기술은 많이 제시되어져 왔지만, 그에 대한 솔루션은 단순히 경고음을 울리는 수준에 그쳤다. 이는 졸음 운전 시에는 효과를 볼 수 있지만 운전자가 심정지/심근경색 등 위급상황에 처한 경우 아무런 도움이 되지 않는다. 본 기술은 원격운전 연결 및 주변 차량 경고 등의 솔루션을 통해 운전자의 안전을 확보한다.

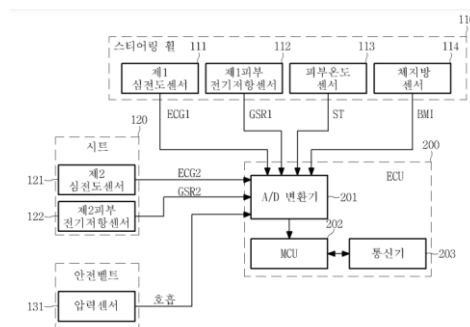
○ 예상되는 장애요인 및 해결방안

1) 셀룰러(LTE) 통신 속도 및 Delay

- 영상 데이터 인코딩 과정에서 다운 샘플링 통해 최대한 통신속도를 확보하여 원격제어 운전이 가능하도록 조정.

2) 심박수 센서의 부정확한 감지

차량 운전자의 생체정보 획득 장치 및 그 방법(<https://doi.org/10.8080/1020110061400>)



심전도 센서만으로 측정이 어려울 시 ‘차량 운전자의 생체정보 획득 장치 및 그 방법’의 추가

센서 이용 및 스티어링, 시트, 안전벨트에 1~N차 측정 시스템을 구축하여, 정확한 정보 추출

3) 운전자 상태 감지 예측을 위한 영상처리 과정의 소요 시간이 오래 걸릴 것으로 예상

- 카메라 영상 프레임 제한, 전처리 과정 단순화
- 더 높은 사양의 프로세서 사용 (예 : 엔비디아 젯슨 나노 등)
- 기능별 독립적인 추가 MCU 이용

○ 예상 결과 작품이 활용될 분야 및 방법, 효과 제시

1) 완성차에 옵션으로 적용

- 'Senior-Safety' 옵션을 개발하여, Drivig Mode의 기존 Eco/Sport 모드 외, 'Safety' 모드 (출력 제한, 가속페달 오조작 방지 기능 On)를 추가하는 방식으로 시스템을 차량에 적용한다.

2) 차량 수요자 감소 방지해, 자동차 산업 활성화

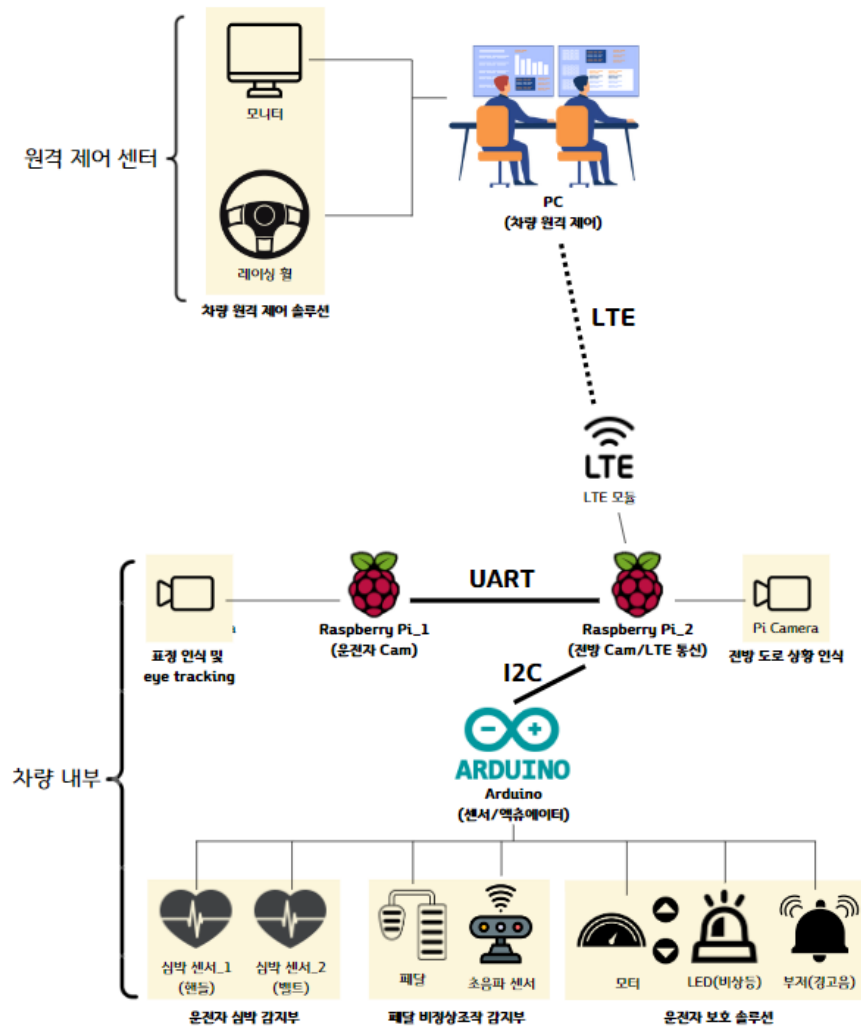
- 고령운전자 면허반납으로 인한 차량 수요 감소를 해결하여, 자동차 산업활성화에 간접 기여한다. (위 옵션 추가 시, 지자체 보조금 활용 방안 기대)

3) 농어촌 지역 생산성 향상

- 교통 인프라가 부족한 농어촌은 고령자의 운전이 불가피하다. 본 시스템으로 고령자의 이동성과 활동 범위를 확대하여 생산성 증가 및 지자체 활성화를 기대할 수 있다.

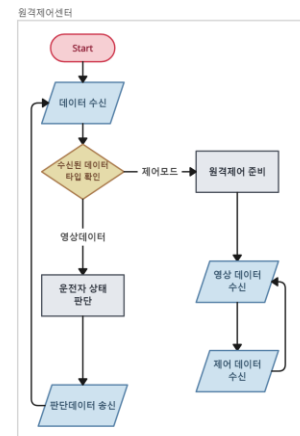
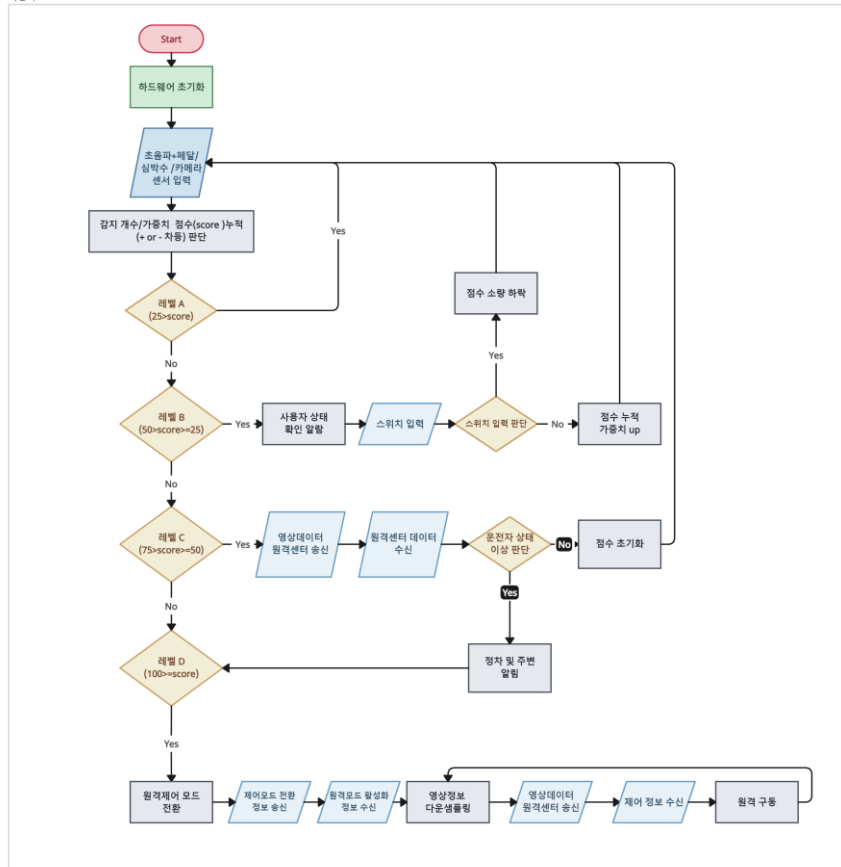
□ 작품 상세 설명 및 지원 장비 사용 계획

○ 작품 작동 원리 설명



○ 작품에 사용될 SW와 HW 설명(지원 장비 사용 방안)

- SW 상세설명(개발 방법 및 활용 기술)



S/W	영역	설명
데이터 수집영역	카메라 센서	딥러닝을 기반으로 학습시킨 데이터로 운전자의 현재 상태를 파악 위험 상황이라고 판단될 경우 데이터 처리 영역에 신호 전달
	심박수 센서	스티어링 혹은 운전자 좌석에 설치된 심박수 센서를 측정 심박수 알고리즘 분석에 데이터 전달
	가속페달 + 초음파 센서	가속페달 급가속 + 전방 3m이내 장애물 탐지 급조작 인식 시 데이터 처리 가속페달 처리 알고리즘에 신호 전달
데이터 판단영역	LEVEL: 판단 알고리즘	심박수, 가속페달, 카메라 각각의 위급 상황 판단 결과를 종합하여 중첩치 만큼 점수 증가량 상승 심박수, 가속페달, 카메라 각각의 위급 상황 판단 결과가 중첩될수록 빠른 위기 판단 점수(1~100) 상승 가능 위험 상태가 해제되면 점수가 낮아져서, A~D레벨을 동적으로 이동
	가속페달 오 조작 판단 알고리즘	설정한 시간 내에 페달의 너무 큰 값의 변화 발생시 위험상황 판단 판단 후 일정시간 동안의 판단 유지시켜 점수를 상승시킴
	심박수 판단 알고리즘	N 시간(초) 동안 심박수 측정 후 누적하여 평균을 냄 순간 심박수가 평균 심박수 값보다 설정한 범위만큼 벗어날 시 점수를 상승시킴
서비스	알람 시스템	점수 25 이상 50 미만일시 B레벨로 진입

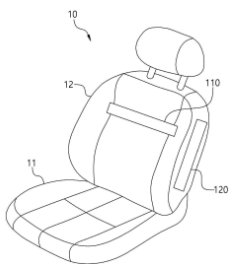
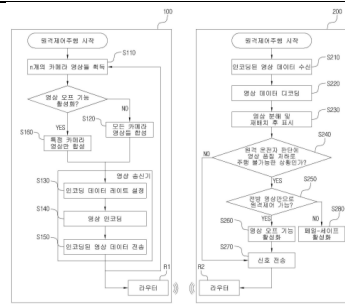
제공영역		운전자에게 알람을 표시해 현재 위급 상황 질문 입력이 될 시 안전한 상황으로 판단하여 점수를 내림 오입일 가능성이 존재하므로 소량만 내림 입력이 안될 시에는 점수 증가량 상승
	알림/정차 및 운전자 확인	점수 50 이상 75 미만일 시 C레벨로 진입 원격제어 센터 사람에게 동영상 데이터가 수신되어 운전자의 상태를 사람이 확인 위급상황일시 점수를 상승시켜 D레벨로 진입 동시에 모터제어를 통해 정차 및 주변 알람
	원격운전	75점 이상일시 D레벨로 진입 자동차에서 원격제어 변환 데이터 전송 후 실시간 제어를 위한 다 운샘플링 통신속도를 확보하고, 영상데이터 송신 및 제어 데이터 수신을 이용 해 원격제어 원격제어를 통해 인근 병원으로 이송 혹은 주변에 도움

- HW 상세설명(개발 방법 및 활용 기술)

H/W	영역	설계 위치	활용 방안
입력장치	이미지 센서 (Cam)	차량 내·외 부	차량 내부 : 운전자 상태 진단을 위한 스트리밍, AI 인 식 데이터로 활용 차량 외부 : 원격 운전시 차량 주변 시야 확보를 위한 스트리밍에 활용
	심박수 센서 (전극/PPG)	차량 내부	스티어링/안전 벨트/손목 디바이스 PPG/전극형을 적절 히 이용해 다회 측정으로 심박수 정보 측정
	가속페달	차량 내부	차량(RC카) 제어 및 유선 연결/ 급제동 파악
	스위치	차량 내부	LEVEL B 진입 시 알람에 대한 입력
	초음파 센서	차량 외부	차량 전면 탑재되어 차량 전방의 물체 정보 인식
	운전대+페달	원격 센터	PC연결 원격 제어정보 입력
메인 프 로세서 및 보조 장치	라즈베리파이	차량 내부	영상처리 및 LTE통신 주요처리 및 소량 알고리즘 처리
	LTE 모듈	차량 내부	카메라를 통해 수집한 영상데이터 송신 및 원격제어센 터에서 수신하는 제어정보 데이터의 빠른 교환 목적
	아두이노	차량 내부	각 센서제어 및 점수 집계 알고리즘 처리하여 라즈베 리파이 에 데이터 전송
	LCD+부저	차량 내부	LEVEL B 진입 시 운전자에게 알람 출력

출력장치	LED 및 경음기	차량 외부	LEVEL C 진입 시 차량 외부 위급 상황 경고 알람 출력
	모니터	원격 센터	차량에서 수신된 영상 데이터 정보 출력

○ 기술 공부 내용 및 적용 방안

<div>생체신호 감지를 위한 차량 시트</div>	<div>다중센서 데이터 융합에서 이벤 트 발생 빈도기반 가중치 부여</div>	<div>자율주행시스템에서 차량의 원격제어주행을 위한 영상을 송수신하는 방법 및 이를 이 용한 컴퓨팅 장치</div>																																									
<div></div>	<div><table><tr><td></td><td colspan="7">P1</td></tr><tr><td>센서</td><td>온도 (h1)</td><td>조도 (h2)</td><td>습도 (h3)</td><td>온도+ 조도</td><td>온도+ 습도</td><td>조도+ 습도</td><td>온도+ 조도+ 습도</td></tr><tr><td>센서 수</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>200</td><td>200</td><td>200</td><td>300</td></tr><tr><td>이벤트 수</td><td>60</td><td>10</td><td>30</td><td>70</td><td>90</td><td>40</td><td>100</td></tr><tr><td>가 중 치</td><td>tf (상대 빈도)</td><td>0.20</td><td>0.03</td><td>0.10</td><td>0.23</td><td>0.30</td><td>0.13</td><td>0.33</td></tr></table></div>		P1							센서	온도 (h1)	조도 (h2)	습도 (h3)	온도+ 조도	온도+ 습도	조도+ 습도	온도+ 조도+ 습도	센서 수	100	100	100	200	200	200	300	이벤트 수	60	10	30	70	90	40	100	가 중 치	tf (상대 빈도)	0.20	0.03	0.10	0.23	0.30	0.13	0.33	<div></div>
	P1																																										
센서	온도 (h1)	조도 (h2)	습도 (h3)	온도+ 조도	온도+ 습도	조도+ 습도	온도+ 조도+ 습도																																				
센서 수	100	100	100	200	200	200	300																																				
이벤트 수	60	10	30	70	90	40	100																																				
가 중 치	tf (상대 빈도)	0.20	0.03	0.10	0.23	0.30	0.13	0.33																																			
<div>추가센서 시트에 이용 시 시 트에 센서배치 방안과 데이 터 수집에 참고</div>	<div>알고리즘 설계시 각 센서 데 이터에 가중치 부여에 대해 참고</div>	<div>영상을 샘플링하며 송/수신 하는 알고리즘을 참고하여 영 상 송/수신에 참고</div>																																									

Pytorch 공식 자료, HW 데이터시트, 사용 기술 관련 논문 및 특허 등을 검토하여 학습 예정

<https://koreascience.kr/article/JAKO201124747153076.pdf> 다중센서 데이터 융합에서 이벤트 발생 빈도기반 가중치 부여

https://tutorials.pytorch.kr/intermediate/realtime_rpi.html 라즈베리파이4를 활용한 실시간 추론

- <https://doi.org/10.8080/1020210161402> 압전센서 생체신호감지

- <https://doi.org/10.8080/1020180099084> 원격제어 시스템 및 동작 방식

- <https://doi.org/10.8080/1020220107534> 다운샘플링 및 영상처리 및 전송

- <https://doi.org/10.8080/1020220066701> 차량원격 제어 방법 및 장치

□ 개발 일정

No	대분류	내용	개발 일정														
			6月			7月			8月			9月			10月		
1	사전 준비 및 프로토타입 제작	개발 계획 수립 및 자료조사	■	■	■												
2		유사 자료 검토 및 관련 기술 조사	■	■	■						■						
3		프로토타입 제작 (개인 장비 사용)	■	■	■	■											
4		부품 구매 및 개발 환경 구축			■	■	■	■									
5	S/W 및 H/W 부분 개발 (분담)	위급 레벨 판단 알고리즘 설계		■	■	■					■	■					
6		차량 모터제어 및 구동 시스템 개발			■			■	■	■							
7		원격센터 시스템 개발			■		■	■	■								
8		LTE 통신 시스템 부분 개발			■		■	■	■								
9		AI 모델 구현 및 학습 데이터 수집			■		■	■	■	■							
10		위험 감지 및 대처 알고리즘 구현			■		■	■	■	■							
11	각 개발 부 결합	SW, HW 및 알고리즘 결합			■				■	■	■		■	■	■		
12	테스트, 디버깅	중간 시험 평가 및 테스트			■				■								
13	및 제품	디버깅 및 개선			■					■	■	■					

[illegible]

□ 팀 구성 및 역량

No	구분	성명	팀 내 담당 업무	업무 관련 역량(개발 언어, 프로젝트 경험 등)
1	팀장	박현규	<ul style="list-style-type: none"> - LTE (SW) - 개발 일정 - 개요 - SW & HW 및 알고리즘 결합 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발 언어 <ul style="list-style-type: none"> - C, Python, MATLAB ○ 프로젝트 경험 <ul style="list-style-type: none"> - KSAE 자작차대회_Formula차량 전장개발 - LiDAR, ROS 활용 시각장애인 보조장치 - ETRI AI 프레임워크 활용대회_당뇨관리기기 위한 식품·식습관 데이터수집 및 분석
2	팀원	전지환	<ul style="list-style-type: none"> - 위험 상황 판단 알고리즘 설계 - SW 테스트 - 시연 영상 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발 언어 <ul style="list-style-type: none"> - C/C++, Python, Linux Shell Script, Makefile ○ 프로젝트 경험 <ul style="list-style-type: none"> - 배터리 진단 방법 및 시스템: C언어 기반 실시간 FFT 처리 코드 및 회로 구성 - 갓길 자율주행 기반 블랙 아이스 제거 솔루션: 차체 설계 및 Ubidots 활용 차량 정보 확인용 외부 인터페이스 구성 - SDV Demo: 차량용 임베디드 보드 셋업 및 오토사 기반 어플리케이션 디버깅

3	팀원	윤석영	<ul style="list-style-type: none"> - 센서 제어 - 센서 알고리즘 설계 - HW 제 - 시연 영상 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발 언어 <ul style="list-style-type: none"> - C, Python, VHDL ○ 프로젝트 경험 <ul style="list-style-type: none"> - 라즈베리파이 스마트 어항 제어 알고리즘 구성 - Esp32 독거노인 알리미 통신 인터페이스 구성 - SDR adam pluto 이미지 품질 조절 송수신 구성 - spartan 6 리모콘 이용 텀프로젝트
4	팀원	박정우	<ul style="list-style-type: none"> - AI 영상처리 알고리즘 제작 - 위험요소 판단을 위한 데이터 수집 및 처리 - 보고서 작성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발 언어 <ul style="list-style-type: none"> - C, Python ○ 프로젝트 경험 <ul style="list-style-type: none"> - CNN과 mnist data set을 활용한 숫자 인식 - 가속도,압력 센서 기반 무선 조종 자동차 제작 - 라즈베리파이 스마트 미러 제작 - SRAM write/read yield 향상을 위한 assist circuit 설계