

실내 이동 로봇의 이동 경로 탐색을 위한 A* 노드 알고리즘

김희영*, 이성온*, 유범재*

한국과학기술연구원 인지로봇연구단*, 한국과학기술연합대학원**

A*(Star) Node Algorithm for Indoor Robot Path Planning

Hee-young Kim*, Sung-on Lee*, Bum-jae You*

Center for Cognitive Robotics Research, KIST* University of Science and Technology, Korea**

Abstract - 이동 로봇이 이동하기 위해서는 시작위치와 목적위치까지 이동 경로를 계산해야한다. 특히 실내용 서비스로봇의 경우 상대적으로 저렴한 인공마크와 위치인식감지센서를 이용하여 현재 위치를 판단 할 수 있다. 이 센서의 인식마크를 이용해 노드 간의 이동 경로를 생성하고 목적노드까지 이동하는데 발생할 수 있는 외부의 변화를 포함하여 로봇의 이동경로를 빠르게 생성 할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

1. 서 론

로봇이 자율 주행하며 이동하기 위해서는 로봇의 현재 위치에 대한 정보와 목적 위치에 대한 정보를 알고 있어야 하며, 이를 토대로 이동 경로를 생성해야 한다. 로봇의 이동경로를 생성하기 위한 방법 중 정립되지 않은 환경으로부터 정보를 추출 및 자기 위치 파악을 위한 방법[1]이 20여 년 전부터 고안되고 발전 해오고 있다. 하지만 아직까지 이 방법은 외부 환경의 변화에 기인하므로 때때로 부정확한 결과를 나타내기도 하며 이에 사용되는 센서들은 대부분 고비용을 요구한다. 실내에서 정보를 전달하거나 간단한 화물 운송을 담당하는 서비스용 로봇<그림 1>의 경우, 실내 환경정보가 크게 변화하지 않으며 주행상황을 미리 파악하는 데에도 큰 문제가 없기 때문에 본 방법은 적합하지 않다. 따라서 인공마크를 설정하고 이 마크의 위치를 인식할 수 있는 장치[2]등을 이용해 각 노드사이의 이동경로를 생성할 수 있는 알고리즘을 제안하고자 한다.



<그림 1> 오피스용 서비스 로봇 “KIST 버틀러2”

2. 본 론

로봇의 이동경로를 생성하기 위한 가장 고전적이고 강력한 방법으로 Dijkstra의 최단 경로 생성 알고리즘[3]이 있다. 그래프 내의 모든 경로를 검색하여 최고의 결과를 도출하는 Best-first 알고리즘이지만 모든 경로를 탐색하므로 노드 그래프의 정보가 많을수록 경로 탐색시간이 오래 걸린다. 또한, 거리상 인접한 구간이라 하더라도 접근 불가능지역이라든지 상습 혼잡 지역 등 시시각각 변화하는 상황에 따라 우회를 해야만 하는 경우가 발생 할 수 있으므로 단순히 거리상의 정보만을 가지고 검색을 하는 [3]의 방법은 한계가 있다. 따라서 실제거리와 인접 노드간의 이동 비용을 고려하여 경로 생성을 하는 A* 알고리즘[4]을 응용한 알고

리즘을 고안 하였다.

2.1 A* 노드 알고리즘

로봇 공학에서 주로 사용 하는 A* 알고리즘<식 1>의 경우, 지도상의 위치 정보를 이용 경로를 직접 생성하는데 주로 사용된다. 그러나 본 접근 방법에서 사용되는 방법은 미리 설치된 노드간의 정보들을 이용 현재의 노드에서 목적노드 사이의 지나가는 노드 순서를 생성하는데 사용하므로 이 알고리즘을 A* 노드 알고리즘<식 2>이라 명하였다.

$$f(x) = g(x) + h(x)$$

$g(x)$: 시작노드에서 현재노드까지 이동거리
 $h(x)$: 현재노드에서목적노드까지 예상비용(휴리스틱)
 $f(x)$: $g(x)$ 와 $h(x)$ 의 합산비용

<식 1> A* Algorithm

A* 알고리즘은 현재위치와 시작위치사이의 가장 짧은 거리 비용과 목표까지 예상되는 휴리스틱비용을 합한 거리 비용을 기반으로 목표지점까지 도달하는 가장 짧은 이동경로를 채택한다.

$$f_n(x) = d(x) + s(x)$$

$d(x)$: 현재노드에서 목표노드까지의 직선거리
 $s(x)$: 인접 노드간의 이동 비용
 $f_n(x)$: $d(x)$ 와 $s(x)$ 의 합산비용

<식 2> A* Node Algorithm

반면에 제안하는 A* 노드 알고리즘은 현재 노드에서 목표노드까지의 직선거리와 인접 노드까지 이동에 드는 실제 물리비용을 합산하여 목표까지 가장 적은비용을 가지는 거리를 기본적으로 채택한다. 따라서 본 알고리즘은 실제 목적지까지 가는데 매 번 필요한 휴리스틱 거리 비용을 계산하지 않고 인접 노드로의 이동시 예상되는 거리 비용을 채택함으로써 주위 상황의 변화를 로봇의 이동경로계산에 포함 할 수 있게 된다.

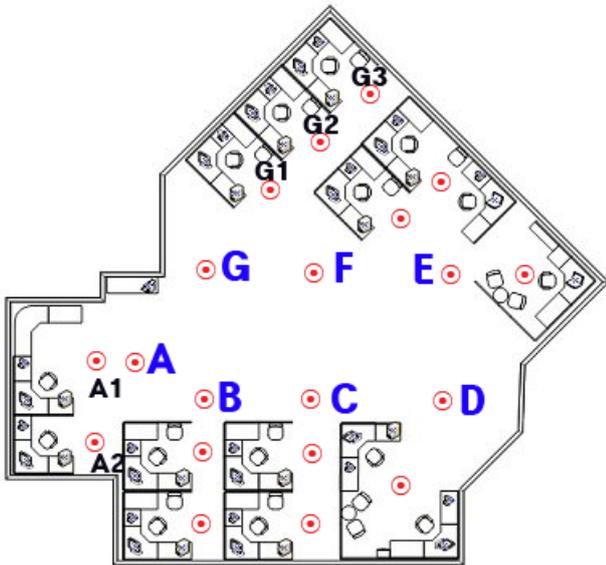
본 알고리즘을 아래 의사 코드 형태로 구성하였다.

```
function A*Node(START_ID, GOAL_ID)
MAP := list of building map containing START_ID
PATHLIST := START_ID
current := START_ID
while current is not the GOAL_ID:
    PriorityQueue := empty_set
    for neighbors of current:
        g := distance(goal - current)
        h := movement_cost(current, neighbor)
        f := g + h
        PriorityQueue := add f with neighbor_id
    while lowest rank in PriorityQueue is in PATHLIST
        POP lowest rank of PriorityQueue
    Add lowest rank id to PATHLIST
    current := lowest rank id
```

<표 1> A* 노드 알고리즘 의사코드

2.2 A* 노드 알고리즘의 거리-그래프 테이블 구성

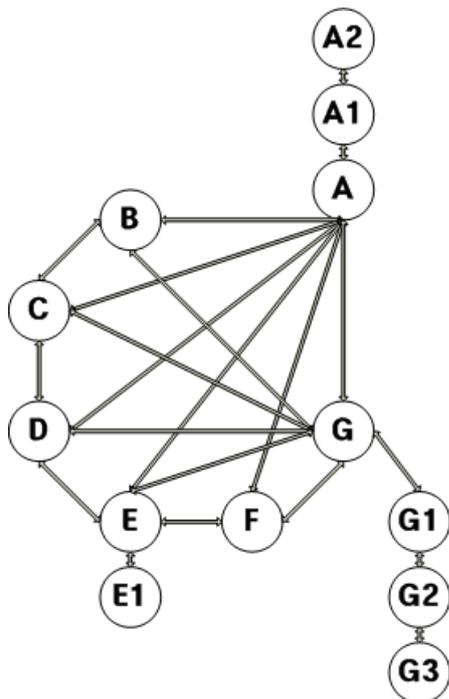
A* 노드 알고리즘은 각 노드의 위치 좌표 정보와 함께 인접 노드간의 이동거리 비용을 관련된 거리-그래프 테이블을 필요로 한다. 아래와 같은 오피스 예상 평면도<그림 3>에서 인공마크들을 부착한 지점들을 기준으로 <표 2>의 형태로 그래프 노드를 생성한다.



<그림 3> 오피스 예상 평면도(인식마크의 위치:●)

ID	노드명	위치(x, y)	인접노드(이동예상비용)
1	A	(15, 30)	A1(5) A2(10) B(5.3) C(12) D(17) ...
2	A1	(10, 30)	A(5) A2(10)
3	A2	(10, 20)	A1(10)
4	B	(20, 28)	B1(8) B2(10) A(5.3) C(6.7) D(10) ...
5	B1	(20, 20)	B(8) B2(10)
6	B2	(20, 10)	B1(10)
		...	

<표 2> <그림 3>을 위한 거리-그래프 테이블



<그림 4> 인공마크의 위치 그래프

예를 들어, 위 <그림4>와 같이 노드A2에서 노드 G3까지 이동해야 하는 경우의 경로 설정은 A2에서 중간 경우 노드 A까지와 중간 경우 노드 G에서 목적 노드 G3까지는 항상 단일한 지점을 지나지만 중간경유 노드들 A ~ G 사이는 실제 센서 측정에서 인접 경로 이동 비용이 변경 될 수 있다. 그러므로 물리적인 거리가 가장 가까운 노드 A와 노드 G로 직접 이동하는 것이 항상 최상의 결과를 가지고 오지 않는다. 그러므로 A* 노드에서 물리적인 센서 변화 측정값을 반영 하여 상황에 가장 최적의 로봇의 이동 경로를 생성 가능하다.

3. 결 론

본 논문에서는 실내에서 이동하는 로봇이 인식마크를 인식할 수 있다는 가정에서 시간에 변화하는 상황을 파악 이동 경로를 생성할 수 있는 A* 노드 알고리즘을 제안 하였다. 이 알고리즘이 A* 알고리즘과 다른 점과 알고리즘을 이용하기 위해 구성하는 방법에 대해서 논의 하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] Leonard, J.J.; Durrant-whyte, H.F. "Simultaneous map building and localization for an autonomous mobilerobot", Intelligent Robots and Systems' 91, Intelligence for Mechanical Systems, Proceedings IROS'91, vol. 3, 1442-1447, 1991
- [2] <http://www.hagisonic.com/> HAGISONIC, StargazerTM, Localization Sensor
- [3] E. W. Dijkstra, "A note on two problems in connexion with graphs", In Numerische Mathematik, vol. 1, 269 - 271, 1959
- [4] Hart, P. E.; Nilsson, N. J.; Raphael, B., "Correction to "A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths"". SIGART Newsletter vol. 37: 28 - 29, 1972