

# 프로젝트 계획서

| 기본 사항            |  |      |     |
|------------------|--|------|-----|
| 교과목명             | 객체지향모델링  | 담당교수 | 이종민 |
| 프로젝트 명           | ROS 기반의 터틀봇 자율주행                                       |      |     |
| 분반               | 합반   | 조 번호 | 2   |
| 팀 구성원<br>(학번/성명) | 20153294 김두영, 20173176 박진우, 20173217 안대현, 20194152 허세진 |      |     |
| 개발 환경            | * 운영체제: Ubuntu 18.04 LTS<br>* IDE: Python IDE PyCharm  |      |     |

제출일: 2021년 10월 11일

이 프로젝트 계획서는 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 객체지향모델링 교과목에서 프로젝트 계획을 기술하기 위하여 사용되는 것으로, ISO/IEC/IEEE 29148:2011 요구공학 국제 표준과 IEEE Std 830-1998 SW 요구사항 명세서 추천 기준을 일부 인용합니다.

# 목 차

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 서론 .....           | 1  |
| 1.1. 비전 .....         | 1  |
| 1.2. 범위 .....         | 1  |
| 1.3. 용어 정의 .....      | 2  |
| 1.4. 참고 문헌 .....      | 2  |
| 2. 전체 시스템 개요 .....    | 3  |
| 2.1. 제품 관점 .....      | 3  |
| 3. 상세 요구사항 .....      | 4  |
| 3.1. 기능 요구사항 목록 ..... | 4  |
| 3.2. 시스템 기능 .....     | 5  |
| 4. 일정 .....           | 9  |
| 4.1. 소작업 목록 .....     | 9  |
| 4.2. 임계 경로 .....      | 9  |
| 4.3. 간트 차트 .....      | 10 |
| 5. 역할 분담 .....        | 10 |

## 1. 서론 (Introduction)

### 1.1 비전 (Vision)

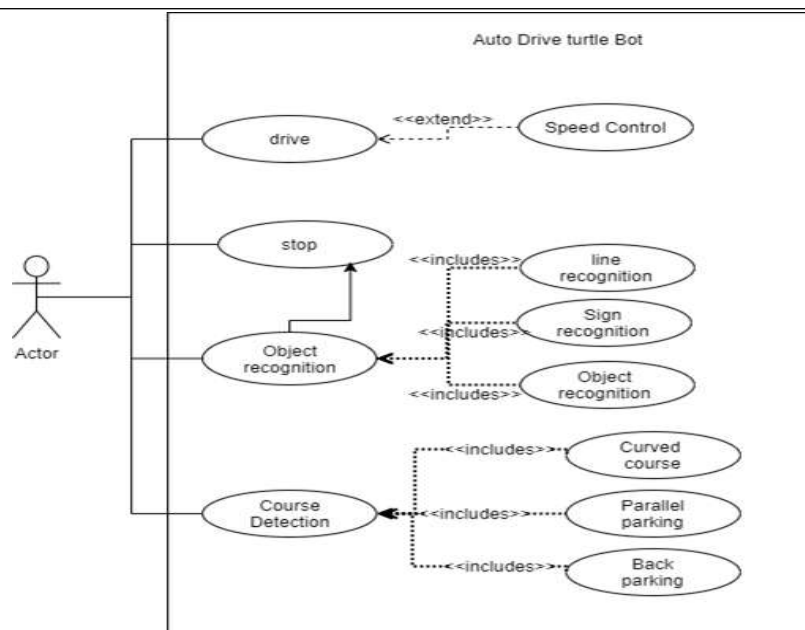
자율주행기술은 다가오는 미래에 가장 기대되는 기술 중 하나이다. 자율주행 기술은 '인간이 운전하는 것보다 안전한 운전'으로 차량 사고를 줄여주어 운행의 안정성을 높여준다. 또한, 전동화를 통해 차의 부품 수가 줄어들어 고장률도 줄어들고, 호텔 산업, 승차 공유 산업, 항공 산업, 부동산 산업 등 우리 생활 전반에 영향을 미칠 것이다.

본 프로젝트는 다양한 코스에서도 안정적인 자율 주행이 가능한 ROS 기반의 자율 주행 터틀봇 시뮬레이터를 제공한다.

### 1.2 범위 (Scope)

#### 1.2.1 SW 제품 이름: 자율주행 길 찾기 터틀봇

#### 1.2.2 SW 제품의 특징(Feature, 또는 기능)



[그림 2] 시스템 범위 유스케이스

터틀봇 자율주행 프로그램은 크게 주행, 정지, 인식, 코스 관련 기능으로 구성된다.

주행 기능에서는 터틀봇의 최대 속도를 제어하고, 인식 기능에서 검출된 객체에 따라 정지 기능이 수행될 수 있다. 또한, 각 코스별로 주행이 가능하도록 하는 기능이 추가된다.

### 1.2.3 SW 용도

- **사용시 장점:** 본 프로그램은 가제보 시뮬레이터를 통해 자율 주행을 가상으로 테스트할 수 있으므로, 실제 주행 테스트에서 발생할 수 있는 위험 상황을 막고, 경제적 비용을 절감할 수 있다. 또한, 오류 발생 혹은 성능 증진을 위해 기능을 수정하거나 센서를 추가하는 것 또한 비교적 자유롭기 때문에 원하는 상황에 맞는 테스트를 하기에 유리하다.

- **사용 목적:** 실제 자율 주행 테스트에 앞서 특정 상황별로 주행이 어떻게 이루어지는지, 수정된 기능을 실제로 적용하기 전 예기치 못한 오류가 발생하는지 등의 가상 시뮬레이션 목적으로 본 프로그램을 사용할 수 있다.

### 1.3 용어 정의 (Definitions, acronyms and abbreviations)

#### 컴퓨터비전

컴퓨터를 이용하여 정지된 영상 또는 동영상으로부터 의미있는 정보를 추출하는 방법을 연구하는 눈의 역할을 카메라가 하고, 뇌가 하는 작업을 알고리즘을 통해 컴퓨터가 작업하는 것이 컴퓨터 비전이다.

#### OpenCV

컴퓨터 비전 기술을 구현하기 위해 필요한 이미지 프로세싱 관련 오픈소스 라이브러리이다.

#### 가제보 시뮬레이터

ROS와 별개의 프로그램으로, 오픈 소스로 제공되는 가상 시뮬레이션 툴이다.

URDF, SDF, Xacro 등의 XML 문서로 사용자가 원하는 로봇을 가상 시뮬레이션에 삽입한 후, 삽입된 로봇과 사용자가 작성한 프로그램이 메시지를 주고 받으며 동작하는 모습을 확인할 수 있다.

### 1.4 참고 문헌 (References)

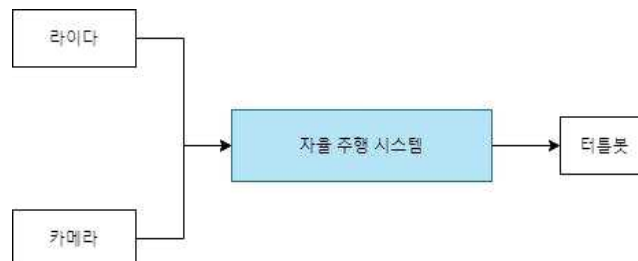
- 1) 김윤정, 김진산, 이선영, 민경원."Gazebo와 ROS를 사용한 자율주행 제어 시스템 환경 구축."대한전자공학회 학술대회.(2018):621-624.
- 2) 박태준, 조태훈."무인 자율 주행 자동차를 위한 횡단보도 및 정지선 인식 시스템."한국지능시스템학회 논문지22.2(2012):154-160.
- 3) 문병일, 김윤정, 손행선, 이선영, 민경원."자율주행을 위한 라이다 카메라 일대다 센서 병합."대한전자공학회 학술대회.(2019):575-580.

## 2. 전체 시스템 개요

### 2.1 제품 관점 (Product perspective)

#### 2.1.1 시스템 인터페이스

터틀봇에 장착된 카메라와 라이다 센서를 통해 시야 정보와 거리 정보를 입력받고, 해당 정보를 자율 주행 시스템에서 분석한다. 이때, 실시간 이미지 프로세싱을 위한 OpenCV 라이브러리를 적용하여 중앙선, 정지선 등 주행에 필요한 요소들을 검출하여 특정 상황에 맞는 제어 명령을 생성할 수 있도록 한다. 생성된 제어 명령을 터틀봇에 적용하여 안정적인 자율 주행이 가능하도록 한다.



[그림 3] 시스템 인터페이스 모식도

#### 2.1.2 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스 화면으로 가제보 시뮬레이터 화면과 터틀봇에 장착되어 있는 카메라 화면을 보여줌으로써 터틀봇이 위치한 곳의 주행 상황이 어떠한지 확인할 수 있도록 한다.

또한, 터미널을 통해 토픽의 구독과 발행 과정에서 정보들이 어떻게 처리되는지 확인할 수 있도록 한다.



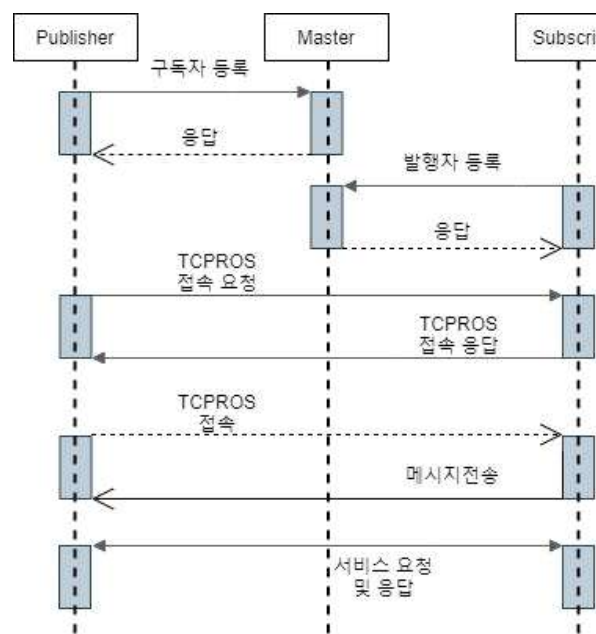
[그림 4] 사용자 인터페이스 예시

### 2.1.3 통신 인터페이스

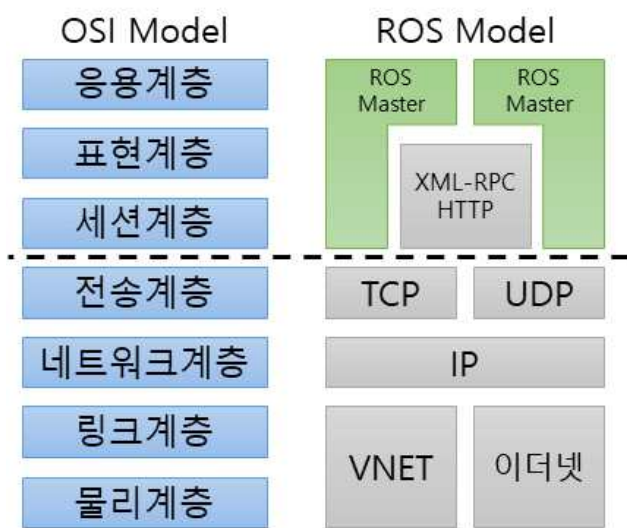
마스터는 XMLRPC로 서버를 구동하며 노드의 이름, 토픽 및 서비스의 이름, URI 주소와 포트, 매개변수 등의 네임 서버와 같은 역할을 한다. 노드는 생성과 동시에 마스터에 자신의 정보를 등록하고, 다른 노드가 마스터를 통해 접속하려는 노드의 정보를 마스터로부터 취득한 뒤, 그 이후부터 노드와 노드가 직접 접속하여 메시지 통신을 한다.

XMLRPC는 RPC 프로토콜의 일종으로서, 인코딩 형식에서는 XML을 채택하고, 전송 방식에서는 접속 상태를 유지하지 않고 체크하지 않는 요청/응답 방식의 HTTP 프로토콜을 사용한다.

XMLRPC 핸드셰이크 후, 각 노드 간의 통신은 TCP/IP 계열의 TCPROS를 사용하여 이루어진다.



[그림 5] ROS 메시지 통신



[그림 6] ROS의 통신 모델 및 OSI 모델

## 3. 상세 요구사항 (Specific Requirements)

### 3.1 기능 요구사항 목록

| ID      | 기능 요구사항                      | 추정치(일) | 우선순위 |
|---------|------------------------------|--------|------|
| SFR-100 | 주행                           | 0      | 상    |
| SFR-101 | 터틀봇은 자동으로 출발할 수 있다.          | 1      | 상    |
| SFR-102 | 터틀봇은 자동으로 방향 전환이 가능하다.       | 1      | 중    |
| SFR-103 | 터틀봇의 최대 속도는 1m/s을 초과해서는 안된다. | 1      | 상    |

|         |                             |   |   |
|---------|-----------------------------|---|---|
| SFR-104 | 중앙선을 넘지 않는다.                | 5 | 중 |
| SFR-105 | 정해진 차로를 유지한다.               | 5 | 중 |
| SFR-200 | 정지                          | 0 | 중 |
| SFR-201 | 정지선 앞에서 3초간 정지한다            | 3 | 상 |
| SFR-202 | 장애물이 앞에 있으면 정지한다            | 2 | 하 |
| SFR-203 | 정지 표지판 앞에 정지한다              | 2 | 하 |
| SFR-204 | 종료 정지선 앞에 정지한다              | 2 | 하 |
| SFR-300 | 코스                          | 0 | 중 |
| SFR-301 | 터틀봇은 자신의 출발 차로에 맞는 코스를 선택한다 | 3 | 상 |
| SFR-302 | 굴절코스를 주행한다                  | 5 | 중 |
| SFR-303 | 곡선코스를 주행한다                  | 8 | 중 |
| SFR-304 | 방향전환 코스를 주행한다               | 8 | 중 |
| SFR-305 | 평행주차 코스를 주행한다.              | 5 | 중 |
| SFR-400 | 인식                          | 0 | 상 |
| SFR-401 | 차단바를 인식한다.                  | 1 | 상 |
| SFR-402 | 정지선을 인식한다.                  | 1 | 상 |
| SFR-403 | 중앙선을 인식한다.                  | 3 | 상 |
| SFR-404 | 벽을 인식한다.                    | 3 | 중 |
| SFR-405 | 장애물을 인식한다.                  | 3 | 하 |
| SFR-406 | 정지 표지판을 인식한다.               | 1 | 하 |

[표 1] 기능 요구사항

### 3.2 시스템 기능

제 목: 터틀봇은 자동으로 출발할 수 있다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 자동으로 출발하는 기능이 필요하다.

왜냐하면 별도의 입력이 없어도 자율 주행이 가능해야 하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 1일

우선 순위: 상

제 목: 터틀봇은 자동으로 방향 전환이 가능하다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 자동으로 방향 전환하는 기능이 필요하다.

왜냐하면 커브길에 맞추어 주행이 가능해야 하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 1일

우선 순위: 중

제 목: 터틀봇의 최대 속도는 1m/s을 초과해서는 안된다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 최대 속도를 1m/s로 제한하는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 최대 속도 제한이 설정되어 있기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 1일

우선 순위: 상

제 목: 중앙선을 넘지 않는다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 중앙선을 넘지않는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 장애물과의 충돌을 방지해야 하기때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 5일

우선 순위: 중

제 목: 정해진 차로를 유지한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 정해진 차로를 유지하는하는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 장애물과의 충돌을 방지해야 하기때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 5일

우선 순위: 중

제 목: 정지선 앞에서 3초간 정지한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 정지선이 보이면 정지가 필요하다.  
왜냐하면 다른 차량과의 충돌을 방지해야 하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 3일

우선 순위: 상

제 목: 장애물이 앞에 있으면 정지한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 장애물이 보이면 정지가 필요하다.  
왜냐하면 장애물과의 충돌을 방지해야 하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 2일

우선 순위: 하

제 목: 정지 표지판 앞에 정지한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 정지 표지판앞에 정지하는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 다른 차량과의 충돌을 방지해야 하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 2일

우선 순위: 하



제 목: 종료 정지선 앞에 정지한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 마지막 종료지점에 마침이 필요하다.

왜냐하면 종료하는 기능이 없으면 계속해서 주행하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 2일

우선 순위: 하

제 목: 터틀봇은 자신의 출발 차로에 맞는 코스를 선택한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 출발 지점에 맞는 코스 선택 기능이 필요하다.

왜냐하면 출발 차로에 따라 코스 입구가 정해져있기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 3일

우선 순위: 상

제 목: 굴절코스를 주행한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 굴절 코스를 주행하는 기능이 필요하다.

왜냐하면 90도로 꺾여있는 코스도 충돌 없이 진행할 수 있어야 하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 5일

우선 순위: 중

제 목: 곡선코스를 주행한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 곡선 코스를 주행하는 기능이 필요하다.

왜냐하면 s자 코스도 충돌 없이 진행할 수 있어야 하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 8일

우선 순위: 중

제 목: 방향전환 코스를 주행한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 방향전환 코스를 주행하는 기능이 필요하다.

왜냐하면 T자 코스도 충돌 없이 진행할 수 있어야 하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 8일

우선 순위: 중

제 목: 평행주차 코스를 주행한다.

설 명: 터틀봇(액터)로서 평행주차 코스 주행기능이 필요하다.

왜냐하면 평행주차 코스도 충돌 없이 진행할 수 있어야 하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 5일

우선 순위: 중

제 목: 차단바를 인식한다.

설 명: 터틀봇(액터)의 카메라로 차단바가 내려오면 정지나 출발하는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 차단바를 인식하지 못하면 차단바와의 충돌이 일어나기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 1일

우선 순위: 상

제 목: 정지선을 인식한다.

설 명: 터틀봇(액터) 카메라로 정지선을 인식하는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 정지선을 통해 올바른 제동을 해야하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 1일

우선 순위: 상

제 목: 중앙선을 인식한다.

설 명: 터틀봇(액터)의 카메라로 중앙선을 인식하는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 중앙선을 침범하지 않고 교통법규를 지키는 자율주행을 해야하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 3일

우선 순위: 상

제 목: 벽을 인식한다.

설 명: 터틀봇(액터)의 라이다로 벽을 인식하는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 벽을 인식하여 벽과의 충돌을 방지하고 올바른 루트로 움직이도록 해야하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 3일

우선 순위: 중

제 목: 장애물을 인식한다.

설 명: 터틀봇(액터)의 라이다로 장애물을 인식하는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 장애물과 터틀봇(액터)와의 충돌을 방지해야하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 3일

우선 순위: 하

제 목: 정지 표지판을 인식한다.

설 명: 터틀봇(액터)의 카메라로 정지 표시판을 인식하는 기능이 필요하다.  
왜냐하면 정지 표지판을 확인 시 정지 해야하기 때문이다.

추정치 (예상 소요 기간): 1일

우선 순위: 하

## 4. 일정

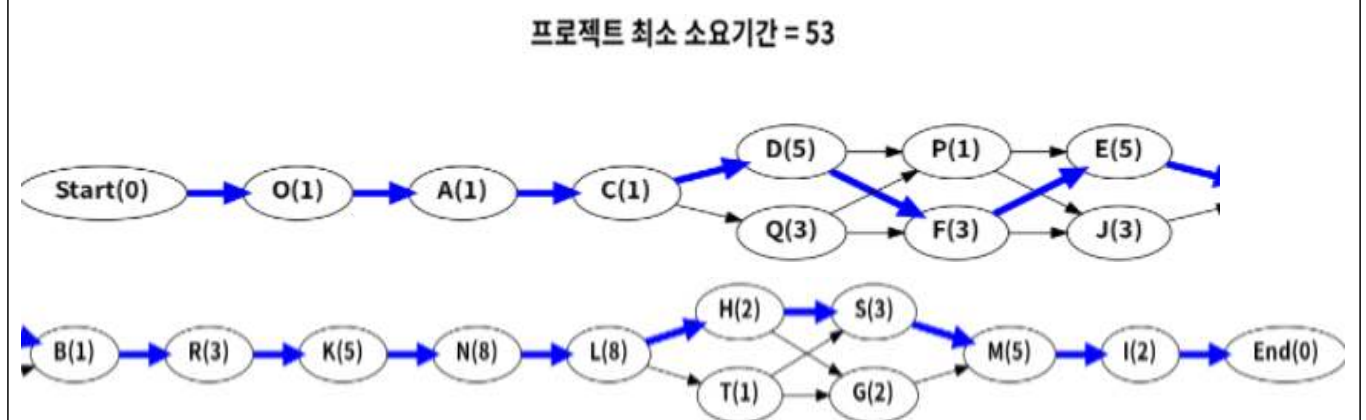
### 4.1 소작업 목록

| Activity No. | 소작업                          | 소요기간 | 선행작업 |
|--------------|------------------------------|------|------|
| Start        | 시작                           | 0    | -    |
| A            | 터틀봇은 자동으로 출발할 수 있다.          | 1    | O    |
| B            | 터틀봇은 자동으로 방향 전환이 가능하다.       | 1    | E, J |
| C            | 터틀봇의 최대 속도는 1m/s를 초과해서는 안된다. | 1    | A    |
| D            | 중앙선을 넘지 않는다.                 | 5    | C    |
| E            | 정해진 차로를 유지한다.                | 5    | P, F |
| F            | 정지선 앞에서 3초간 정지한다             | 3    | D, Q |
| G            | 장애물이 앞에 있으면 정지한다             | 2    | H, T |
| H            | 정지 표지판 앞에 정지한다               | 2    | L    |
| I            | 종료 정지선 앞에 정지한다               | 2    | M    |
| J            | 터틀봇은 자신의 출발 차로에 맞는 코스를 선택한다  | 3    | P, F |
| K            | 굴절코스를 주행한다                   | 5    | R    |
| L            | 방향전환 코스를 주행한다                | 8    | N    |

[표 2] 소작업 목록

### 4.2 임계 경로

프로젝트 최소 소요 기간을 확인하여 기간 내에 프로그램 개발이 가능하도록 일정을 추정하기 위해 CPM 임계 경로를 활용한다.



### 4.3 간트 차트

| 구분    | 작업 목록        | 10월   |       |       | 11월   |       |       |       |       | 12월   |
|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |              | 06~12 | 13~19 | 20~26 | 27~02 | 03~09 | 10~16 | 17~23 | 24~30 | 01~07 |
| 계획 수립 | 계획 및 요구사항 분석 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 개발 진행 | 인식           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|       | 주행           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|       | 코스           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|       | 정지           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 결과 산출 | 발표 및 계획서 정리  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

[표 3] 간트 차트

### 5. 역할 분담

| 이름  | 역할  |
|-----|---|
| 김두영 | 인식 및 카메라 관련 기능 담당, QA.01 및 결과보고서 작성, 형상 관리  |
| 박진우 | 주행 및 카메라 관련 기능 담당, QA.01 및 결과보고서 작성, 기능 테스트 |
| 안대현 | 코스 및 라이다 관련 기능 담당, 회의록 및 결과보고서 작성, 형상 관리    |
| 허세진 | 정지 및 라이다 관련 기능 담당, 회의록 및 결과보고서 작성, 기능 테스트   |

[표 4] 역할 분담