**Software Requirement Specification  
for Autonomous Object-Tracking Robot**

**Author**

**이종혁**

Date

**2022-11-15**

**Team Information**

이종혁

**Table of Contents**

[**1 개요 4**](#_Toc116330386)

[1.1 목적 4](#_Toc116330387)

[1.2 범위 4](#_Toc116330388)

[1.3 용어 정리 5](#_Toc116330389)

[1.4 참고 문헌 5](#_Toc116330390)

[**2 개발 대상 설명 6**](#_Toc116330392)

[2.1 개발 대상 6](#_Toc116330393)

[2.2 기능 별 설명 8](#_Toc116330394)

[2.2.1 물체 추적 기능 8](#_Toc116330394)

[2.2.2 위험 예방 기능 8](#_Toc116330394)

[2.2.3 라인 추적 기능 9](#_Toc116330394)

[2.2.4 기능 선택 기능 9](#_Toc116330394)

[2.2.5 로봇 제어 기능 10](#_Toc116330394)

[2.3 사용자 특징 10](#_Toc116330395)

[2.4 제약 및 가정 사항 10](#_Toc116330396)

[2.4.1 추적 대상과 상황 10](#_Toc116330396)

[2.4.2 장애물의 정의 11](#_Toc116330396)

[2.4.3 로봇 주행 환경 12](#_Toc116330396)

[2.4.4 운행 시나리오 12](#_Toc116330396)

[2.4.5 원격신호장치 제약 15](#_Toc116330396)

[2.5 HW 사양 15](#_Toc116330397)

[2.5.1 우노 R3(Atmega328) 15](#_Toc116330397)

[2.5.2 PIXY2 카메라 모듈 15](#_Toc116330397)

[2.5.3 IR 리시버 수신 센서 16](#_Toc116330397)

[2.5.4 HC-SR04 초음파 센서 16](#_Toc116330397)

[2.5.5 L298N DC 모터드라이버 17](#_Toc116330397)

[2.5.6 라인 트래킹 센서 모듈(TCRT5000) 17](#_Toc116330397)

[**3 세부 요구사항 17**](#_Toc116330398)

[3.1 서브 시스템 별 요구사항 개요 17](#_Toc116330404)

[3.2 물체 추적 시스템 18](#_Toc116330397)

[3.2.1 SW 기능 18](#_Toc116330403)

[3.2.2 HW 인터페이스 20](#_Toc116330403)

[3.3 위험 회피 및 예방 시스템 22](#_Toc116330397)

[3.3.1 SW 기능 22](#_Toc116330403)

[3.3.2 HW 인터페이스 23](#_Toc116330403)

[3.4 라인 추적 기능 24](#_Toc116330397)

[3.4.1 SW 기능 24](#_Toc116330403)

[3.4.2 HW 인터페이스 25](#_Toc116330403)

[3.5 기능 선택 기능 26](#_Toc116330397)

[3.5.1 SW 기능 26](#_Toc116330403)

[3.6 로봇 제어 기능 27](#_Toc116330397)

[3.6.1 SW 기능 27](#_Toc116330403)

[3.6.2 HW 인터페이스 28](#_Toc116330403)

1. **개요**
   1. 목적

본 문서는 Atmega328 등의 마이크로프로세서를 이용해 기획한 간단한 추적 자율주행 로봇 프로젝트의 기능 요구사항 명세를 설명한다.

해당 프로젝트의 목적인 물체 추적 자동차의 원만한 주행 기능 개발을 위하여, 크게 물체 추적과 위험 예방과 관련된 기능의 명세, 프로젝트 참고자료, 그리고 하드웨어 등의 Specification을 파악하는데 목적이 있다.

* 1. 범위

본 프로젝트는 물체 추적 자율주행 로봇 시스템의 구현을 목표로 한다. 해당 시스템은 크게 3개의 서브 시스템(물체 추적 시스템, 위험 감지 및 예방 시스템, 상태 판단 시스템)으로 구성되며, 공통적으로 하단의 범위를 포함하여 문서가 구성될 것이다.

1. 기능 요구사항
2. 기능에 대한 성능 요구사항
3. 기능의 우선순위
4. 하드웨어 Specification
5. 하드웨어 인터페이스
   1. 용어의 정리

HW : Hardware

SW : Software

OTR : Object Tracking Robot

OTS : Object Tracking System

HDS & HPS : Hazard Detection System & Hazard Prevention System

ARS : Arduino System

FOV : Front of View

카메라 : Pixy2 Camera 모듈

* 1. 참고 문헌

[1] Atmega328 Datasheet : <https://www.microchip.com/en-us/product/ATmega328>

[2] Pixy2 Specification : <https://docs.pixycam.com/wiki/doku.php?id=wiki:v2:overview>

[3] HC-SR04 Specification : <https://www.seeedstudio.com/blog/2019/11/04/hc-sr04-features-arduino-raspberrypi-guide/>

[4] L298 Motor Driver Datasheet :

https://www.tech.dmu.ac.uk/~mgongora/Resources/L298N.pdf

[5 SG90 Servo Motor Datasheet :

<https://datasheetspdf.com/pdf/791970/TowerPro/SG90/1>

[6] TCRT5000 Line Tracking Sensor Datasheet:

<https://datasheetspdf.com/pdf/377371/VishayTelefunken/TCRT5000/1>

[7] IR1838 Sensor :

https://datasheet4u.com/datasheet-pdf/ETC/IR1838/pdf.php?id=706293

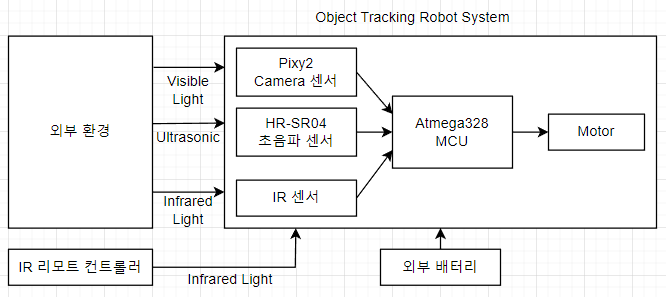
1. **개발 대상 설명**

2.1 개발 대상

해당 문서가 설명하는 로봇의 시스템은 크게 4가지 기능으로 구성된다.

해당 기능은 물체 추적, 라인 추적, 위험 예방, 기능 선택, 로봇 제어 기능이 되겠으며, 해당 기능들을 가능케하는 로봇 시스템의 다이어그램은 아래와 같다.

Object Tracking Robot System



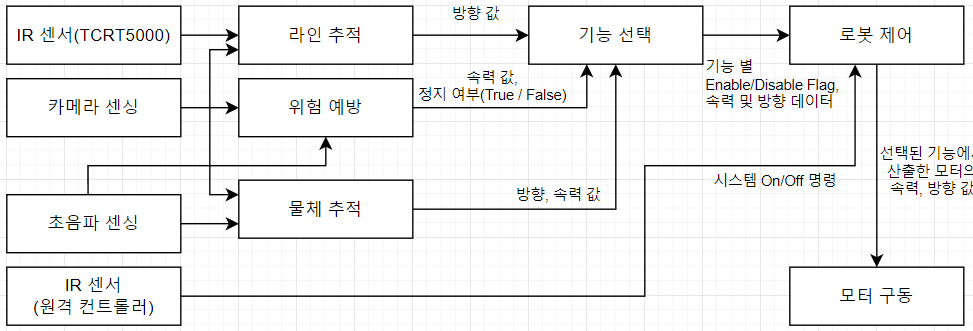
카메라 모듈이 받아들이는 가시광선 신호로는 추적할 물체의 위치를 파악하여 모터의 구동 속도와 방향을 결정하는 데 근거로 이용된다. 이는 물체 추적 기능과 위험 예방 기능에 직접적인 관계가 있다.

초음파 센서가 받아들이는 로봇 전방 상의 물체와의 거리를 파악하여 모터의 속도를 결정하는데 근거로 이용된다. 이는 위험 예방 기능과 직접적인 관계가 있다.

IR 센서가 받아들이는 적외선 신호는 따라갈 라인의 위치를 파악하여 모터의 방향을 결정하는 근거로 이용된다. 또한 IR 리모트 컨트롤러로부터의 원격 신호를 통해 차량을 구동하고 정지시키도록 한다. 이는 라인 추적 기능과 로봇 시스템의 구동/정지를 직접 명령하는 리모트 컨트롤러와 직접적인 관계가 있다.

카메라 모듈과IR센서가 여러 데이터를 전송하면, 각각의 기능이 기능마다 정의된 속력, 방향 계산 방식을 이용하여 기능 별로 다른 속력, 방향 값을 계산한다. 계산된 속력 값, 방향 값은 이상치 제거를 위한 보정 작업을 거치며, 이후 기능의 우선순위를 판단하는 절차를 거치게 된다. 우선순위가 가장 높게 할당된 기능에서 산출된 속력과 방향 값은 모터사전에 작성한 알고리즘을 호출하여 실제 모터에 적용될 속력, 방향 등에 최종 판단을 진행한다. 해당 역할은 제어 판단 기능이 담당한다.

위에서 설명하는 시스템의 데이터 흐름도는 아래와 같다.



* 1. 기능별 설명

2.2.1 물체 추적 기능

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 기능 번호 | 기능 이름 | 기능 상세 | 종속 관계 |
| 1 | 추적 대상 인식 | 픽시 카메라를 통해 fov 상의 이미지 직렬 데이터를 입력 받고, 초음파 센서로부터 fov 상 물체의 거리 데이터를 입력 받은 다음 우선 전방의 물체가 추적 대상이 맞는 지 확인  이후 추적 대상 물체가 맞다고 판단될 경우, 타 기능 혹은 물체 추적에 용이하도록 적합한 형태의 데이터를 생성 |  |
| 2 | 모터 방향 계산 | 1로 인해 연산 된 대상의 x축 및 y축 값을 이용하여, 작성된 알고리즘에 따라 모터에 적용될 방향 값을 계산하는 기능  전방 물체의 위치에 따라 모터 방향 값을 다르게 적용하여 추적 대상이 가까워 질수록 방향 전환이 커지도록 기능 | 1번에 종속 |
| 3 | 속력 계산 | 대상의 x축, y축, 초음파 센서의 거리 및 물체의 크기 값을 이용하여 모터에 적용할 속력 값을 계산하는 기능  모터 속력의 계산 결과의 범위 : 0m/s ~ 60cm/s(TBD) | 1번에 종속 |
| 4 | 계산 값 보정 | 추적 대상과의 거리, 좌표 값의 이상치(outlier)가 나타날 경우 이를 보정하는 기능으로, 칼만 필터 등을 적용 | 2, 3번에  종속 |

2.2.2 위험 예방 기능

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 기능 번호 | 기능 이름 | 기능 상세 | 종속 관계 |
| 1 | 속력 계산 | 대상의 x축, y축, 초음파 센서의 거리 및 물체의 크기 값을 이용하여 모터에 적용할 속력 값을 계산하는 기능  모터 속력의 계산 결과의 범위 : 0m/s ~ 20cm/s(TBD) | 3에 종속, |
| 2 | 장애물 인식 | 초음파 센서로부터 입력 받은 장애물 데이터를 누적하여 기록하는 기능 |  |
| 3 | 계산 값 보정 | 추적 대상과의 거리, 좌표 값의 이상치(outlier)가 나타날 경우 이를 보정하는 기능으로, 칼만 필터 등을 적용 | 1, 2번에  종속 |
| 4 | 긴급 정지 | 물체 추적 중 카메라 센서의 FOV 상에서  10cm(TBD) 이내 장애물을 만났을 경우,  속력 값을 0으로 설정한 후 정지 신호를  True로 전환하여 기능 선택 단계에서 로봇  주행을 즉시 정지 시킬 수 있게 하는 기능 |  |

2.2.3 라인 추적 기능

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 기능 번호 | 기능 이름 | 기능 상세 | 종속 관계 |
| 1 | 라인 인식 | TCRT5000 IR센서를 통해 라인 정보를 입력 받아 로봇의 정방향을 기준으로 좌, 우, 중심 측의 라인 여부를 파악하는 기능 |  |
| 2 | 모터 방향 계산 | 1로 인해 연산 된 방향 값을 이용하여, 작성된 알고리즘에 따라 가진 방향 값을 계산 | 1번에 종속 |

2.2.4 기능 선택 기능

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 기능 번호 | 기능 이름 | 기능 상세 | 종속 관계 |
| 1 | 우선 순위 판단 | 라인 추적, 위험 예방, 물체 추적 기능의 산출물을 입력 받아, 현재 차량과 카메라 FOV 상태를 판단하여 주행 중 적합한 기능을 선택하는 기능 |  |
| 2 | 우선 순위 전달 | 1로 인해 선택된 기능에 대한 Flag를 true로, 나머지 기능에 대한 Flag는 false로 세팅하여 로봇 제어 기능이 다음 수행할 동작을 인지할 수 있도록 도움 | 1번에 종속 |

2.2.5 로봇 제어 기능

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 기능 번호 | 기능 이름 | 기능 상세 | 종속 관계 |
| 1 | 우선 순위 인지 | 기능 선택 기능으로부터 기능 별 Flag를 입력 받아 우선 순위가 가장 높은 기능을 인지 |  |
| 2 | 속력 및 방향 적용 | 우선 순위가 가장 높은 기능이 산출한 속력 및 방향 데이터를 이용하여 모터 제어 알고리즘을 실행 | 1에 종속 |
| 3 | 원격 컨트롤러에 의한 구동/정지 | 원격 컨트롤러의 IR 신호에 따른 로봇의 구동/정지 기능 |  |

* 1. 사용자 특징

사용자는 일회용 AA 알칼라인 건전지 혹은 18650 배터리 쌍을 이용하여 하드웨어 구동에 필요한 전원을 공급한다.

아두이노에 전원을 공급하면 소프트웨어가 자동으로 구동된다.

사용자는 IR 리모트 컨트롤러를 통해 로봇 구동에 대한 제어를 수행할 수 있다.

* 1. 제약 및 가정사항
     1. 추적 대상과 상황

추적할 대상은 pixymon2 응용프로그램으로 설정할 수 있으나, 해당 프로젝트에서는 지름 4cm 가량의 흰색 구체로 한다. 물체의 인식 근거는 사전에 등록한 색체가 되며, 주변 환경에 유사한 색체를 가진 물체가 있다면 주행이 제한된다.

추적은 로봇 제어 기능에서 판단한 우선순위에 따라 라인 추적과 물체 추적을 선택할 수 있다. 라인 추적 기능은 TCRT4000 센서의 적외선 신호를 이용하여 판단하나, 주변 조도가 어두울 경우(TBD lux 500 이하) 라인 추적 기능이 제한된다.

추적할 대상의 인식률은 90퍼센트(TBD) 이상이어야 한다.

* + 1. 장애물의 정의

장애물 대상은 piximon2 응용프로그램으로 변경할 수 있으나, 본 문서에서 선택하는 장애물 대상은 높이 25cm, 지름 5cm의 아령으로 한다.

사전 설정에 따라 해당 프로젝트에서 아래의 공통적인 특성을 가진 대상은 모두 장애물로 판단될 수 있다.

|  |  |
| --- | --- |
| 장애물 기준 | 1. pixy 카메라로 인식하는 y값이 20(TBD) 이상의, 추적 대상이 아닌 물체 2. 추적 대상이 아닌, 초음파 센서가 인지하는 거리 값 10(TBD) 이내의 물체 |

장애물의 위치가 근거리에 위치해 있다는 근거만으로 주행을 정지하지는 않는다. 카메라 모듈이 장애물을 인식한 상태에서 동시에 FOV 상의 거리 데이터가 20cm 이내(TBD)로 들어오고 장애물의 최상단 y좌표가 20(TBD) 이하일 경우 상태 감지 시스템에 따라 모터 방향 제어에 영향을 주게 된다.

장애물로 등록하는 색체는 추적하는 대상이나 라인의 색체와 유사해서는 안된다.

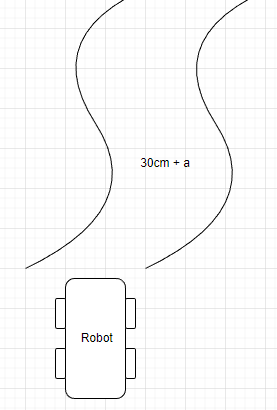
주변 조도가 어두울 경우(TBD lux 500 이하) 장애물 인식 능력이 제한된다.

* + 1. 로봇 주행 환경

본 문서에서 설명하는 성능에 관련된 내용은 해당 항목에서 설명하는 환경에서 실행된 것임을 가정한다.

1. 로봇의 주행 환경은 주행에 장애가 되지 않도록 평평한 지면으로 가정한다.
2. 로봇 주행 환경은 추적 물체와 장애물의 색체와 구별되어야 한다.
3. 로봇이 주행하는 환경은 조도 500lux(TBD) 이상의 환경이 갖춰져야 한다.
   * 1. 운행 시나리오

Case 1. 곡선 주행



로봇은 추적 물체가 없는 경우, 30cm + a의 폭을 가지는 두 개의 라인 사이에서 주행한다.

로봇은 양 라인과의 거리를 5cm(TBD) 이상으로 유지하면서 직선 및 곡선 주행을 수행해야 한다.

만약 라인이 하나만 존재할 경우, 해당 라인과의 거리를 5cm 유지하며 진행한다.

IR 센서와 카메라 상에 라인이 존재하지 않을 경우, 라인 및 물체 탐색 기능을 실행하기 위해 서보 모터와 DC모터를 회전시켜 라인을 탐색한다. 만일 탐색에 실패한다면 주행을 정지한다.

Case 2. 직선 주행

텍스트, 옅은, 일이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

로봇은 추적 물체가 없는 경우, 30cm + a의 폭을 가지는 두 개의 라인 사이에서 주행한다.

로봇은 양 라인과의 거리를 5cm(TBD) 이상으로 유지하면서 직선 주행을 수행해야 한다.

만약 라인이 하나만 존재할 경우, 해당 라인과의 거리를 5cm 유지하며 진행한다.

IR 센서와 카메라 상에 라인이 존재하지 않을 경우, 라인 및 물체 탐색 기능을 실행하기 위해 서보 모터와 DC모터를 회전시켜 라인을 탐색한다. 만일 탐색에 실패한다면 주행을 정지한다.

Case 3. 트랙 주행

텍스트, 하얀색이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

로봇은 위의 트랙의 시작점에서 종료 시점까지 Case 1, Case 2의 규칙을 지키며 주행한다.

* + 1. 원격 신호장치 제약

적외선 리모트 컨트롤러(IR Controller)는 18m 이하의 거리에서 작동하며, 수신 각도는 45도 이내여야 한다.

* 1. HW 사양
     1. 우노 R3(Atmega328)

|  |  |
| --- | --- |
| Micro Controller | ATmega328P |
| Operating Voltage | 5V |
| Input Voltage (recommended) | 7~12V |
| Input Voltage (Limit) | 6~20V |
| Digital I/O Pins | 14 (of which 6 provide PWM output) |
| PWM Digital I/O Pin | 6 |
| Analog Input Pins | 6 |
| DC Current per I/O Pin | 20mA |
| DC Current for 3.3V Pins | 50mA |
| Flash Memory | 32KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader |
| SRAM | 2 KB (ATmega328P) |
| EEPROM | 1 KB (ATmega328P) |
| Clock Speed | 16 MHz |
| LED\_BUILTIN | 13 |
| Length | 68.6 mm |
| Width | 53.4 mm |
| Weight | 25 g |

* + 1. PIXY2 카메라 모듈

|  |  |
| --- | --- |
| Processor | NXP LPC4330, 204 MHz, Dual Core |
| Image Sensor | Aptina MT9M114, 1296×976 resolution with integrated image flow processor |
| Lens field-of-view | 60 degrees horizontal, 40 degrees vertical |
| Power consumption | 140 mA typical |
| Power input | USB input (5V) or unregulated input (6V to 10V) |
| RAM | 264K bytes |
| Flash | 2M bytes |
| Available data outputs | UART serial, SPI, I2C, USB, digital, analog |
| Dimensions | 1.5” x 1.65” x 0.6” |
| Weight | 10 grams |

* + 1. IR 리시버 센서

|  |  |
| --- | --- |
| Infrared remote control distance | more than 8 meters |
| Launch tube infrared wavelength | 940Nm |
| Crystal frequency | 455KHZ crystal |
| Carrier frequency | 38KHZ |
| Encoding | encoding format for the NEC |
| Size | 86 \* 40 \* 6mm |
| Power | CR2025/1600mAH |

* + 1. HC-SR04 초음파 센서

|  |  |
| --- | --- |
| Working Voltage | DC 5V |
| Working Current | 15mA |
| Working Frequency | 40Hz |
| Max Range | 4m |
| Min Range | 2cm |
| Measuring Angle | 15 degree |
| Trigger Input Signal | 10µS TTL pulse |
| * Echo Output Signal Input TTL lever signal and the range in proportion * Dimension 45 \* 20 \* 15mm | |

* + 1. L298 DC 모터드라이버

|  |  |
| --- | --- |
| Size | 3.9cm x 5.1cm |
| Power | 5V |
| Logic level | 5V |
| * 2 mechanical relays with status indicator LED * Both "NC" and "NO" ports for each relay | |

* + 1. 라인 트래킹 센서 모듈(TCRT 5000)

|  |  |
| --- | --- |
| Package type | Leaded |
| Detector type | Photo transistor |
| Dimensions (L x W x H in mm) | 10.2 x 5.8 x 7 |
| Peak Operating distance | 2.5 mm |
| Operating range within >20% relative collector current | 0.2 mm to 15 mm |
| Typical output current under test | IC = 1 mA |

1. **세부 요구사항**

3.1 기능 별 요구사항 개요

해당 로봇의 주행이 가지는 기능의 범주는 크게 4가지이다.

1. 물체 추적 기능
2. 위험 예방 기능
3. 라인 추적 기능
4. 로봇 제어 기능

차량은 상황에 따라 각각의 기능을 자동으로 판단하여 사용하도록 한다.

각 기능은 우선순위를 결정하는 종속 관계를 가지며, 그 상세한 내용은 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 항목에서 확인할 수 있다.

* 1. 물체 추적 기능

3.2.1 SW 기능

물체 추적 기능은 초기 등록한 대상의 움직임을 따라 모터를 제어하는 기능이다. 해당 기능의 공통 요구사항은 아래와 같다.

* 로봇은 추적 대상인 물체와의 진행 방향에 따라 FOV의 중앙을 추적 대상에 맞추도록 해야 한다. 이에 따라 물체 방향으로의 주행을 지속적으로 유지할 수 있다.
* 물체 추적 기능 하위의 모든 수행 항목은 위험 예방 기능의 모든 하위 수행보다 우선 순위가 낮다.
* 라인 추적 기능과 해당 기능은 병행하여 실행될 수 없다.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 수행 번호 | 기능 이름 | 기능 상세 및 시나리오 | 종속 관계 |
| 1 | 추적 대상 인식 | 픽시 카메라를 통해 fov상의 직렬 데이터를 입력 받고, 초음파 센서로부터 fov 상 물체와의 거리 데이터를 입력 받은 다.  이후 전방의 물체가 추적 대상이 맞는 지 확인하며, 추적 대상 물체가 전방에 있는 물체임을 확인할 경우 물체 추적 혹은 이어질 타 기능에의 활용이 용이하도록 적합한 형태의 데이터를 생성한다.  픽시 카메라로 입력 받는 전방 물체의 정보는 아래와 같다.   * 1. x좌표   2. y 좌표   3. 물체 너비   4. 물체 높이   5. 물체와 카메라의 각도   6. 색체 코드   초음파 센서로부터 입력 받는 정보는 아래와 같다.   * 1. 거리 수치   해당 기능이 산출하는 정보는 아래와 같다.   * 1. x좌표   2. y 좌표   3. 물체 너비   4. 물체 높이   5. 물체 넓이   6. 거리 수치 |  |
| 2 | 모터 방향 제어 | 1로 인해 연산 된 대상의 x축 및 y축 값을 이용하여, 작성된 알고리즘에 따라 모터에 적용될 방향 값을 계산하는 기능  전방 물체의 위치에 따라 모터 방향 값을 다르게 적용하여 추적 대상이 가까워 질수록 방향 전환이 커지도록 기능한다.  방향 계산 식은 아래를 따른다.  로봇의 전방과 추적 물체와의 각도를  θ라고 했을 때, 바퀴의 회전 각도는 TBD  θ/2sin(θ/2)가 되도록 한다. | 1에 종속 |
| 3 | 속력 계산 | Parsing되어 저장된 데이터를 이용해 적합한 속력 연산을 수행  전방 추적 물체와의 거리 값을 d (60≥d≥20)라고 할 때,  카메라 상에 유효한 장애물이 존재하지 않는 경우 :  추적 기능이 실행될 시 적용될 모터 속력을 (d-20)cm/s(TBD)으로 저장  유효한 장애물이 존재하나 위험 범위에 있지 않은 경우 :  추적 기능이 실행 될 시 모터 속력을 15cm/s(TBD)에 맞도록 모터 속력 연산 및 적용  유효한 장애물이 존재하고, 해당 대상과 로봇과의 거리가 20cm이내에 있는 경우 :  추적 기능이 실행 될 시 모터 속력을 (d-10)cm/s(TBD)에 맞도록 저장. (0 ≥ d-10 의 경우 0으로 속력 값 저장) | 1번에 종속 |
| 4 | 계산 값 보정 | 추적 대상과의 거리, 좌표 값의 이상치(outlier)가 나타날 경우 이를 보정하는 기능.  칼만 필터 알고리즘을 이용하여 이상치가 클수록 해당 값의 영향이 적도록 구현 | 2, 3번에 종속 |

3.2.2 HW 인터페이스

해당 시스템은 HW 중 카메라 모듈의 영상 데이터에 크게 의존한다. 아래는 카메라 모듈과 대응하는 인터페이스에 대한 설명이다.

카메라 센싱

입력 : PIXY2 Camera 모듈

출력 : Serial Monitor

오브젝트 센싱은 pixy2 카메라 모듈에 사전에 물체를 등록하여 기능을 수행할 수 있다. 등록할 물체로부터 입력 받는 데이터를 통해 물체에 대한 정보를 식별하고 이를 주행 방식의 근거로 삼아야 하며, 시리얼 모니터를 통해 각각의 데이터를 실시간으로 출력해야 한다.

|  |  |
| --- | --- |
| 데이터 종류 | 설명 |
| uint16 pos\_x | 카메라 모듈이 인식한 물체의 x좌표  범위 : 0 ~ 315 |
| uint16 pos\_y | 카메라 모듈이 인식한 물체의 y좌표  범위 : 0 ~ 207 |
| uint16 width | 카메라 모듈이 인식한 물체의 너비  범위 : 0 ~ 316 |
| uint16 height | 카메라 모듈이 인식한 물체의 높이  범위 : 0 ~ 208 |
| uint16 angle | 카메라 모듈이 인식한 물체와의 각도  범위 : -180 ~ 180 |
| uint16 signature | 카메라 모듈이 인식한 물체의 색체 signature number |

초음파 센싱

입력 : HC-SR04 초음파 센서

출력 : Serial Monitor

통신 방식 : I2C

초음파센서는 초당 3회 입력을 받아들여 물체와의 거리 raw data를 MCU에 전달하게 된다. 해당 누적 raw data를 통해 추적 대상과의 거리를 좁히거나, 혹은 늘이는 등의 알고리즘을 수행할 수 있게 된다.

3.3 위험 예방 기능

위험 예방 기능은 주행 중 마주치는 각종 장애물을 회피하고, 긴급 상황에 대해 대처하는 하위 기능을 포함한다. 이에 대한 공통 요구사항은 아래와 같다.

* 주행 중 위험 회피를 위해 정지한 차량은, 주행이 가능한 공간을 탐색하여 주행을 지속해야 한다. 주행이 가능한 공간은 우선 순위에 따라 정해진다.
* 해당 기능은 로봇 제어 기능을 제외한 타 기능들보다 더 높은 우선순위를 가진다.

3.3.1 SW 기능

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 기능 번호 | 기능 이름 | 기능 상세 | 종속 관계 |
| 1 | 속력 계산 | 대상의 x축, y축, 초음파 센서의 거리 및 물체의 크기 값을 이용하여 모터에 적용할 속력 값을 계산하는 기능  유효 장애물과의 거리가 20 cm 이내일 시:  모터 속력을 현재 장애물과의 거리 d에 대하여  (d \*1/4)cm/s(TBD)에 맞도록 모터 속력 연산 및 저장  유효 장애물과의 거리가 10cm 이내일 시  해당 기능은 실행되지 못함 | 3에 종속 |
| 2 | 장애물 인식 | 초음파 센서로부터 입력 받은 장애물 데이터를 누적하여 기록하는 기능.  10개의 Tick에 대하여 거리를 저장하며, First-in, First-out 구조로 데이터를 저장 | 1에 종속 |
| 3 | 계산 값 보정 | 추적 대상과의 거리, 좌표 값의 이상치(outlier)가 나타날 경우 이를 보정하는 기능으로, 칼만 필터 알고리즘을 이용하여 이상치가 클수록 해당 값의 영향이 적도록 구현 | 1, 2번에  종속 |
| 4 | 긴급 정지 | 물체 추적 중 카메라 센서의 FOV 상에서  10cm(TBD) 이내 장애물을 만났을 경우,  속력 값을 0으로 설정한 후, 방향 값  역시 0으로 설정한다.  마지막으로 true값을 가진 정지  신호를 전달 |  |

3.3.2 HW 인터페이스

카메라 센싱

입력 : PIXY2 Camera 모듈

출력 : Serial Monitor

pixy2 카메라 모듈로부터 입력 받는 데이터를 통해 물체에 대한 정보를 식별하고 이를 주행 방식의 근거로 삼는다. 특히 카메라 모듈로부터 물체의 높이 정보를 구해낼 수 있는데, 해당 높이 정보를 이용해 장애물 회피에 대한 여부를 결정할 수 있다.

초음파 센싱

입력 : HC-SR04 초음파 센서

출력 : Serial Monitor

통신 방식 : I2C

초음파센서는 초당 3회 입력을 받아들여 물체와의 거리 raw data를 MCU에 전달하게 된다. 해당 누적 raw data는 칼만 필터 알고리즘에 적용되어 최종적으로 보정된 값으로 물체와의 거리를 확정하도록 한다.

3.4 라인 추적 기능

라인 추적 기능은 30cm(TCB) 너비를 가진 두 라인 사이 벗어나지 않고 주행하도록 하는 기능으로, 로봇은 라인을 밟지 않고 일정 거리를 유지하여야 한다.

3.4.1 SW 기능

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 라인 인식 | TCRT5000 센서를 통해 라인 정보를 입력 받아, 로봇 차체 전방 정방향을 기준으로, 좌, 우, 중앙 측의 라인 여부를 파악하는 기능  라인 존재 여부는 1 또는 0 값으로 전달되어, 좌, 우, 중앙 측의 3개의 이진 값을 갱신하게 된다. |  |
| 2 | 모터 방향 계산 | 1에서 갱신한 라인 여부 값을 통해 방향 값을 아래와 같이 계산한다.  모든 계산은 공유하는 하나의 값에서 이루어지며, 완료된 계산 값이 모터의 방향 값이 된다.  중앙 TCRT 센서로부터 전달 받은 값을 가장 먼저 읽어, 만약 전달 받은 값이 1인 경우 모터의 방향 값을 0으로 설정한다.  좌측 TCRT 센서로부터 전달 받은 값이 1인 경우, 모터를 좌측으로 30도(TBD) 회전하도록 공유 방향 값에 더해준다.  좌측 TCRT 센서로부터 전달 받은 값이 1인 경우, 모터를 우측으로 30도(TBD) 회전하도록 공유 방향 값에 더해준다. | 1번에 종속 |

3.4.2 HW 인터페이스

카메라 센싱

입력 : PIXY2 Camera 모듈

출력 : Serial Monitor, MCU

통신 방식 : I2C

카메라 센싱을 통해 입력 받은 Binary Stream을 파싱하여 아래 표와 같이 저장하며, 해당 서브시스템 SW 기능 항목의 3번에 나열된 조건에 부합되는 지 확인한다.

|  |  |
| --- | --- |
| 데이터 종류 | 설명 |
| uint16 pos\_x | 카메라 모듈이 인식한 물체의 x좌표  범위 : 0 ~ 315 |
| uint16 pos\_y | 카메라 모듈이 인식한 물체의 y좌표  범위 : 0 ~ 207 |
| uint16 width | 카메라 모듈이 인식한 물체의 너비  범위 : 0 ~ 316 |
| uint16 height | 카메라 모듈이 인식한 물체의 높이  범위 : 0 ~ 208 |
| uint16 angle | 카메라 모듈이 인식한 물체와의 각도  범위 : -180 ~ 180 |
| uint16 signature | 카메라 모듈이 인식한 물체의 색체 signature number |

IR 센싱

입력 : TCRT 5000 IR 센서

출력 : Serial Monitor, MCU

통신 방식 : I2C

|  |  |
| --- | --- |
| 데이터 종류 | 설명 |
| 라인과의 거리 | TCRT5000 IR 센서가 파악한 라인과의 거리 |
| 영상 색체 코드 | 라인이 가진 고유의 색체 코드로, RGB 각 채널에 대하여 0~255로 구성 |

3.5 기능 선택 기능

기능 선택 기능은 물체 추적, 라인 추적, 위험 예방 중 하나의 기능을 선택해 로봇 제어 기능이 해당 기능에서 산출한 데이터를 통해 모터를 제어할 수 있도록 데이터를 제공하는 데에 목적이 있다.

3.5.1 SW 기능

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 기능 번호 | 기능 이름 | 기능 상세 | 종속 관계 |
| 1 | 우선 순위 판단 | 라인 추적, 위험 예방, 물체 추적 기능의 산출물인 속력 값과 방향 값을 각각 입력 받아, 현재 차량과 fov 상의 상태를 확인 후 아래의 절차를 순차적으로 거쳐 적합한 우선순위를 선정   * 1. 추적할 물체가 있는 경우 :   물체 추적 기능에 다음 우선 위를 할당   * 1. 인식된 장애물과의 거리가 20cm(TBD) 초과이고, TCRT 센서가 라인을 추적 가능하며 현재 선정된 우선순위가 없는 경우 :   라인 추적 기능에 다음에 우선 순위를 할당   * 1. 인식된 장애물과의 거리가 20cm 이내인 경우 :   위험 예방 기능을 다음 우선 순위로 갱신  위험 예방 기능을 다음 우선 순위로 할당 |  |
| 2 | 우선 순위 전달 | 1로 인해 선택된 기능에 대하여 flag를 true로, 나머지 기능에 대한 flag를 false로 세팅하여 하나의 복합 데이터를 생성  생성된 데이터를 로봇 제어 기능으로 전달할 수 있도록 저장 | 1번에 종속 |

3.6 로봇 제어 기능

로봇 제어 기능은 선정된 우선 순위를 인지하고, 현재 단계에서 실행될 기능에 따라 산출된 모터의 속력과 방향 값을 실제로 적용하는 데에 목적이 있다.

또한 원격 컨트롤러로부터 IR 센싱을 진행하여 로봇 시스템의 구동/정지에 대한 제어를 즉시 실행할 수 있다.

3.6.1 SW 기능

기능 선택 기능에서 선정된 우선 순위가 가장 높은 기능을 인지하고, 해당 기능이 산출하여 저장한 데이터를 불러와 모터의 속력과 방향에 적용한다.

또한 원격 IR 컨트롤러의 입력신호를 받아 로봇의 직접적인 정지/시작을 제어하는 역할을 한다.

이에 대한 자세한 내용은 아래 내용에서 확인할 수 있다.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 기능 번호 | 기능 이름 | 기능 상세 | 종속 관계 |
| 1 | 우선 순위 인지 | 기능 선택 기능으로부터 기능 별 Flag를 입력 받아 우선 순위가 가장 높은 기능을 인지하고, 이에 따라 기능 별 부여된 번호 중 최우선 순위로 선정된 기능의 번호를 임시로 저장한다. |  |
| 2 | 속력 및 방향 적용 | 우선 순위가 가장 큰 기능의 저장 번호를 읽어, 해당 기능이 산출한 데이터를 읽어 들여 이를 모터의 속력과 방향에 적용한다. | 1에 종속 |
| 3 | 원격 컨트롤러에 대한 구동/정지 | 원격 컨트롤러의 IR 신호에 따라 로봇 시스템을 구동하거나 정지 시킨다.  만일 원격 컨트롤러로부터 신호를 인식했을 때 시스템이 구동 중이라면 시스템을 정지시킨다.  만일 원격 컨트롤러로부터 신호를 인식했을 때 시스템이 정지해 있다면 시스템을 구동 시킨다. |  |

3.6.2 HW 인터페이스

IR 센싱

입력 : IR 리모트 컨트롤러

출력 : IR 리시버

통신 방식 : I2C

원격 컨트롤러를 통해 IR 신호를 수신 받아 로봇의 구동을 수행 혹은 정지