

최적경로 알고리즘을 활용한 운송 시스템

서지연¹, 오서정², 이 슬³, 안소연⁴, 유상오⁵
^{1,2} 한국해양대학교 인공지능공학부(지능제어시스템공학전공),
^{3,4} 한국해양대학교 인공지능공학부(컴퓨터공학전공),
⁵(주)우리카드
 sjy0907@g.kmou.ac.kr, tjwjd010@naver.com, leseul1234@naver.com
 soyeann0625@naver.com, SangOh.Yoo@gmail.com

Shipping systems using optimal route algorithms

Ji-Yeon Seo¹, So-Yeon An², Seul Lee³,
 Seo-Jeong Oh⁴, Sang-Oh Yoo⁵
^{1,2,3,4}Dept. of Artificial Intelligence Engineering, Korea Maritime & Ocean University
⁵Corp. Wooricard

요 약

현재 국내 항만에서의 작업은 대부분 수작업으로 진행되기 때문에 다양한 안전사고 발생과 시간 및 비용 등의 손실이 우려된다. 이를 해소하고자 최적경로 알고리즘을 이용한 AGV 차량 및 자동화 크레인으로 무인 스마트 항만을 제안한다. RFID 인식으로 컨테이너의 정보를 확인하고, 각 경로의 노드 정보가 담긴 QR 코드 인식을 통해 최적으로 목적지에 달성하는 것이 핵심이다. 본 논문은 이러한 기능으로 시간 및 비용 절감, 효율 상승과 인명피해 및 안전사고 예방을 목표로 한다.

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 기존 항만의 문제점

다양한 산업 분야에서 컨테이너 운송은 기업의 생산성과 경쟁력을 크게 향상시킬 수 있는 핵심적인 요소이다. 그러나 현재 항만에서는 대부분이 수작업으로 이루어지고 있어 운송경로 및 일정 등이 불명확한 편이다.[1] 또한 항만에서는 위험한 요소가 많이 존재하기 때문에 수많은 인명 재해가 발생한다. 따라서 항만의 무인화가 필요하다.[2]

1.2 해결책 제시

본 논문에서는 최적경로 알고리즘을 사용한 운송경로 최적화 시스템을 소개한다. 최적경로 알고리즘이 최적화된 경로를 AGV 차량에 알려주면, AGV 차량이 목적지까지 최적 경로로 움직이는 시스템이다.

2. 본론

설계한 최적경로 알고리즘에 따라 컨테이너를 가장 빠른 시간 내에 최적의 경로로 운송할 수 있도록 한다.

또한 RFID 태그와 초음파센서를 컨테이너 싣는 부분에 부착하여 컨테이너가 안전하게 보관되어 있는지 확인한다.

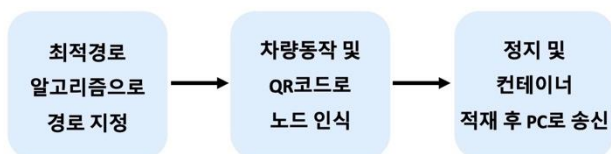
2.1 최적경로 알고리즘

기존 다익스트라 알고리즘은 주로 한 정점에서 모든 정점까지의 최단 경로를 찾는 알고리즘 기법이다.[3] 그러나 본 논문에서는 이 알고리즘을 적절하게 변형하여 AGV 차량이 특정 시작점에서 출발하여 미리 정해진 목적지까지의 최단 경로를 탐색하는데 활용하였다.

AGV 차량의 현재 위치를 출발지로 설정하고 RFID 태그 값에 따라 목적지 노드를 설정한다. 이때 각 경로의 거리는 인접 행렬 형태로 저장되어 있고, 자료구조는 큐를 사용한다. 큐에는 이때까지 계산한 경로의 노드 정보와 계산된 거리를 저장하는 요소가 저장된다.

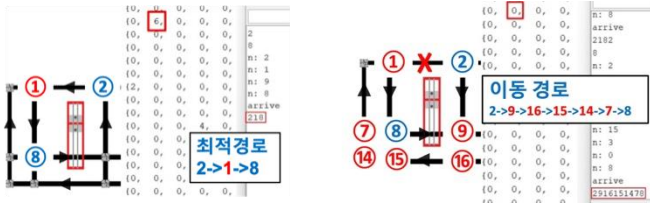
큐에서 가장 앞에 있는 요소를 꺼내 이 요소에 담긴 마지막 노드 정보, 즉 현재 위치를 확인한다. 만약 현재 위치가 목적지 노드와 일치한다면 알고리즘을 종료하고, 그렇지 않고 더 이동할 수 있는 노드가 있다면 해당 노드의 거리와 그 노드가 포함된 경로로 업데이트하여 큐에 넣어준다. 이 과정을 반복하면서 최단 경로를 찾아낸다.

이때 만약 특정 경로를 경로 목록에 포함시키고 싶지 않다면, 해당 경로의 가중치 값을 0으로 만들어 경로를 차단



(그림1) 서비스 흐름도

시킨다.



(그림 2) ①<=② 경로가 있을 때 (그림 3) ①<=② 경로가 막혔을 때

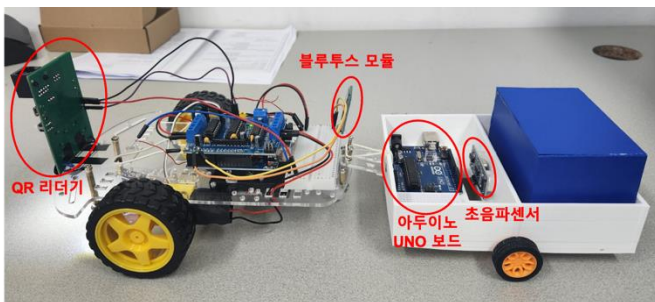
2.2 AGV 차량

QR 리더기와 라인트레이서 센서를 AGV 차량에 부착하여 올바른 경로로 이동할 수 있도록 한다.[4] 위치에 대한 정보를 QR 코드에 저장하고, 이를 차량이 지나다니는 경로에 배치한다. AGV 차량은 QR 코드의 정보에 따라 최적경로 알고리즘을 적용한 경로로 이동하게 된다. 운송 중 이동 경로에 장애물 발견 혹은 사고 발생 시 실시간으로 pc로부터 다른 경로를 전송해 이동할 수 있도록 한다.

화물을 운송할 시에는 다음과 같다. 화물을 차량에 싣게 되면 AGV 차량의 RFID 센서가 화물의 RFID 태그를 자동으로 인식하게 되어 해당 화물의 정보를 알 수 있게 된다. 이때, 초음파센서가 동시에 감지되어 화물이 안전하게 차량에 적재되었는지 확인할 수 있다.

2.3 구현 결과

라인트레이서를 통해 AGV 차량을 구현한 모습이다.



(그림 4) 제작한 라인 트레이서 AGV 차량

최적 경로 알고리즘에 적용되는 인접 행렬의 가중치 값들은 실험을 통해 라인트레이서의 적절한 속도에 맞추어 조정되었다.

구현 결과, 모터 속도가 100 이하로 떨어지면 모터에 전달되는 전압이 약해져 바퀴의 움직임에 문제가 발생하였고, 반대로 모터 속도가 너무 높으면 경로 간의 시간 차이가 크지 않아 모터 속도를 100으로 설정하였다.

점	거리 (cm)	시간 (s)
①	40cm	3s
②	31cm	2s
③	21cm	1.5s
④	8.5cm	0.5s

(그림 5) 가상 맵 구현 <표 1> 모터 속도 측정값

본 연구에서는 위 측정값을 2 배수로 적용하여 최적경로 알고리즘에서 사용되는 가중치 값들을 설정하였다. 가중치 합이 작으면 최소 가중치를 뺄 때 문제가 발생할 위험이

있으며 가중치 합을 정수로 계산하기 위해 2 배수를 적용하였다.

또한 이동 시 사고 발생을 최소화하기 위해 양방향 이동이 불가능하도록 설정하였지만, 이번 측정에서는 이동경로의 경우의 수를 늘리기 위해서 양방향 이동이 가능하도록 가정하였다. 그리고 (그림 3)의 맵을 활용하며, 2 번 노드에서 8 번 노드로 이동하는 상황으로 가정한다.

최적경로 알고리즘을 적용한 경로의 운송시간은 5 초가 걸렸고, 최적경로 알고리즘을 적용하지 않았을 때 모든 경로의 평균 운송시간은 7.3 초가 걸렸다. 두 데이터를 비교해 보았을 때, 적용한 결과가 시간 효율이 146% 향상되었다. 회전시간까지 합한다면 더 많은 시간 및 연료 절약 효과를 볼 수 있다.

3. 결론

항만 내에서 컨테이너의 효율적인 운송을 위해 최적경로 알고리즘을 적용한 AGV 차량을 기반으로 항만 무인화 시스템을 구현하였다. 이를 통해 항만 운송에 발생하는 비효율적인 동선 낭비를 줄임으로써 운송 비용과 시간을 감축할 수 있다.

본 연구의 한계점은 블루투스 통신을 이용하여 PC와 AGV 차량 간에 이동해야 할 노드를 전송하였으나, 차후 와이파이 통신이나 더 나은 통신 방식을 적용한다면[5] AGV 차량 근처에 PC가 없어도 원활하게 작동 가능한 시스템을 구축함으로써 편리성을 제공할 수 있을 것이다.

또한 적외선 센서와 QR 코드를 활용한 이동 방식은 자유로운 이동에 제약이 있기 때문에 카메라, RTK, LIDAR 센서와 같은 자율주행에 사용되는 정밀한 센서를 융합하여 사용하면[6] QR 코드 없이 명령받은 경로를 자유롭게 움직일 수 있을 것이다.

본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 인천상공회의소, 『인천지역 수출 기업의 물류 애로 조사』, 인천상공회의소(2021), 6.
- [2] 한국항만물류협회, 『항만하역 재해통계 및 사례』, 한국항만물류협회(2022), 7-9.
- [3] 천성권, 김근덕, & 김종근. (2011). 로봇 경로 제어를 위한 속도기반 Dijkstra 알고리즘. 한국 IT 서비스학회지, 10(4), 259-268.
- [4] 김철민, & 조희영. (2022). RFID 기반 최단시간 알고리즘 라인트레이서. 한국전자통신학회 논문지, 17(6), 1221-1228.
- [5] 홍승표, and 김경훈. "5G 도입 및 자율주행 현황." *방송파 미디어* 24.1 (2019): 33-40.
- [6] 황재호. "자율주행을 위한 센서기술동향." *오토저널* 42.4 (2020): 18-21.