

# 포섭 구조 기반 무인화물이송 로봇 알고리즘

염성규, 신동일, 신동규  
 세종대학교 컴퓨터공학과  
 e-mail : dae02159@naver.com

## Mobile Robot for Autonomous Freight Transportation based on Subsumption Architecture

Seong-Kyu Yeom, Dongll Shin, Dongkyoo Shin  
 Dept. of Computer Engineering, Se-jong University

### 요 약

물류 창고에서 화물 이송 자동화를 위해서 기존의 여러 방식들이 제안 되었지만 설치 및 유지 보수에 대한 비용이 많이 들고 목적에 따라 유동적으로 작업환경을 바꾸기 어려울뿐더러 갑작스러운 작업환경변화에 대처하기 힘들다는 단점이 있다. 본 논문은 무인 화물 이송 이동 로봇이 다양한 환경에서 여러 가지 기능들을 수행하기 위해 초음파 센서 적외선센서를 장착하였으며 라인을 따라 목표점까지 주행하기 위한 알고리즘을 제안하고 시뮬레이터를 제작하여 실험을 해 보았다.

### 1. 서론

기존 물류 창고에서는 넓은 구역에서 사람들이 직접 발로 뛰면서 물건을 찾고 로봇에 실어서 운반을 하였다. 그러나 최근 들어 기술이 발전 함에 따라 작업자가 물건을 쌓아 놓으면 로봇이 직접 분류하고 다른 작업자에게 전달을 해준다. 그로 인해 일의 효율이 증가 되었다. [1]

그러나 이 방식은 동적인 환경이 아닌 고정적인 방식으로 동작을 한다, 예를 들어 중간에 짐들이 떨어져 라인을 가리게 되거나 라인이 없는 곳에 놓여 있을 경우 동작을 멈추거나 되돌아 온다는 단점이 있어 능동적으로 대처하지 못한다. 이를 보완한 아마존의 키바라는 로봇이 있으나 로봇이 움직이는 모든 지역에 바코드를 심어줘야 한다는 단점이 있다. [2]

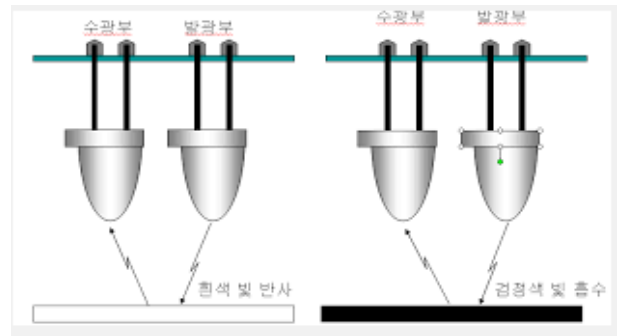
기존의 문제점 해결과 비용을 최소화 하기 위해 다른 방식의 알고리즘을 제안하려고 한다. 본 논문에서는 이전 방식보다 효율적이고 능동적으로 움직이기 위한 방안 즉 포섭 구조를 이용한 행동 기반 로봇 알고리즘을 제시하면서 이를 위한 기본적인 조사와 더불어 앞으로의 연구 방향을 제시하고자 한다.

본 논문의 2 장에서는 관련연구들을 보게 되며 3 장에서는 포섭 구조를 활용한 새로운 방안과 그에 대한 알고리즘을 제안한다. 4 장에서는 실험을 보게 되며 5 장은 결론 및 향후 과제를 설명한다.

### 2. 관련 연구

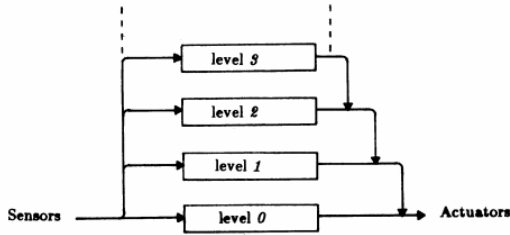
라인트레이서란 정해진 주행선을 따라 움직이는 자율 이동 로봇으로서 전문용어로 AGV(Automatic Guided Vehicle)라고 불린다. 기본적인 원리는 바닥에 그려진 주행선을 적외선 센서로 검출하여 목적 위치

까지 선을 따라 이동한다. 이 적외선 센서의 동작 방식은 센서의 발광부가 적외선을 방출하게 되면 검정색은 흡수하고 그 외의 색은 반사하게 된다. 그러면 수광부에 검정색은 돌아오지 않고 그 외의 색들만 돌아와 인식을 하게 된다. 이러한 차이를 이용하여 주행선을 검출하여 움직이게 된다. [3]

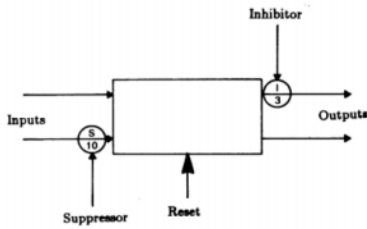


(그림 2.1) 적외선 센서 원리

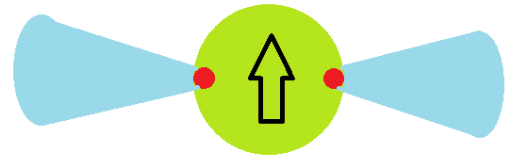
라인트레이서에 능동적인 반응을 위해 포섭 구조를 더해 보았다. 포섭 구조란 로봇의 행동들을 수직적으로 분할 한 뒤 개별 프로세스를 두어 모듈화를 한 것이다. 각 모듈은 n 개의 입력 선이 있고 a 개의 출력 선이 있다. 모듈의 출력은 다른 모듈의 입력 선으로 연결된다. 모듈은 개별 목적을 위해 병렬적으로 프로세싱을 하게 되며 자신의 목적을 완수 하기 위해 최선을 다하게 된다. 필요에 따라서는 상위 모듈은 하위 모듈의 출력을 억제할 수 있으며 입력으로 들어 가는 값 또한 변조를 할 수 있다. [4]



(그림 2.2) 계층별 레이어링

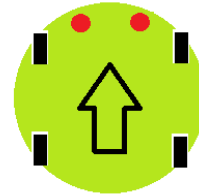


(그림 2.3) 행위 기반 모듈



(그림 3.1.3) 측면부 초음파 센서

로봇의 앞쪽 아랫부분 좌우에 적외선센서를 장착하여 두 개의 센서에 주행선이 검출되면 앞으로 가고 한쪽의 센서에만 주행선이 검출되었을 경우 검출된 쪽으로 회전하여 라인을 따라가게 한다.

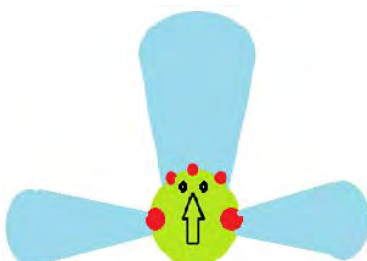


(그림 3.1.4) 아랫부분 적외선 센서

### 3. 제안

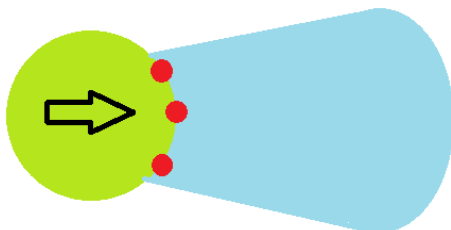
#### 3.1 로봇 구성

로봇이 알고리즘을 수행하는데 필요한 센서로는 초음파 센서 5 개와 적외선 센서 2 개를 사용한다. 각 그림에서 화살표는 진행방향 표시이다.



(그림 3.1.1) 전체 센서 구성도

로봇의 정면과 좌우로 30 도 간격에 초음파 센서 3 개를 장착하여 결과값을 체크하여 앞쪽에 있는 장애물을 회피를 하게 된다.

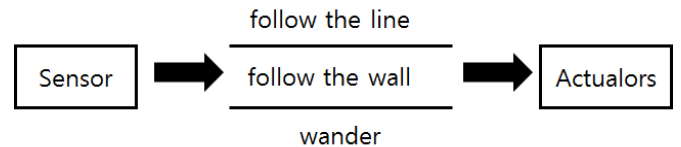


(그림 3.1.2) 전면부 초음파 센서

로봇의 좌우 측면에 초음파 센서 2 개를 장착하여 옆에 벽의 존재유무를 판단하게 된다.

#### 3.2 주행 및 동적 대응

로봇의 행동은 크게 wander, follow the wall, follow the line 3 계층으로 나누었다. 여기서 상위계층일수록 하위계층보다 우선 순위가 있다, 따라서 라인을 따라가던 로봇이 장애물이나 노후화로 의도치 않게 라인이 끊어져도 목표점까지 도달하게 한다,



(그림 3.1) 3 계층 포섭 구조

가장 하위 계층인 wander 계층은 장애물을 피해 라인 또는 벽을 찾아 돌아다니는 동작을 지시한다.

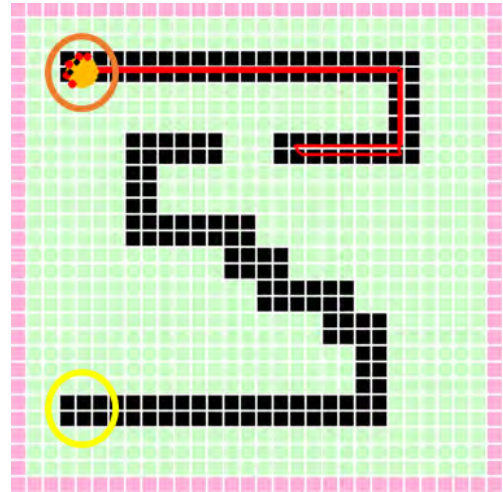
wander 보다 상위 계층인 follow the wall 계층은 앞쪽에 장애물을 인식하면 신호를 보내 방향을 틀고 벽을 따라가는 동작을 지시한다. 앞쪽에 장애물이 인식이 되지 않을 경우와 적외선센서에서 라인이 검출 될 경우 이 두 조건을 만족할 때까지 계속 신호를 보내게 된다.

마지막으로 최상위 follow the line 계층은 로봇 초음파 센서에서 장애물이 인식되지 않고 하단부 적외선 센서에서 라인이 검출되면 라인을 따라가는 동작하는 신호를 보낸다.

```

procedure getSignal
  while goal is false
    if sonar == false and infrared == true then
      generateLineSignal
    else if sonar == true and infrared == false then
      generateFollowWallSignal
    else
      wander
    end if
  end while
end procedure
    
```

(그림 3.2) 신호 발생 의사코드



(그림 4.2) 라인이 끊어졌을 경우

그림 4.2 는 라인이 중간에 끊어 졌을 경우에 목표 점까지 도달하지 못하고 끊어진 부분에서 다시 시작 점으로 돌아온 다는 것을 확인하였다.

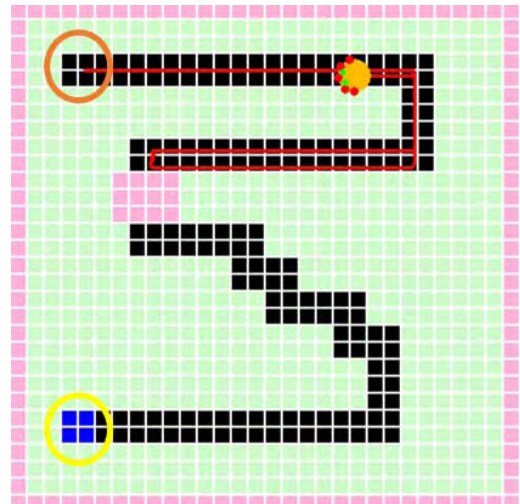
```

procedure run
  while end is false
    if lineSignal == true then
      follow the line
    else if wallSignal == true then
      follow the wall
    else
      wander
    end if
  end while
End procedure
    
```

(그림 3.2) 신호에 따른 행동의사코드

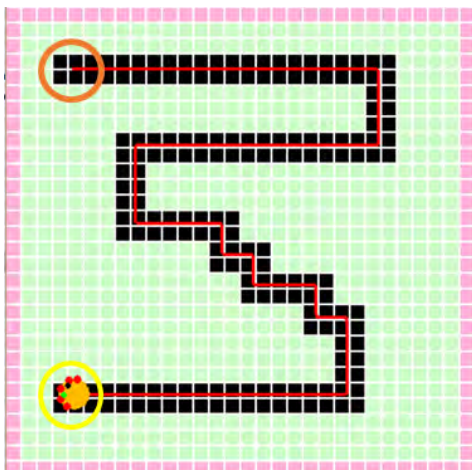
#### 4. 실험

본 논문에서는 적외선 센서와 초음파 센서를 활용하여 행동을 포섭 구조로 두어 의도치 않은 변수에도 능동적으로 라인을 따라 목표점에 도달하는 것을 목적으로 진행 하였다. 제안한 구조와 알고리즘을 테스트 하기 위하여 python 을 이용하여 시뮬레이터를 제작해 보았다. 검정색 블록은 라인을 그려놓은 것이고 빨간색 선은 로봇의 이동경로이다. 분홍색 블록은 벽 또는 장애물을 나타내었다. 주황색 원은 출발점이고 노란색 원은 목표점이다.



(그림 4.3) 라인 위에 장애물이 있을 경우

그림 4.3 은 라인 위에 의도치 않게 짐 같은 장애물이 떨어져 있을 경우이다. 그림 4.2 와 같이 장애물로 인해 라인이 끊겨 끊어진 부분에서 다시 되돌아 오는 것을 확인 하였다.



(그림 4.1) 일반적인 라인트레이서

그림 4.1 은 기본적인 라인트레이서 시뮬레이터 결과이다. 로봇이 출발점에서 출발을 하였을 때 라인을 따라 목표점까지 이동하는 것이다.

