

사업계획서

I. 기술성

1. 개발기술 개요 및 필요성

세계 골프산업 커뮤니티 R&A(RandA.org) 2018보고서에 의하면 골프산업의 성장 세계 골프장의 수는 3만3천개로 세계적으로, 556개의 새로운 골프 코스 활발히 건설되거나 선진적인 계획을 수립하고 있으며 절반 이상이 리조트 개발과 관련하여 골프, 관광, 경제 발전 사이의 밀접한 관계로 성장하는 사업이다.(세계 골프산업 커뮤니티 R&A(RandA.org) 2018)

국내의 경우, 1965년 한국골프협회는 정식으로 출범, 1980년대에 들어서 아시안게임과 올림픽을 계기로 골프장 설립에 대한 인허가 조건이 완화되어 골프장은 양적인 성장과 함께 점차 대중화되기 시작하면서 일본의 골프 시스템을 들여오기 시작하면서 성장하였다. 국내 골프 스포츠산업 규모는 미국, 일본, 중국에 이어 5대 강국이며 골프산업도 세계 4대 강국 인 것으로 알려져 있다. 국내 골프장이 500개가 넘어서고 유명 골프 플레이와 국민 소득의 증가에 의한 일반 플레이어의 성장으로 일반 소비 제품의 시장은 확장되고 있다. 그림 1과 같이 국내 골프카트 사업은 2강 체제 (야마하와 디와이 APRO)로 운영 되고 있는 상황이며, 중국제품이나 후발 주자의 저가화 도전에도 새로운 제품이 시장을 이끄는 산업 구조는 아니다. 다만, 인공지능(AI) 및 자율주행의 주변기술의 변화가 지속되는 상황에서 기존 기술이 지속적인 골프카트 시장을 계속적으로 이끌어 가는 형태는 아닐 것으로 예상할 수 있다.

Region	Population	Golf holes	Golf facilities	Population per hole
Africa	1,228,281,312	12,360	885	99,376
Asia (including the Middle East)	4,453,456,868	89,199	4,570	49,927
Europe	739,011,307	126,837	7,233	5,826
North America (plus Central America & Caribbean)	537,550,473	298,254	17,748	1,802
Oceania	40,131,018	31,185	2,067	1,287
South America	424,175,608	9,276	658	45,728
The World	7,422,606,586	567,111	33,161	13,088

[표 1. Golf facilities compared to population]



[그림 1. 국내 5인승 골프카트 시장 점유율]



- 1) 횡성 알프스 대영CC서 전동카드 역주행 사고...5명 중경상 (2018.03)
- 2) 골프장 카트에서 떨어져 신체가 마비 (2018. 4)
- 3) 대구 수성구 이 모씨 카트로 이동 중 추락(갈비뼈 1개 치아가 6개 손상)
- 4) 2018년 전국의 골프장 6곳 화재

[그림2. 2018년 골프카트 사고 사례]

특히, 본 과제에서 고려하는 5인승의 골프카트 같은 경우에는 국내와 일본만이 자기유도 방식과 캐디를 혼합하여 운영하고 있다. 자기유도 방식은 카트 도로에 매설된 유도선에 흐르는 유도전류를 가이드 센서로 감지하고, 카트의 스티어링 모터를 자동조향 방식이다. 우천과 같은 외부 환경에 강인한 장점을 갖고 있지만 유도선의 매설과 유지보수가 어려운 단점을 갖고 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로 2getthere사에서는 자기유도선 대신 자석을 사용하는 마그넷 스팟 가이드 방식 사용하고 있으나 유도선과 마찬가지로 매설 공사가 필요하며, 코스의 길이에 따라서 많은 양의 자석이 필요하여 설치비용이 증가할 수 있다. 국내의 시장의 요구 조건을 앞선 일본 야마하에서는 도로면 정보를 사용한 Virtual Guide Line(VGL) 기술을 개발하고 있다. 도로를 마주보도록 설치된 카메라에서 취득된 도로면 이미지와 사전 답사를 통해서 조사한 패턴을 매칭하여 차량의 위치를 파악하는 방식으로 외부 환경 변화(i.e. 노면 상태)에 대해서는 아직 검증이 되지 않았다.

위와 같은 새로운 기술들을 도입하기 위해서는 사고와 운영상의 사고 방지(그림 2)를 위한 골프카트 운영 시스템과 골프장의 요구 사항을 반드시 감안해야 한다. 또한, 최신 기술을 도입하기 위해서 필요한 가격적인 측면도 무시할 수 없다. 이를 종합하여 차세대 골프카트 개발에서 고려되어야 할 사항들은 다음과 요약한다.

- 1) 골프 플레이어 측면의 안전 대책
- 2) 국내 자기유도 방식에 문제점을 해결할 수 있는 자율주행 시스템 적용 카트
- 3) 골프 플레이어 안전 사고 방지 기능 강화
- 4) 화재 및 골프장 운영에 필요한 카트 모니터링 시스템과 기존 운영 사스팀 연결
- 5) 골프장 운영자 측면의 효율적인 대책
- 6) 현실적으로 판매 가능한 가격대의 제품
- 7) 골프카트 운영 및 유지 보수 개선 (충전 및 노캐디)

본 과제를 통해서 개발할 자율주행 모듈은 기존 골프카트 제조사에게 인공지능 기반의 인지 기술과 최소 비용의 안전 강화 기능을 제공한다. 추후에는 소프트웨어 업데이트를 통해서 완전 자율주행 기능을 제공함으로써 새로운 골프장신설이나 기존의 자기유도방식을 폐기 할 수 있는 자율주행 모듈을 국내 제조사(디와이)에 공급하여 해외 경쟁사(야마하)와의 차별성과 가격 경쟁력을 확보 할 수 있는 차세대 골프카트를 공급할 계획이다.

2. 개발기술의 독창성 및 차별성



[그림 3. 기존 자기유도 방식 골프카트]

그림 3의 기존 자기유도식 골프카트의 단점을 다음과 같이 요약한다.

- 초음파 센서 : 물체 감지 시 차량을 정지하기 위한 용도로 사용되는 센서. 주변에 나무에서 난반사가 발생하여 불필요한 정지가 잦게 발생하는 단점을 갖고 있음
- 자기 센서 : 골프카트가 유도선을 따라갈 수 있도록 유도선의 유도신호를 감지하는 센서. 기본적으로 유도선 설치를 위한 매립과 유지 보수에 필요한 비용은 9홀당 약 2억원 내외로 비싼 편이며, 특히 국내와 같이 산악지형과 돌이 많은 지형에서는 일정한 깊이로 매설하는 것이 쉽지 않음. 이로 인해서 지역에 따라서 유도자장의 세기가 변화하여 일부 지역에서는 검출이 되지 않는 경우도 발생하고 있음
- 마그넷 센서 : 카트의 속도를 줄여야 한다거나 특정 위치마다 매설되어 있으며, 특정 구간에서 카트의 속도를 조절하는 용도로 사용되고 있음. 매설된 마그넷에 손상이

발생하는 경우에는 측정이 불가하여, 특히 구심가속도가 크게 발생하는 회전구간에
서는 차량이 전복될 수 있음

- 가드 센서 : 선행 차량 감지를 위해서 사용되는 센서로 각 카트에 탑재되어 있음. 동
종의 차량끼리는 문제가 없으나 골프장에서는 다양한 회사의 카트들이 혼합되어 사
용되고 있는 경우에는 선행차량 감지가 불가능 함
- 충전/복귀 방식 : 아직까지는 무선/무인 충전에 대한 인프라가 부족하여 충전/복귀
방식이 완전 자동화 된 사례는 아직 없음. 일본의 경우, 다수의 유도 라인에 선행차
량과 일정간격으로 골프카트를 배치하는 방식으로 무인화에 대비하고 있음

한편, 제안하는 애드온-자율주행 모듈을 기존 골프카트에 탑재하여 인공지능 기반의 차
선/장애물 감지 및 회피 기능이 추가된 차세대 골프카트로 개조할 수 있다.

- 유도선 손상에 강인한 라인 추종 성능
 - 인공지능 기반의 영상처리 알고리즘을 사용하여 가상 유도선을 생성함
 - 자기센서로 측정된 실제 유도선과 가상 유도선의 정보 중에서 측정 정확도가 높은
신호를 사용하여 기존 유도선의 역할을 보조하거나 대체하는 방식을 제안함
- 자석 손상에 강인한 안정성
 - 고가의 정밀 GPS를 탑재하지 않는다면 카트의 절대위치 측정을 위한 자석과 마그
넷 센서의 역할을 완전히 대체할 수는 없음
 - 저가 GPS와 오도메트리 정보, 영상에서 측정한 곡률, 그리고 마그넷 센서로부터 측
정된 결과를 종합적으로 사용하여 자석의 고장 여부를 검출하고, 유지보수를 요청하
는 고장 대응 방식을 대안으로 제시함
- 향상된 장애물 감지 성능
 - 장애물의 위치는 영상처리 결과와 초음파센서로 측정한 결과를 센서-융합 알고리즘
으로 종합하여 판단하기 때문에 난반사와 같은 문제에 대해서 강인함
 - 유도선 측정과 마찬가지로 측정 정확도에 기반하여 장애물 위치 정보를 융합하여
판단하는 알고리즘이 사용됨
- 장애물 회피 기능
 - 로봇 분야에서 사용되고 있는 알고리즘을 적용하여 지능적인 장애물 회피 기동이
가능함
 - 장애물의 종류에 따라서 회전 반경과 속도, 그리고 차량의 다이내믹스를 고려하여
안전하게 주행할 수 있음
- 이종-차량 및 측면 차량 인식
 - 고가의 가드센서 대신 저렴한 카메라와 초음파 센서로 선행차량을 감지함
 - 선행차량은 앞서 언급한 장애물 감지와 유사하게 검출하나 장애물은 회피하여 추월
해야 하는 대상이며, 선행차량은 먼저 출발할 때까지 대기해야하는 대상으로 인식

함. 즉, 제안하는 방법은 단순히 장애물 인식하고 회피하는 것이 아니라 장애물의 종류에 따라서 운전방식을 변경하는 지능적인 시스템임

○ 충전/복귀 자동화를 위한 실내 위치 인식

- 실내 주차장에서는 적외선 태그를 사용하여 선행 차량이나 특정 태그와 수cm 간격으로 정확한 주차가 가능함
- 정확한 위치에 주차하는 기능은 현재 활발하게 연구되고 있는 무선 충전기술과 함께 충전/복귀 자동화를 위한 핵심 기술임

위와 같이 안전성과 편의성을 향상시킬 수 있는 최소비용의 자율주행 모듈을 개발하고, 실제 골프카트에 탑재하여 성능을 검증한다. 현재의 기술적/비용적 수준을 감안하여 기존 유도선 인프라를 사용하고 있는 사업자들에게도 필요한 장애물 감지와 회피 등의 안전 강화 기능을 우선적으로 제공할 수 있다. 기존 자기유도식 골프카트를 판매하고 있는 수요기업에게 필요한 차별화 된 기능으로 타 경쟁사들보다 빠르게 시장 진출이 가능할 것으로 기대한다. 또한, 인공지능이 탑재된 영상처리 모듈은 골프장에서 실 운전을 하면서 지속적으로 학습 가능하여 향후에는 유도선 없이도 자율주행 가능한 골프카트를 제공할 계획이다.

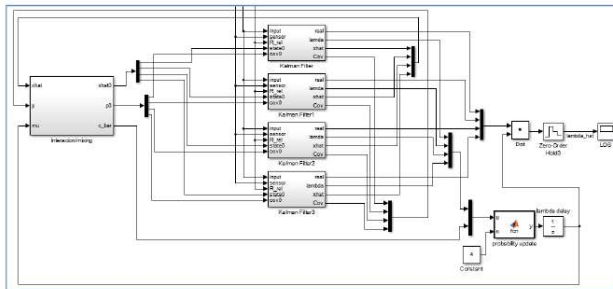
3. 기술개발 준비현황

3.1 선행연구 결과 및 애로사항

< 주관 기관 >

(가) 선행 연구결과

○ 상호작용 다중모델 알고리즘을 이용한 항공기 레이돔 굴절오차 보상



1. Calculation of the mixing probabilities

$$\mu_{k-1:k-1}^j = \frac{1}{c^j} p^j \mu_{k-1}^j, \quad c^j = \sum_{j=1}^r p^j \mu_{k-1}^j$$

2. Mixing

$$\hat{x}_{k-1:k-1}^j = \sum_{j=1}^r \hat{x}_{k-1:k-1}^j \mu_{k-1}^j, \quad P_{k-1:k-1}^j = \sum_{j=1}^r \mu_{k-1:k-1}^j \{P_{k-1:k-1}^j + [\hat{x}_{k-1:k-1}^j - \hat{x}_{k-1:k-1}^j] \cdot [\hat{x}_{k-1:k-1}^j - \hat{x}_{k-1:k-1}^j]^T\}$$

3. Mode matched filtering

$$\Lambda_k^j = \frac{1}{\sqrt{2\pi S_k^j}} e^{-0.5(Z_k^j)^T (S_k^j)^{-1} Z_k^j}, \quad Z_k^j = z_k - \hat{z}_k^j, \quad S_k^j = C^j P^j (C^j)^T + Q$$

4. Mode probability update

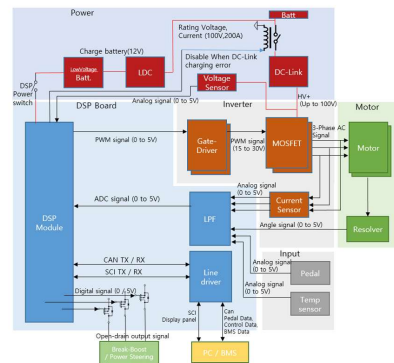
$$\mu_j(k) = \frac{1}{c} \Lambda_j(k) \bar{c}_j, \quad c = \sum_{j=1}^r \Lambda_j(k) \bar{c}_j$$

5. Estimate and covariance combination

$$\hat{x}(k|k) = \sum_{j=1}^r \mu_j(k) \hat{x}^j(k|k), \quad P_{k|k} = \sum_{j=1}^r \mu_j(k) \{P_{k|k}^j + [\hat{x}_{k|k}^j - \hat{x}_{k|k}] [\hat{x}_{k|k}^j - \hat{x}_{k|k}]^T\}$$

- 레이더 보화를 위하여 설치하는 레이돔에서 발생하는 시선각(Line of sight) 굴절오차를 보상하기 위한 알고리즘 개발하였음
- 동적 물체의 동역학을 모르는 경우 선형 추적 알고리즘이 갖고 있는 한계점을 극복하기 위해서 다수 모델을 혼합하여 위치를 추적하는 상호작용 다중모델 필터를 적용하였음

○ 강인 제어기/모델예측 제어기를 사용한 EV 제어기 개발



- 유도전동기의 동작 영역에 따라서 최적의 효율을 얻을 수 있는 토크제어 기법을 개발하였음. 모델 예측 제어를 이용하여 유도전동기의 회전 속도에 따라서 최적의 효율을 갖도록 전류를 제어하는 MTPA(Maximum Torque Per Ampere)-MPC(Mode 1 Predictive Control) 기법을 개발하였음
- 외란관측기(Disturbance Observer) 기반의 강인 회생제동(regenerative braking)

제어기 개발하였음

- 이종-차량 간의 군집 주행(Platooning)을 위한 강인 군집 주행 알고리즘을 연구하였음

○ 이동로봇 군집제어



- 리더를 추종하면서 동시에 대형을 제어하는 경우를 고려한 군집 제어
- 여러 대의 로봇을 이용하여 대형제어를 진행할 때 각 로봇이 각각의 Leader로 추종할 로봇을 미리 입력받고 Follower Robot에서 바라본 현재 Leader Robot의 Heading Angle과 상대거리, 상대각도에 대한 정보를 2D Tag를 이용하여 산출하는 방식을 이용하여 원하는 대형제어가 가능케 하였음

(나) 애로 사항

- 전기차에 관련해서는 주로 종방향 속도 제어에 대한 연구 경험을 갖고 있음. 조향각을 자동으로 조절하는 횡방향 제어에 대해서는 추가적인 연구가 필요함
- 자율주행 알고리즘과 관련해서는 주로 곡률반경이 작은 2개의 휠을 갖는 모바일 로봇에 적합한 알고리즘을 연구하였음. 골프카트와 같이 4개의 휠을 갖는 경우에 대해서는 추가적인 제약사항이 고려되어야 함
- 2D Tag를 이용하여 약 3m 까지 거리를 인식하는 것이 한계로 인식 최대 거리에 대한 문제, 저가의 웹캠을 적외선 카메라를 개조하는 방식으로 사용하여 초점거리의 틀어짐 문제, 2D Tag의 6axis 자세를 추종할 때 연산 속도를 증대시키기 위한 고가의 컴퓨팅 시스템이 탑재되어야 하는 문제 등이 있었음

< 위탁 연구 기관 >

(가) 선행 연구결과

- 2D 카메라 기반 물체인식 및 3차원 자세추정 연구 수행
 - 영상 내에서 추출된 기하학적 특징의 불변속성(geometric invariants) 및 기하학적 위치 관계를 특징함수(feature function)로 하는 CRF(conditional random field)

기반의 물체인식 알고리즘 개발

- 물체를 구성하는 기하학적 특징 집합들에 대해 서로 다른 시점에서의 투영변환(projective transformation)관계를 기반으로 기하학적 정제(geometric refinement) 기법을 적용, 노이즈 및 부분가림(occlusion)에 강인한 물체의 3차원 자세추정 알고리즘 개발
- RGB-D 카메라 기반 3D 미러월드 구축 연구 수행
 - RGB-D카메라로부터 획득된 3D 포인트클라우드(point cloud) 데이터를 이용하여 실제 작업공간에 대응되는 미러월드(mirror world)가 가상공간에 구축될 수 있도록 실시간 업데이트 및 재구성 알고리즘 개발
 - 이렇게 구축된 가상 미러월드는 양방향 햅틱 기반의 로봇 원격조작시스템(bilateral haptic-based robot teleoperation system)의 매개모델(intermediate model)로서 활용
- 딥러닝 기반 물체인식에 관한 연구 수행
 - 해상이라는 특수한 환경을 고려하여 항해 중인(이동하는) 선박에서 취득한 영상 내에서 상선, 여객선, 어선, 요트, 섬, 부표 등의 물체들에 대한 딥러닝 기반의 물체인식 알고리즘 개발

(나) 애로사항

- 3D 포인트 클라우드 기반 3D 환경 복원, 딥러닝 기반 물체인식 등은 데스크탑 컴퓨터를 기반으로 구현된 실험실 연구단계의 수준임. 실제 응용 및 상용화 등을 고려하면 가격 및 실시간성 성능을 고려한 최적의 임베디드 처리기술, 입출력 인터페이스 기술, 안정성 등을 고려한 모듈화 및 상용화 연구가 필요함
- 골프장에서의 도로 및 물체에 대한 인식률을 높이기 위해서는 골프장 내의 특수 환경이 인식기에 잘 학습될 수 있도록 다양한 조건에서의 방대한 데이터 수집, 인식환경 및 목적에 부합하는 딥뉴럴네트워크 구성, 장시간의 네트워크 학습시간 등이 요구됨.

3.2 지식재산권 확보·회피 방안

- 자동주행차량, 장애물 검출장치 및 그것을 구비한 이동체에 대한 특허는 해외 경쟁사인 야마하사에서 일본 및 한국에 출원한 특허임
- 자동주행차량 특허의 경우 골프카트에 대해서 비주얼 오도메트리 방법에 의해 주행 궤적을 도출하고, 기존 사전주행 차량의 주행궤적 정보를 저장하였다가 대조하여 자율주행에 사용하는 것을 특징으로 하는 특허임
- 위 특허의 경우 기존 유도선 센서 및 카메라를 이용한 라인 트래킹방식, 2D 바코드를 이용하는 마커인식 방식을 통해 회피 구현이 가능하며 상기 방법을 사용하는 골

프카트의 지식재산권 확보가 가능함

- 장애물 검출장치 및 그것을 구비한 이동체에 대한 특허는 3차원 정보를 베이스로 물체를 구분하고 거리정보를 취득하여 장애물을 검출하는 것이 주요 내용인 특허로 두 개의 화상 센서를 사용하는 것이 특징임
- 위 특허의 경우 단안렌즈 카메라를 이용한 딥러닝 방식의 장애물 인식, 경로인식 및 패턴인식을 이용한 선행차량 인식 방법을 이용하여 회피 구현이 가능하며 상기 방법을 사용하는 골프카트의 지식재산권 확보가 가능함
- 스마트 골프카트 운영시스템 및 그 운영방법 특허는 골프장 관제시스템에 대한 특허로 필드의 안전사고 및 이벤트 등을 총괄하여 운영하는 방법에 대한 내용과, 동시에 맵 데이터와 GPS모듈을 이용하여 골퍼를 자율주행 추종할 수 있는 골프카트의 제어부에 대한 내용을 담고 있는 특허임
- 위 특허의 경우 골프카트에 대한 내용은 자율주행 전기 골프카트에 대한 내용이 아닌 필드로 들어가서 사용자를 추종하는 물품 운반 장치인 카트에 대한 내용이며 관제 시스템도 실제 인플레이 상황에 대한 관제가 아닌 안전사고, 이벤트 등에 대한 관제 시스템에 대한 내용으로 현재 개발하고자 하는 제품과 무관한 내용임
- 자동주차제어장치 및 방법에 대한 특허는 주차맵을 차량이 수신하고 위치를 선정한 후, 주차슬롯으로 진입하고 제어하여 Standalone 방식으로 자동주차를 이뤄지게 하는 방법에 대한 특허임
- 이번 과제에서의 개발에 충전을 위한 자동복귀 방식 구현에서는 중앙 관제시스템에서 주차 가능 라인 위치를 수신하는 방법을 사용하여 차체에서 주차 위치를 선택하지 않으며, 자동 복귀시 유도선을 따라 이동하는 방법을 사용하며, 앞차와의 거리는 거리감지센서 또는 단안렌즈 카메라와 패턴인식을 통해 앞차와의 거리를 지정 거리만큼 조정하는 방법을 사용하기 때문에 위의 특허를 회피할 수 있고, 해당방법을 사용하는 자동주차 및 자동 출고가 가능한 중앙관제 자율주행 골프카트에 대한 지식재산권 확보가 가능 함

<표> 개발대상 기술(제품, 서비스 등) 관련 지식재산권

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① 자동 주행 차량	야마하하쓰도키 가부시기가이샤	한국/10-2016-0040994 일본/JP-P-2015-157183
② 장애물 검출장치 및 그것을 구비한 이동체	야마하하쓰도키 가부시기가이샤	한국/10-2016-0022324 일본/JP-P-2015-044865
③ 스마트 골프카트 운영시스템 및 그 운영방법	비클시스템 주식회사	한국/10-2016-0164848
④ 자동 주차 제어	한국전자통신연구원	한국/10-2013-0083894

3.3 기술유출 방지대책

- 사내 임직원을 대상으로 기술자료를 취급하는 방법에 대한 보안의식 교육을 실시하여 보안 역량 강화할 계획임
- 내부적으로 보안자료를 취급하는 기준을 갖추고 프로세스를 정형화 하여 체계적인 보안시스템을 차차 갖추어 나갈 예정
- 지적재산권 내부적으로 보안자료를 취급하는 기준을 갖추고 프로세스를 정형화 하여 체계적인 보안시스템을 차차 갖추어 나갈 예정
- 퇴직자에 대한 보안서약서를 의무화 하여 정보유출에 대한 사전 경각심 제고

4. 기술개발 목표 및 내용

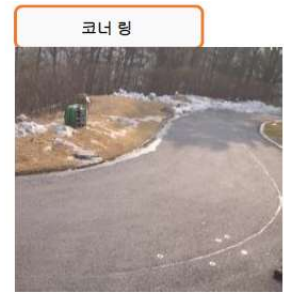
4.1 기술개발 최종목표

< 주요 성능지표 개요 >						
주요 성능지표¹⁾	단위	최종 개발목표²⁾	기술개발전 수준	세계 최고수준 또는 수요처 요구수준³⁾ (해당기업)	전체항목에서 차지하는 비중⁴⁾(%)	평가방법⁵⁾
최대운행거리	km	80km 이상	-	-	10	공인 시험
최고 속도	km/h	30km/h 이상	-	25km/h(디와이)	10	공인 시험
최대 등판각도	deg	27deg 이상	-	13deg(디와이)	10	수요기업 평가
차선유지 위치 정확도	m	1m 이하	-	-	30	수요기업 평가
카드도로 인식율	%	97% 이상	-	-	30	자체 평가
최소 장애물 인식 거리	cm	10cm 이하	-	-	10	자체 평가

※ 수행기관 자체 측정 지표 사유
○ 카트도로 인식율 : 평가를 위한 주행도로의 영상 샘플과 비교군은 자체 취득해야 하므로 공인시험 불가함
○ 최소 장애물 인식 거리 : 최소 장애물 인식 거리는 상용 거리 센서(라이다, 초음파 등)의 자체적인 성능에 의존적인 항목으로 본 과제 의 주안점은 아님

< 시료 정의 및 측정방법 >			
주요 성능지표	시료정의	측정시료 수⁶⁾ (n≥5개)	측정방법⁷⁾(규격, 환경, 결과치 계산 등)
최대 운행거리	골프 카트	2	KS R 1135, 등속조건에서 차량의 최대 운행거리를 측정함
최고 속도	골프 카트	2	차량 성능 측정용 다이나모미터 장비를 사용하여 차량의 최고속도를 측정함
최대 등판각도	골프 카트	2	27도 이상의 등판각도를 갖는 경사로에서 주행 가능 여부를 측정함
차선유지 위치 정확도	골프 카트	2	자기유도선을 따라서 주행한 경로와 자기유도선 없이 자율 주행으로 주행한 경로의 횡방향 차이값이 좌우로 각각 1m 이내여야 함. 각 주행경로는 DGPS 장비를 사용하여 측정함
카드도로 인식율	영상처리 모듈	2	주행도로가 포함된 영상 샘플(또는 주행영상 동영상) 세트를 수집하고, 영상 내 원래의 도로영역(사람이 추출)과 차선인식 알고리즘을 통해 분할/인식된 도로영역의 유사도를 계산함
최소 장애물 인식 거리	센서 모듈	2	장애물 인식 모듈의 정면으로 일정 거리마다 장애물을 설치하고, 장애물의 정상 인식 여부를 확인함

※ 시료수 5개 미만 (n<5개) 지표 사유
○ 수요기업에서 기 사용되고 있는 골프카트 양산모델을 개조할 예정으로, 적용 모델의 품질을 감안한다면 기본적인 성능(최대 운행거리, 최고 속도, 최대 등판각도)은 문제될 부분이 없으므로 다수의 반복 테스트는 무의미 함
○ 제안하는 방법을 적용한 자율주행 골프카트의 필드 테스트(표 2 참고)를 위해서 수요기업이 지정한 장소(센터리 21 CC, 예정)에서 2대의 차량을 시운전 함. 필드 테스트를 위한 공간과 사전협의 내용을 감안하여 3대 이상의 운용은 현실적으로 어려움

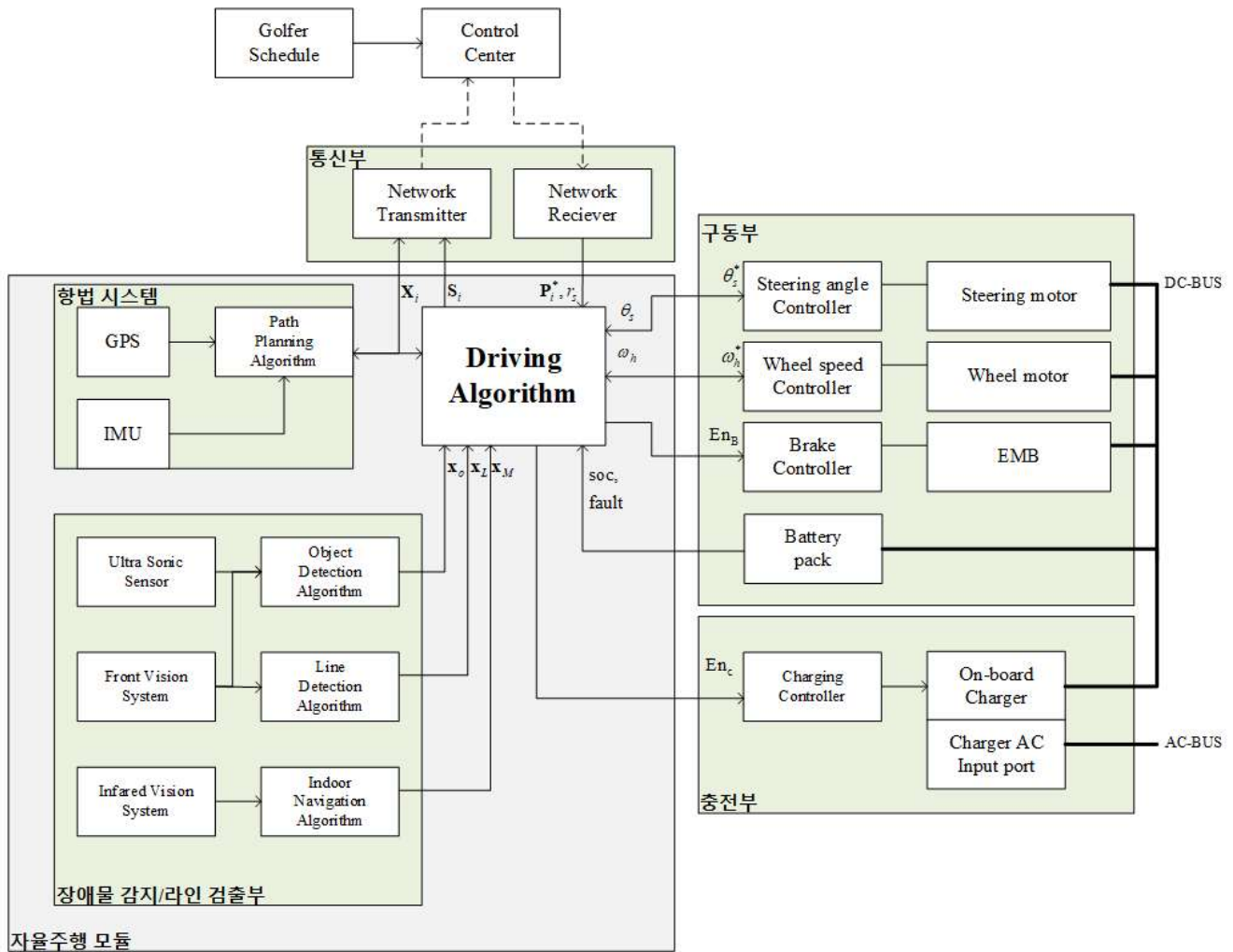


주요항목		점검 진도율(%)	자율주행	기존 AGV	경쟁사 YAMAHA	디와이 목표 Spec.
			개발 목표	현수준		
일반 기능 (경쟁우위)	초기진입 능력 (진입각도/진입거리)	-	5	5	5 (35cm)	30° / 35cm ↑
	코너 링 능력 (최소회전반경 차속)	-	5	5	4 (8km/h)	3.5m / 10km/h
	EM Brake 제어능력 (경사 밀림 방지)	-	5	5	4 (울컥거림)	25° / 10cm 이내, Duty 가변방식
	자동주행 최고속	-	5	5	4 (12km/h)	13km/h / 직선, 8km/h / 3.5m
	요철 / 철근 다리 통과능력	-	5	5	5	목조다리,요철구간 철근다리(중앙센서)
안전 기능 확장	안전기능 (악조건 탈선방지능 력)	-	5	4	5	코너 링 자동감속, 스티어링 전류보상
	추돌방지 능력	--	5	4	4	가드센서 4.5m 감지 력 구현
	고장진단 기능	-	5	3	5	차량정보 저장
	하향 경사 제동능력 (Slip 방지)	-	5	2	4	내리막 자동감속 (유압브레이크 제어)
편의 장치	감속 추종 편의 (EPS,충전표시)	-	5	2	3	추종 및 주행 감속 EPS, 계기판 충전 상태 표시
총 진행율		-	50	40	43	

[표 2. 수요기업 필드 테스트 평가항목 참고자료]

4.2 기술개발 내용

<주관기관 개발내용>



[그림 4. 제안하는 자율주행모듈을 탑재한 차세대 골프카트 시스템]

그림 4는 제안하는 자율주행 모듈이 탑재된 차세대 골프카트 시스템의 구성 예시를 나타낸다. 그림에서 본 과제의 핵심적인 개발 내용은 영상처리 알고리즘으로 측정한 차선 정보와 영상과 초음파 센서를 융합하여 측정한 장애물 정보를 기반으로 속도와 조향각을 조절하여 자율주행을 구현하는 것으로 요약할 수 있다. 제안하는 자율주행 모듈의 개발 및 성능검증을 위해서 필요한 개발내용은 다음과 같다.

○ 카트 개조 및 시험평가 장비 구축

- 개발기간 단축 및 향후 시장 개척을 위해서 기존 사용되고 있는 수요기업의 골프카트를 구입하여 개조할 예정임. 사전 협의를 통해서 개발되는 내용은 다음과 같음
- 1) 통신부 : 기존 카트 관제시스템(2.1 제품화 계획 참고)의 단말기와 연동할 수 있도록 OBD-ii 기반의 프로토콜로 차량의 상태를 모니터링 할 수 있도록 제공해야 함

- 2) 구동부 : 조향 모터부와 후륜 추진 모터부는 당사에서 제작하는 자율주행용 모듈과 연동되도록 개조함.
- 3) 충전부 : 배터리의 상태를 감안하여 과충전/발열 시 차단 가능한 시스템 구현
- 본 과제의 자율주행 성능을 검증하기 위한 시험 장비로 정밀한 위치 측정 성능을 갖고 있는 DGPS와 장애물 측정을 위한 라이다를 사용하겠음(제안하는 내용을 명확하게 하기 위해서 시험평가용 장비들은 그림 4에 표현하지 않음)
- 수요기업이 제공하는 필드 시험을 통해서 제안하는 제품의 성능 검증함

○ 전역 경로 생성 알고리즘(Path Planning Algorithm)

- 카트 주행도로의 GPS좌표 셋과 지형 정보를 사용하여 전역 지도(global map)를 생성함. 또한, 각 지형 정보를 바탕으로 주행도로의 GPS 좌표 상에 노드(node)들을 설정하고, 그리고 각 노드들을 연결하는 엣지(edge)를 연결하여 그래프를 생성할 수 있음
- 골프장의 특성 상, 반드시 정해진 경로로 주행해야 하므로 최적경로 선택을 위한 알고리즘은 필요가 없을 것으로 보여지나, 필요하다면 그래프에 기반한 A*알고리즘으로 구현할 수 있음
- 잘 알려진 바와 같이 일반적인 GPS에서 측정된 위치 정보는 상당한 오차를 포함하고 있음. 칼만필터나 파티클 필터를 사용하여 IMU나 구동부로부터 측정한 오도메트리(Odometry) 정보를 융합하는 방식을 사용하겠음
- 항법시스템을 사용하여 전역 지도 상의 차량의 현재 위치를 측정하고, 관제 시스템으로 전송할 수 있음. 측정된 위치 정보는 오차를 포함하므로 앞서 전역지도에서 생성한 노드와 유클리디언 거리가 최소가 되는 위치를 현재 위치로 가정함
- 출발지의 노드와 목적지 노드 사이를 보간법을 사용하여 연결하면 차량의 주행경로로 사용할 수 있음. 차량이 부드럽게 동작하기 위해서는 속도와 가속도의 연속성을 보장하면서, 경로 상의 곡률반경이 차량의 최소 곡률반경보다 큰 경로를 생성함

○ 장애물 측정 알고리즘(Object Detection Algorithm)

- 골프장은 주행도로와 인도의 구분이 모호하여 일반 도로보다도 사람이나 장애물을 인식할 수 있는 알고리즘이 더욱 중요하다고 볼 수 있음
- 카메라의 영상은 빛의 변화에 민감하고, 장애물과 주변 환경의 색이 유사하면 장애물을 구분하기 어렵기 때문에 초음파 센서를 보조적으로 활용하여 사각을 보완할 수 있음
- 영상처리 모듈로부터 측정한 장애물의 종류 및 ROI(region of interest) 정보와 초음파 센서의 데이터를 결합하기 위한 방법으로 히스토그램 격자 지도를 사용함
- 히스토그램 격자 지도란 차량의 전 방향을 작은 섹터로 나눈 히스토그램을 만들고, 각 섹터에 장애물의 존재 확률을 기록하는 방식임. 예를 들어, 초음파 센서와 영상

모듈로부터 동시에 장애물이 있는 것으로 측정된 섹터에는 높은 가중치가 부여되므로 해당 섹터에는 장애물이 높은 확률로 존재한다고 볼 수 있음.

○ 주행 알고리즘(Driving Algorithm)

- 주행 알고리즘이란 전역 경로와 영상모듈로부터 측정된 차선의 정보, 그리고 장애물 측정 알고리즘에서 작성된 히스토그램 격자지도로부터 골프카트의 이동방향과 속도를 결정하는 방법임. 일부 연구에서는 지역 지도(local map)이라는 용어를 사용하여 주행 경로를 생성하는 방법을 별도 언급하고 있으나 본 과제에서는 주행 경로를 생성하고 추종하는 것을 함께 다루는 바, 편의상 주행 알고리즘이라고 하겠음. 다음과 같이 다양한 주행 알고리즘들이 제안된 바 있으며, 시뮬레이션과 실험을 통하여 적절한 알고리즘을 선택하겠음
- 가상 힘 제어(Virtual Force Field, VFF) : 장애물로부터 골프카트에 작용하는 가상의 반발력과 목적지에서 골프카트를 끌어당기는 가상의 인력을 합한 가상 힘 벡터로 골프카트의 이동방향(힘의 방향)과 속도(힘의 크기)를 결정할 수 있음
- 벡터 필드 히스토그램(Vector Field Histogram, VFH) : VFF의 일부 단점을 해결하기 위해서 히스토그램 격자지도의 정보를 압축하는 과정에서 중간단계인 폴라 히스토그램을 생성함. 폴라 히스토그램에는 장애물 밀집 정도가 기록되어 특정 쓰레쉬홀드 값보다 적으면 주행 가능한 후보(candidate)임. VFF 방식에 비해서 좁은 통로를 흔들림 없이 통과 할 수 있으며, 빠른 속도로 장애물 회피가 가능한 장점을 갖고 있음
- 모델예측 제어(Model Predictive Control) : 히스토그램 격자 지도로부터 골프카트의 주행 경로를 선택하는 문제를 비용 최적화 문제로 보고, 매 순간마다 차량의 동역학과 제약조건을 감안하여 예측된 비용 함수가 최소화 되도록 제어 입력을 인가함. 비용함수를 구성하는 방법에 따라서 경로 뿐만 아니라 제어 입력의 크기를 함께 최소화 하는 것이 가능함
- 강화 학습(Reinforcement learning) : 최근부터 활발하게 연구되고 있는 인공지능 기반의 제어 알고리즘임. 장애물 회피를 위한 히스토그램 격자 지도는 환경(environment), 골프카트는 조향각과 속도를 입력으로 받는 에이전트(agent)임. 환경 정보로부터 에이전트에서 취해야 할 액션(action)인 조향각과 속도를 결정하는 방법을 정책(policy)이라고 하며, 신경망을 사용해서 정책을 학습시키는 정책 기반 강화학습 방식으로 장애물 회피 문제를 해결할 수 있음
- 그래프 기반 탐색 알고리즘 : 앞서 전역 경로 생성에서 언급한 A* 알고리즘을 동일한 원리로 적용할 수 있음. 히스토그램의 격자들은 노드이며 현재 위치 노드부터 목적지 노드들을 연결하는 최적의 경로를 찾는 방식으로 해결할 수 있음

○ 실내 위치 측위 알고리즘(Indoor Navigation Algorithm)

- 선행연구를 통해서 개발된 적외선 태그 방식은 태그로부터 카메라까지의 상대 위치를 수cm 오차 이내로 로봇의 위치 제어용으로 탁월한 성능을 보인 바 있음
- 적외선 카메라는 저렴하여 각 차량에 설치하더라도 추가되는 비용이 크지 않음
- 적외선 태그는 특정 주차 위치나 각 차량의 후미에 설치하여 간격 유지 및 정확한 위치에 주차 가능함

<참여기업(위탁연구기관) 등의 개발내용> (해당시)

영상처리모듈은 카메라로부터 입력된 영상을 분석하여 골프카트의 자율주행을 위해 필요한 정보를 추출하는 역할을 담당한다. 영상처리모듈의 주요 기능은 차선 인식, 장애물 인식, 장면 이해로 구분된다. 차선 및 장애물 인식 기능은 골프카트의 조향각 제어를 위해 참조될 수 있으며, 장면 이해 기능은 골프카트의 기동/정지 등과 같은 판단 용도로 활용된다.

○ 차선 인식 알고리즘

- 골프장 내에서 대다수의 골프 카트 주행도로는 중앙선, 차선 등이 없는 경우가 일반적이므로 자율주행차에서 주로 활용되는 기하학적 특징(line, corner특징)기반의 차선 인식기법은 적합하지 않음
- 골프장 내 골프카트 주행도로의 특징으로 대부분 잔디밭을 가로지르는 콘크리트(또는 아스팔트) 도로로 조성되며 주행도로 주위에는 나무, 수풀 등이 조성될 경우도 있음
- 본 연구에서는 골프카트 주행도로 여건을 토대로 전통적인 영상분할(image segmentation) 기법을 기반으로 FCN(fully convolutional network) 딥러닝 기법을 적용하여 도로, 잔디, 하늘, 수풀 등의 배경 영역에 대한 분할 및 인식을 동시에 구현하고자 함.
- 일단 입력영상 내에서 도로 영역이 분할되면 골프카트의 자율주행에 필요한 조향명령의 권고값을 도로영역 분석을 통해 산출함
- 차선 인식을 평가방법은 다음과 같음. 주행도로가 포함된 영상 샘플(또는 주행영상 동영상) 세트를 수집하고, 영상 내 원래의 도로영역(사람이 추출)과 차선인식 알고리즘을 통해 분할/인식된 도로영역의 유사도를 계산하여 전체 인식률을 산출함

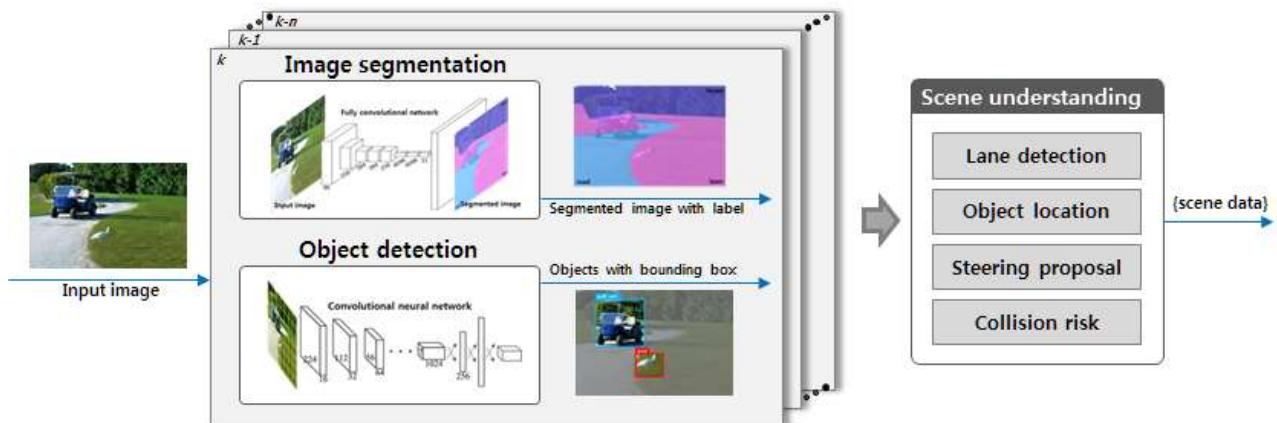
○ 장애물 인식 알고리즘

- 골프카트 주행도로 근처에는 사람을 포함한 다양한 장애물(동물, 바위, 나무 등의 자연물 및 카트, 가방 등 인공물)이 존재할 수 있으며, 골프카트 주행 시 이러한 장애물이 나타날 경우 카트를 정지시키거나 이를 회피하며 주행할 수 있어야 함.
- 장애물 인식 알고리즘은 카메라 입력 영상으로부터 장애물의 종류 및 ROI 정보에 관한 데이터 프레임을 출력하는 기능을 수행함.

- 이러한 기능을 수행하기 위해서는 장애물의 인식 및 해당 영역 추출이 동시에 수행될 수 있는 물체검출(object detection) 기법이 필요하며, 본 연구에서는 CNN(convolutional neural network) 등의 딥러닝 기법을 통해 구현하고자 함

○ 연속장면이해(sequential scene understanding) 알고리즘

- 연속장면이해 알고리즘은 차선인식 알고리즘과 장애물 인식 알고리즘으로부터 제공되는 배경분할정보와 물체검출정보를 활용하여 현재 장면(단일 영상)에 대한 상황을 해석하는 기능, 연속된 장면이해(연속 영상 프레임)를 통한 맥락 해석의 기능을 담당함.
- 예를 들어 전방 장애물이 검출되더라도 주행도로 영역에서 다소 벗어나 있으면 충돌 위험성이 적은 반면, 주행도로 영역 내에 장애물이 존재하면 충돌 위험성이 큰데, 장면 이해 알고리즘은 이러한 상황을 코드화하여 자율주행제어시스템에 제공함
- 결과적으로 이러한 정보는 골프카트의 기동/정지, 증속/감속 등과 같은 판단 용도로 활용될 수 있음



[그림 5. 인공지능 기반 영상처리 모듈의 구성]

4.3 수행기관별 업무분장

수행기관	담당 기술개발 내용	기술개발 비중(%)
주관기관	자율주행 골프카트 시스템 총괄 및 시험평가	85%
참여기업		
위탁연구기관	차선과 장애물 인식이 가능한 영상처리 모듈 개발	15%
외주용역처리		
총 계		100%

4.4 세부 추진일정

[illegible]

5. 연구시설·장비보유 및 구입현황

구 분		시설 및 장비명	규 격	구입 가격* (백만원)	구입 년도	용 도 (구입사유)	보유기관 (참여형태)
기보유 시설· 장비 (활용가능 기자재 포함)	자사 보유	FDM 3D Printer	200x200x200(mm)	3.47	2017	고속 프로토타이핑	(주)에일리언로봇
		태핑드릴링머신	3상 0.75kW	2.26	2017	프로토타이핑 가공	(주)에일리언로봇
		오실로스코프	100Mhz 4CH	2.0	2016	개발품 계측	(주)에일리언로봇
		오실로스코프	350Mhz 4CH	3.0	2016	개발품 계측	(주)에일리언로봇
		전류프로브	10A/1V, 100A/1V	1.0	2016	개발품 계측	(주)에일리언로봇
		차동프로브	1400V 25Mhz	0.7	2016	개발품 계측	(주)에일리언로봇
		워크스테이션	-	8.7	2017	3D 디자인, 설계	(주)에일리언로봇
		3축 고속가공기	500x600x200(mm)	44	2017	고속 프로토타이핑	(주)에일리언로봇
		3D프린터	300x300x300(mm)	2.0	2016	고속 프로토타이핑	(주)에일리언로봇
		벤치파워서플라이	30V 5A 2CH	0.3	2016	개발품 개발 전원공급	(주)에일리언로봇
		벤치파워서플라이	30V 3A 1CH	0.2	2016	개발품 개발 전원공급	(주)에일리언로봇
		드릴링머신	단상 125W	0.16	2016	프로토타이핑 가공	(주)에일리언로봇
		리워크스테이션	440W, 100~500도	1.3	2016	개발품 제작	(주)에일리언로봇
		DLP 3D Printer	100x75x145(mm)	2.0	2016	고속 프로토타이핑	(주)에일리언로봇
		로직아날라이저	500MS/s(Digital) 50MS/s(Analog) 8CH	0.8	2016	개발품 계측	(주)에일리언로봇
		스위칭파워서플라이	10kW 42V	2.5	2018	고전력 테스트	(주)에일리언로봇
		5축 머시닝센터	200x440x305(mm)	155	2018	고속 프로토타이핑	(주)에일리언로봇
		DAQ 장비	18bit 8DIFF 50ksps	1.0	2018	개발품 계측	(주)에일리언로봇
		소계		230.39			
신규 확보가 필요한 시설· 장비	임차	연구실 임대		37.5	-	시험/개발 연구실	(주)에일리언로봇
		소계		37.5	-		
	구입	시험용 골프카트 차체	5인승	28	-	시험개발용 차체	(주)에일리언로봇
		태그 추적용 적외선 카메라	30fps	0.5	-	자율주행 개발용	(주)에일리언로봇
		정밀 위치 측위용 DGPS모듈	under 1m	4	-	자율주행 개발용	(주)에일리언로봇
		위치 측위용 초음파 센서	4m	2	-	장애물 인식, 회피용	(주)에일리언로봇
		위치 측위용 LIDAR	12m/360°	12	-	장애물 인식, 회피용	(주)에일리언로봇
		CUDA 프로세서 내장 임베디드 보드	128CUDA	8	-	영상 처리용	(주)에일리언로봇
		자기유도센서		1.2	-	라인 인식 및 유도용	(주)에일리언로봇
		소계		55.7			

II. 사업성

1. 사업화 목표

(단위 : 백만원, %)

사업화 성과	세부 성과지표	(2020)년 (개발종료 해당년)	(2021)년 (개발종료 후 1년)	(2022)년 (개발종료 후 2년)	(2023)년 (개발종료 후 3년)	(2024)년 (개발종료 후 4년)	(2025)년 (개발종료 후 5년)
기업 전체 성장	예상 총매출액(A)	500	900	1,400	2,400	5,000	7,000
개발기술의 사업화 성과	예상 연구개발결과물 제품 매출액(B)	26	90	140	314	560	800
	예상 연구개발결과물 제품 점유비율 (C) (C=B/A)	5%	10%	10%	13%	11%	11%

1.1 사업화 목표 산정 근거

사업화 성과	세부 성과지표	산정근거	참고자료명
매출액 등 기업 전체 성장	예상 총매출액	본 연구개발 프로젝트와는 별도로 당사의 전체 매출원은 서비스 매출과 제품 매출로 구분할수 있음 향후 성장 가능성이 기대되는 다양한 신규분야에 연구 개발서비스 용역을 수행 하고 있음 또한 틈새시장에서 경쟁력을 갖춘 스마트서보 액추에이터 제품인 “에일리언드라이브” 일부 제조하여 다음장에 사업목표를 작성하였으며 당사가 추진중인 사업과 시장전망에 근거하여 산정하였음	예시) 기존 제품별 매출현황 및 성장 추이
개발기술의 사업화 성과	예상 연구개발결과물 제품 매출액	당사와 연구개발 협약을 맺은 협업기업인 디와이(주)에서 제공 받은 골프카트 국내 및 해외 판매전망에 기초하여 산정하였으며 개발이 완료되는 2020년부터 시범운영을 거쳐 2024년 본격적으로 100%로 자율주행 골프카트 완전 대체를 목표로 작성하였음	디와이(주)에서 제공 받은 사업현황 및 판매목표를 다음장에 표로 작성하였음

1) 기업 전체의 성장에 대한 사업화 목표

<전체 사업현황>

- 당사는 업력으로 3년을 넘지 않은 신생 스타트업 기업으로 기술개발에 특화된 강점을 갖추고 있으며, 초기기업으로서 데스밸리를 극복하고 초기기업이 겪는 현금흐름의 유동성을 확보하기 위해 다양한 경로로 매출원 확보를 시도하고 있음
- 작년 2018년 한해의 매출을 분석해볼 때 서비스매출(87%), 제품매출(23%)의 비율로 매출이 발생하였으며 점차 제품의 판매 매출 비중 확대를 통해 사업의 안정성을 확보를 사업목표로 삼고 있음
- 서비스매출의 경우, 향후 성장 가능성이 기대되는 신규분야를 엄선하여 연구개발서비스 용역을 통해 매출을 거두고, 고객을 원하는 시제품을 만드는 과정에 창출된 지식을 축적하여 질적인 성장을 거두고 있음

<전체 사업화목표>

- 향후 5년간 제품매출 비중을 80% 이상까지 확대하여 반복적이고 지속할 수 있는 안정적인 매출 구조를 구축하여 질적 성장 확대를 목표로 함
- 예상 총매출액 산정은 대외 환경변화에 크게 영향 받는 초기 벤처기업 입장에서는 어려운 일이지만 시장조사기관의 서비스로봇 시장 전망 자료를 참고하였음
- 호주 투자은행 맥쿼리는 세계 서비스 로봇 시장이 연평균 32%씩 성장하여 2025년 1,000억 달러 규모에 이를 것이라고 전망하였고 그중에서도 물류로봇, 의료로봇,接客로봇, 음식배달 로봇 등이 가장 유망 할 것이라고 예상하였음
- 당사는 향후 5년간 해당 시장영역에 진입하기 위해 해당 분야에 관련 있는 연구용역과 제품개발을 역량을 집중하여 유무형의 지식을 축적하고 대외적으로는 유관기업과 협업하여 관계망을 구축해나갈 계획임

2) 개발기술의 사업화 성과 산정

<본 과제의 사업화목표>

- 차세대 스마트 골프카트 차량에 탑재되는 자율주행 모듈을 연구개발하고, 제품화 및 양산화 단계를 거쳐 디와이(주)에 독점 공급하고 5인승 카트의 동반 성장으로 시장에 빠르게 진출
- 디와이(주)가 추진하는 오픈이노베이션에 적극 참여하여 포괄적 기술 협업 기대
- 향후에는 야마하하고 주도하고 있는 2인승 골프카트 시장에도 진출하여 양사가 협업 하는 사업영역 분야 확대
- 본 과제 수행을 통해 축적되는 유무형의 지식을 바탕으로 향후 높은 성장성이 기대되는 물류로봇, 집객로봇, 음식배달로봇 분야로 기술 적용범위를 확대

<예상 연구개발결과물 제품매출액 추정 >



- 야노경제연구소 발표자료에 따르면 한국은 세계 5위 규모의 골프인구를 보유하고 골프 선진국으로 분류할 수 있으며 관련 산업이 포화됨에 따라 국내에 종사하는

골프산업관계자들의 경쟁도 심화되고 있음

- 우리나라의 이러한 상황을 일종의 테스트베드 시장으로 보며 국내시장에서 검증되고 경쟁력 있는 제품은 해외수출 제품으로의 확장을 기대할 수 있음
- 2019년을 기준으로 국내 골프카트시장은 디와이(주)와 일본의 야마하의 판매대수가 전체의 92% 과반을 차지하고 있으며 기타 영세업체들의 판매대수는 8%로 집계되고 있음
- 당사와 협업을 추진중인 디와이(주)의 자료에 따르면 2018년 기준으로 국내시장에서 골프카트 판매량 1위를 점유하고 있으며 올해는 그 격차를 더욱 확대 할 수 있을 것으로 기대함
- 세계시장규모로 놓고 봤을 때 2인승 골프카트 시장규모가 가장 크지만 한국과 일본은 시장에서는 5인승 골프카트의 시장이 압도적으로 큰 편이며 우리나라의 시장과 유사한 일본시장 진출을 추진하고 있음
- 디와이(주)는 일본 현지 유통채널을 담당하는 A 딜러사와 손을 잡고 2021년부터 본격적인 해외수출을 추진 할 계획이며 경쟁기업인 야마하는 차세대 스마트 골프카트 기술개발에 집중적으로 투자하여 대비하고 있음

국내시장 판매목표

	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	비고
(협업기업) 디와이(주) 골프카트 국내시장 판매량	1,300대	1,500대	1,500대	1,600대	1,800대	판매 예상 수량
자율주행 대체 목표비율	10%	30%	40%	70%	100%	
자율주행 골프카트 판매량	130대	450대	600대	1,120대	1,800대	

해외시장 판매목표

	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	비고
(협업기업) 디와이(주) 골프카트 해외시장 판매량	500대	1,000대	1,500대	2,000대	2,000대	일본 딜러 확보 추진 중
자율주행 대체 목표비율	-	10%	30%	50%	100%	
자율주행 골프카트 판매량	데모 시행	100대	450대	1,000대	2,000대	

- 당사는 기술개발을 완료 후 AGV 컨트롤러 모듈을 제품화하여 첫해인 2020년에는 디와이(주)의 골프카트 연판간매량에서 대체율 10% 수준으로 디와이(주)에 공급을 시작하여 다가오는 2024년까지 100% 대체비율을 달성을 목표로 진행할 예정임

1.2 사업화 실적

사업화 품목명 (사업화 연도)	품목용도	품질 및 가격경쟁력	수출여부	판매채널 (온·오프라인)
핸드드립 커피메이킹 바리스타 로봇 (2019~)	서비스로봇	국내 최초의 핸드드립 방식의 커피 제조로봇으로 국내유명 외식전문프랜 차이즈 기업인 (주)월향과 협업하여 올해 6월 런칭 예정임	내수	직접판매
8m 레저보트 전기추진시스템 (2018~2019)	레저보트	국내에 제품화한 기업이 없는 실정이 며 전세계적으로도 서유럽 기업들을 중심으로 고가 제품이 형성되어 있 음, 당사는 품질은 유사한 수준을 목 표로 가격 경쟁력은 국내 환경이 서 유럽 국가보다 확보에 용이한 것으로 평가됨	내수	직접판매
스마트 액추에이터 (2018~2019)	서비스로봇	제품 단가가 경쟁사 대비 가격이 1/3 이하로 가격경쟁력이 있고 품질은 유 사한 수준으로 평가됨	수출 준비중	전세계 전문 로봇 샵 리테일러 활용
단면이극자 방식 중공형 엔코더 (2018~2019)	스마트 액추에이터 부속부품	종래의 다극착자 자석을 이용한 엔코더 대비 월등한 생산성과 가격 경쟁력이 있음 분해능 또한 합리적인 수준으로 향후 폭발적인 성장세가 기대되는 서비스로봇에 수요 기대	수출 준비중	상동

※ 주관기관에서 연구개발 결과물을 활용하여 만들어 낸 산출물(제품, 서비스 등)에 대한 과거 사업화 실적제시 (내수, 수출 모두 포함되며 판매 주력 산출물을 중심으로 최근 5년 이내 실적제시)

1.3 국내·외 시장규모

(단위 : 억원)

구 분		현재의 시장규모(2019년)	예상 시장규모(2020년)
세계 시장규모	2인승	21,600억원 (180,000대 기준)	24,000억원 (200,000대 기준)
	5인승	615억원 (4100대 기준)	675억원 (45,000대 기준)
국내 시장규모	2인승	24억 (200대 기준)	36억 (300대 기준)
	5인승	375억 (2500대 기준)	390억 (2600대 기준)
산출 근거		국내: 디와이(주) 영업 자료 및 골프 협회 자료 (2019년 사업계획) 일본: 디와이(주)의 일본진출 협업중인 일본 A딜러 사업 계획 및 일본 시장 분석 자료 해외: Golf around the world 2017 (www.randa.org)	

- 시장규모를 추정하기 위해 전세계 골프카트의 모델 평균 가격 5인승 1500만원, 2인승 1200만원으로 놓고 판매대수를 곱하여 산출하였음
 - 대당 판매가격은 시중에서 유통되고 있는 골프카트의 평균값을 취했으며, 5인승 골프카트의 경우 자율주행 AGV 컨트롤러를 적용한 가격으로 산정하였고, 2인승의 경우 아직 수동차량이 주류이기 때문에 AGV 컨트롤러를 적용하지 않은 모델가로 계산하였음
- 위의 조건으로 계산하였을 때 2018년 국내 골프카트 시장 규모는 400억원 규모로 추산됨 (디와이와 야마하 두 회사의 시장점유율은 90% 이상임)
- 본 과제의 기술제안요청서(RFP) 는 5인승 골프카트를 기준으로 작성되었으며 아직까지 세계적으로 골프카트는 2인승이 주류이며, 세계시장에서 5인승 골프카트의 시장은 한국과 일본에서만 소비되고 있는 형태임
- 세계 5인승 시장 규모는 일본(2017년 기준 1600대) + 한국(2018년 기준 2600대) 규모로 볼 수 계산 할 수 있음
- 2인승 골프카트 시장의 경우 Golf around the world 2017 (www.randa.org)에서 시장 규모를 참고하였음

1.4 국내·외 주요시장 경쟁사

※ 본 기술/제품과 직접적 경쟁관계에 있는 국내·외 기관·기업의 제품 등을 명기

경쟁사명		제품명	판매가격 (천원)	국내점유율 2019(E) (%)
야마하		G30EK-I (74Ah 리튬)	16,500,000	52%
디와이 (협업기업)		APRO A-G5A (114Ah 리튬)	15,500,000	40%
기타	대동공업	카이오티 EVO 100LA (100Ah 리튬)	13,000,000	8%
	대창모터스	SPM	12,500,000	

- 국내시장에서 5인승 골프카트 시장에서의 주요업체들은 디와이(52%), 야마하(40%)가 과반을 차지하고 8%미만의 점유율로 대동공업, 대창모터스가 양분하고 있음



야마하 G30EK-I / 한국산업양행 뉴 에이프로 / 국제인터트레이드

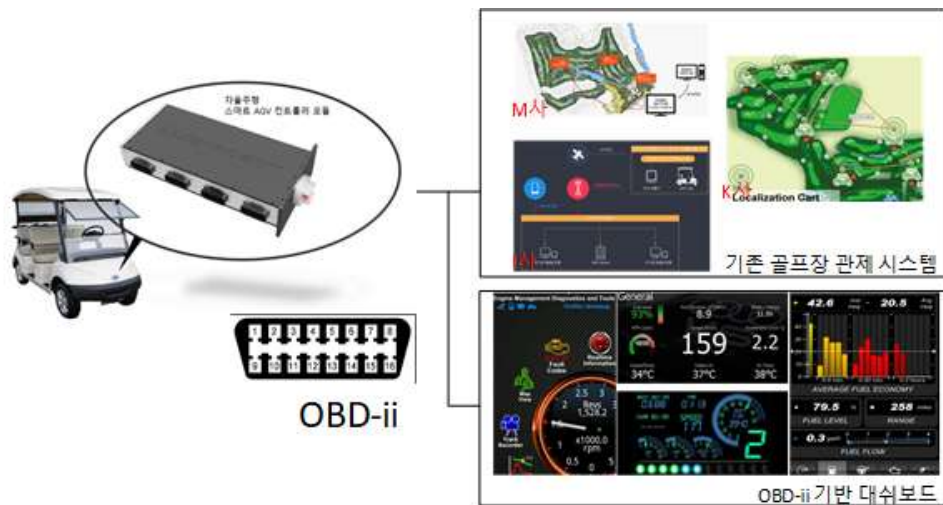


그린보이II / 성음 카이오티 / 카이오티골프

2. 사업화 계획

2.1 제품화 및 양산, 판로개척

1) 제품화



- 본 과제를 통해서 달성하고자 하는 제품화 목표는 디와이(주)에 최적화된 형태의 자율주행 모듈을 만들어서 납품하는 것이지만 장기적으로는 개방된 OBD-ii 프로토콜을 사용하여 타사의 골프장 관제시스템이나 대쉬보드 연동이 가능함
- 제품사양 설계
 - 협력업체인 디와이(주)와 이해관계자간의 심층 인터뷰, 워크샵 실시하여 컨셉 설계
 - 디바이스 장치 인터페이스 규정, 장치간 통신을 위한 통신 프로토콜 정의
 - 장치의 스펙과 프레임워크에 반영된 데이터를 토대로 최적의 제품 스펙 결정
- 기구 설계 및 디자인 수정
 - 기 개발된 디자인을 최대한 활용하되, 기술개발 목표달성을 위해 설계 변경이 불가피한 부분은 외부 전문가를 최대한 활용하여 비용 절감
 - 당사는 연구개발 목적으로 5축 가공기를 보유하여 운용하고 있으므로 외부의 도움 없이 기구 설계 가능
- PCB 설계 및 개발
 - 당사는 연구개발 중심 기업으로 풍부한 경험을 갖춘 전문가들을 보유하고 있으며 회로설계부터 PCB 아트웍 및 SMT 양산 제조 까지 대응 가능함
- 알고리즘 개발 및 시스템 통합
 - 과제의 위탁연구기관인 목포해양대학교와의 협업을 통해 연구개발에서 영상처리 알고리즘, 딥러닝 알고리즘의 기반기술을 제공하고 당사는 전체 시스템을 통합하여 충분한 필드 테스트 검증을 진행할 계획임
- 테스트 디바이스 개발 및 검증
 - 테스트 제품 위킹 샘플 개발
 - 필드 테스트 설정 및 스트레스 환경조성 및 평가

2) 양산

개발 및 양산 일정

개발기간	시범운영 및 양산준비 기간	양산시작
2019년 7월 ~ 2020년 6월 (1년)	2020 7월~ 2021년 6월 (1년)	2021년 7월~

- 본 기술개발 과제진행 후 1년 동안 시범운영 기간을 갖고 하자가 없는 것으로 판단되면 디와이(주)와 협의하여 본격적인 제품 양산을 진행할 예정임
- (주)에일리언로봇에서는 디와이(주)와 사전 협의하여 기존 디와이(주)에서 생산하고 있는 에이프로 골프 카트에 모듈타입으로 설치가 가능한 자율주행 모듈을 개발, 생산하고 기존 골프 카트에 애드온 하는 방식을 통해 자율주행모듈을 설치할 수 있도록 개발할 예정이기 때문에 카트 자체를 양산하는 것이 아니어서 (주)에일리언로봇에서 자율주행모듈에 대한 양산 대응이 가능함
- 외장 하우징을 제외하면 영상처리 임베디드 컴퓨터 모듈, 및 그에 따른 보조회로, 센서 모듈 등으로 이뤄져 있기 때문에 외부 하우징은 플라스틱 사출 공정을 통해 쉽게 대량 생산을 이룰 수 있고, 내부 회로모듈 및 영상처리 임베디드 컴퓨터 모듈들도 SMT공정을 이용해 어렵지 않게 대량 양산을 진행할 수 있음
- 판매되고 있는 골프카트는 판매 단가가 높고, 초기에는 자율주행 골프카트의 판매 수량 자체는 많지 않기 때문에 당사가 기 보유하고 있는 시설로도 충분히 양산 대응이 가능 할 것으로 판단되며 점차 수요가 증가할 경우 디와이(주)와 협력하여 수요 환경에 맞추어 대응하겠음
- 수요가 급격하게 증가할 경우 외부에서 투자하여 직접 양산시설을 갖추는 방법이 있으며 또 다른 방법으로는 디와이(주)에 기술이전 계약을 통해 해결, 이후 추가 협업 방안을 논의

3) 판로개척

- 디와이(주)는 국제인터트레이드와 총판계약을 맺고 파트너십을 통해 골프카트 판매 채널 판로를 개척하고 있음
- 국내 골프카트 시장에서는 주로 5인승 자율주행의 형태로 수요가 발생하고 있으며 본 과제로 개선되는 자율주행 모듈을 국내 시장에 우선적으로 적용하여 시장 대체할 계획임
 - 기존 골프 시장의 경우 과거 회원제로 운영되던 골프장들이 정부의 골프장 대중화 정책에 힘입어 변화하고 있으며 그로인해 시장의 수요도 변화하고 있음, 당사는 디와이 국내 유통사와 연계하여 기존의 AGV 시장을 대체할 수 있는 마케팅 기획을 추진 할 예정임
 - 신규 골프장의 경우 자율주행 적용이 가능한 골프카트를 우선적으로 프로모션을 추진하여 판촉활동을 할 예정이며 디와이(주)의 자율주행 골프카트 완성목표로 삼은 2022년 이후 본격적인 양산 모델을 신규 골프장에 적용하여 판매

<표> 기술개발 후 국내·외 주요 판매처 현황

판매처	국가 명	판매 단가 (천원)	예상 연간 판매량(개)	예상 판매기간(년)	예상 총판매금 (천원)	관련제품
(협업기업) 디와이	한국	-	-	-	-	
디와이 A사 딜러	일본	-	-	-	-	
(신규발굴)	베트남	-	-	-	-	

* 본 기술(제품·서비스) 개발완료 후 판매 가능한 판매처를 명기, 수요량은 파악이 가능할 경우에만 작성

* 관련제품의 경우 본 기술(제품·서비스) 개발 완료 후 판매될 제품을 명기하되, 판매처에서 원부자재로 사용되는 경우 최종 제품 명기

2.2 사업화를 위한 후속 투자계획

구 분	(2020)년 (개발종료 해당년)	(2021)년 (종료 후 1년)	(2022)년 (종료 후 2년)	(2023)년 (종료 후 3년)	(2024)년 (종료 후 4년)	(2025)년 (종료 후 5년)
사업화 제품명	AGV컨트롤러 개발	자율주행 골프카트 시범운영 사업	자율주행 골프카트 양산화 사업	2인승 모델 추가개발	해외마케팅 사업	해양용 자율주행 추진장치
투자계획(백만원)	400	100	1,000	400	200	50,000

2.3 해외시장 진출 계획

- 당사는 설립 3년 미만의 벤처기업이므로 당장 직접적으로 해외시장을 진출하기 보다는 기본적으로 디와이(주)와의 협업을 통해 간접적인 수출을 목표하고 있음
- 국내와 동일한 환경(5인승 + AGV)의 시장을 우선적으로 확보를 목표로 하고 있으며 현재 협력기업인 디와이(주)는 일본 A딜러와 협약을 맺고 필드 테스트 및 영업 활동을 전개 중, 1차 추진 영업 매출은 기존 시장 확보를 우선적으로 전개 하는 것이 목표임
- 디와이(주) 일본 A딜러를 통해 별도로 자율주행 카트의 위탁개발을 추진 중이며 2023년 양산을 목표로 조율 중, 이때 당사에서 개발한 자율주행 AGV컨트롤러 모듈을 함께 적용 하는 방안을 검토
- 일본을 거친 후 동남아시아 시장 순으로 시장 진출을 확대해 나갈 계획임 현재 동남아시아에는 주로 2인승 골프카트가 수요 되고 있으므로 디와이(주)에서도 2인승 모델 개발을 추진 중(컨셉단계) -> 국내시장 규모에 따라 200대 이상 수주가 가능할 경우 양산을 추진할 예정이며 AGV컨트롤러 모듈을 탑재해 자율주행 옵션을 함께 제공할 계획

3. 고용유지 및 고용창출 계획

- 2019년 3월 기준으로 기술연구개발 전담 인원 총 7명 (박사 2명, 석사 1명, 학사 5명)을 고용 유지하고 있는 상태임
- 당사에는 현재 기술연구개발 전담 인원 중 3명은 내일 채용 공제에 가입되어있음, 사회 초년생들의 자산형성을 돕도록 최선을 다할 계획임
- 2019년도 중에 고급 인력을 신규 고용하고 유지하기 위해서 성과에 기반 한 스톡옵션을 배분할 계획임
- 본 과제에 수행하기 위해서 2~3명의 추가 인원고용을 기대하고 있음
- 연구기술 인력이 성장할 수 있도록 사내 지원을 통하여 새로운 기술을 항상 배울 수 있도록 비용을 지원하고 있음
- 각 개발자의 직무관련 사외교육을 적극 활용하여 업무 및 자기개발의 능력향상

<표> 고용 현황 및 향후 계획

구 분	(2019)년 (기술개발 전년)	(2020)년 (개발종료 해당년)	(2021)년 (개발종료 후 1년)	(2022)년 (개발종료 후 2년)
신규고용(명)	2	2	2	2
상시고용(명)	8	10	12	14

* 주1) 기술개발 전년은 최근 원천징수이행상황신고서를 기준으로 기입, 자료는 현장평가시 확인