

시각장애인 유도로봇의 경로 결정 알고리즘

Path Determination Algorithm of Guidance Robot for the Visually Impaired

장태진, 신동범, 이웅혁*, 홍승홍
(Jang Tae Jin, Dongfan Shen, Lee Eung Hyuk and Hong Seung Hong)

인하대학교 전자공학과(전화:(032)868-4691, 팩스:(032)868-4691, E-mail : jang_tae_jin@hotmail.com)

인하대학교 전자공학과(전화:(032)868-4691, 팩스:(032)868-4691, E-mail : shinera819@empal.com)

인하대학교 전자공학과(전화:(032)868-4691, 팩스:(032)868-4691, E-mail : shhong@inha.ac.kr)

*한국산업기술대학교 전자공학과(전화:(031)496-8267, 팩스:(031)496-8279, E-mail : ehlee@kpu.ac.kr)

Abstract : In this paper, we studied the path determination algorithm of the guidance robot for the visually impaired. Using the guidance robot for the visually impaired, the visually impaired can go to the destination where they want without other's help. The navigation path of the guidance robot for the visually impaired must be the optimal path not only the shortest but also the most safe, which is different from a shortest path for common people. GPS and electronic map are used for the location information of the visually impaired. We corrected the error by converting the coordinates of location information from GPS, which includes maximum several tens of meters error, to the coordinates of electronic map.

Information such as simple path and direction to the destination is not enough because it may be different between a going path from the start to the destination and a coming path from the destination to the start as around environment.

So, we added information which can be dangerous for the visually impaired such as driveway, sidewalk without braille blocks, crosswalk, stairs and overpass, each has weight value as dangerous degree, when matching the GPS information to the electronic map, enough large as 1:5,000 scale.

Key-words : the visually impaired, guidance robot for the visually impaired, optimal path, weight value

I. 서 론

2000년 장애인 실태조사에 의하면 국내 시각장애인 수는 18만여 명으로 추정되며 1995년의 7만여 명에 비해 두 배 이상 증가하였다. 이에 비해 국내의 시각장애인을 위한 복지시설은 인도상의 점자블록, 신호등의 보행음향 정도로 미비한 실정이다.

현재 시각장애인은 실외활동 시 휠체어이나 맹도견을 이용하고 있는데, 휠체어는 안전하지 못하고, 맹도견은 비용부담도 크고 보급률도 낮다. 따라서 이러한 문제를 해결하면서 안전한 보행을 위한 시각장애인 보조장치가 필요하다.

현재 시각장애인 보행 보조장치로 가장 많이 연구되는 것이 이동로봇을 위한 RTA(Robotic Travel Aids)시스템이다.

본 논문에서는 계단 승降이 가능한 시각장애인 유도로봇이 실외 환경에서 시각장애인을 목적지까지 안전하게 유도하도록 하기 위한 시각장애인 유도로봇의 경로 결정 알고리즘에 대하여 연구하였다.

시각장애인 유도로봇은 시각장애인을 안전하게 목적지까지 유도해야 하므로 로봇의 주행경로가 일반인의 주행경로와 다를 수 있다. 따라서 출발지에서 목적지까지의 최적경로를 결정함에 있어서 일반인과 다른 시

각장애인의 특성을 고려해야 한다.

최적경로를 찾는 알고리즘에는 여러 종류가 있다. 그 중 일반적으로 퇴각검색법 또는 되추적법이라고도 불리는 Back Tracking 알고리즘은 보통 주어진 조건을 만족하는 최적해를 찾거나 또는 주어진 조건을 만족하는 해들의 집합을 찾는 방식이다.

일반인의 주행 최적경로는 최단시간에 주행할 수 있는 경로이지만, 시각장애인은 최단시간 주행경로보다 안전한 주행경로가 우선적으로 고려되어야 한다.

본 논문에서는 Back Tracking 알고리즘을 사용하여 시각장애인의 안전을 위한 최적경로를 결정하는 방법을 제안하였다. 또한 경로 결정에 사용되는 그래프는 전자지도에서 시각장애인의 보행에 필요한 정보를 통합하여 구성하였다.

II. 최적경로 결정 알고리즘

1. Back Tracking 알고리즘

최단경로를 구하는 알고리즘에는 여러 가지가 있다. 일반적으로 깊이우선 탐색법(DSF)과 너비우선 탐색법(BSF)으로 분류할 수 있고, 그 중 퇴각 검색법이라고도

불리는 Back Tracking 알고리즘은 깊이우선 탐색법이다. 깊이우선 탐색법은 마지막 선택 점으로 되돌아가기 전에 현재의 경로를 가능한 한 멀리 확장하고, 가장 가까운 대안 경로에 대해 시험하는 그래프 탐색 알고리즘이다. Back Tracking 알고리즘은 깊이우선 탐색 중 미리 설정된 한계값을 초과하게 되면 탐색을 중단하고 전 단계에 선택한 점으로 되돌아온다.

그림 1.에서 X 표시된 부분이 탐색 중 한계값을 초과하였을 때 탐색을 중단한 모습을 보여준다.

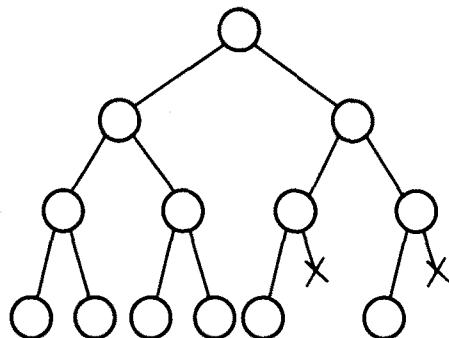


그림 1. Back Tracking 알고리즘 방식.

2. Graph 구현

전자지도상에서 시각장애인이 보행할 수 있는 경로를 graph로 구현하였다.

시각장애인의 안전한 보행을 위해서는 많은 정보가 필요하다. 그림2.에서 보는 것과 같이 하나의 경로라도 시각장애인에게 위협이 될만한 요소들을 감안하면 단순한 두 지점 사이의 직선이 아닌 여러 개의 세부적인 점을 더 필요로 한다.

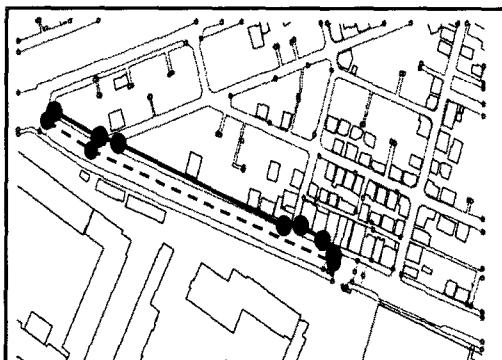


그림 2. 시각장애인을 고려한 경로상의 지점표시.

따라서 시각장애인인 출발 또는 도착할 수 있는 지점을 각각 node로 지정하고, 각 node는 그 지점의 위치값과 이름을 가지도록 하였다. 각 node와 node사

이의 경로가 직선이 아닐 경우에는 겹이는 점마다 waypoint를 설정해 node와 waypoint 또는 waypoint와 waypoint 사이는 항상 직선이 되도록 구성하였다. 또한 횡단보도, 경로 종류의 변화, 육교, 계단 등을 식별할 수 있도록 각 지점마다 waypoint를 구성하였다.

각 node와 waypoint들 사이의 경로는 link로 지정하여 경로의 거리, 종류, 양끝 연결점 등의 정보를 저장하였다.

전자지도를 graph로 구현하면서 많은 점을 지정하면 경로 결정에 있어서 소요시간이 늘어나게 된다. 소요시간을 줄이기 위해서 경로 결정은 node를 탐색하게 하고, node와 node사이에 있는 waypoint들은 정보만 참조할 뿐 경로 탐색 시에는 제외시키도록 하였다.

graph의 구조를 그림 3.에 나타내었다.

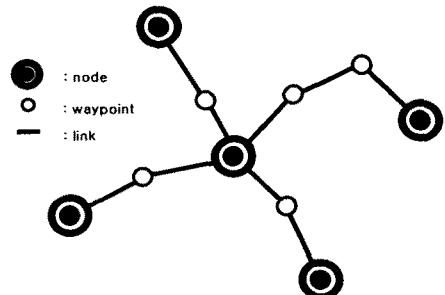


그림 3. graph 구조.

3. 최적경로 결정

시각장애인은 점자블럭이 없는 인도, 사람과 차량이 같이 다니는 도로, 횡단보도, 계단, 육교 등에서는 일반인과 달리 안전한 보행이 어렵다. 따라서 시각장애인의 보행 최적경로를 결정함에 있어서 안전을 위해 경로의 종류에 따라 우회하는 방법을 선택해야 한다.

graph에서 link에 저장된 정보 중 경로의 종류로는 점자블럭이 있는 인도, 점자블럭이 없는 인도, 인도와 차도의 구분이 없어 사람과 차량이 같이 다니는 길, 횡단보도, 계단, 육교가 있다. 이러한 각각의 경로에 시각장애인의 보행에 위험한 정도에 따른 가중치를 다르게 설정하여 같은 거리이면 보다 안전한 경로를 선택하도록 하였다.

Back Tracking 알고리즘을 이용하여 최적거리를 탐색하여 탐색 중 시각장애인에게 위험한 경로가 있을 경우 다른 경로를 탐색하여 우회할 수 있도록 하였다. 또한, 횡단보도나 육교와 같은 장애물을 되도록 적게 경유하고 싶은 경우에 경로 탐색 시 조건을 설정하여 경유하는 경로 중 특정 종류의 경로의 개수를 조절하여 최단경로 대신 자신이 원하는 상황에 맞는 최적경로를 선택할 수 있도록 하였다.

III. 실험 및 결과

1. 실험

알고리즘 구현을 위한 software는 Microsoft Visual C++을 사용하였다.

실험용 graph는 전자지도를 참고하여 그림 4. 와 같이 PC상에서 직접 구성하였다.

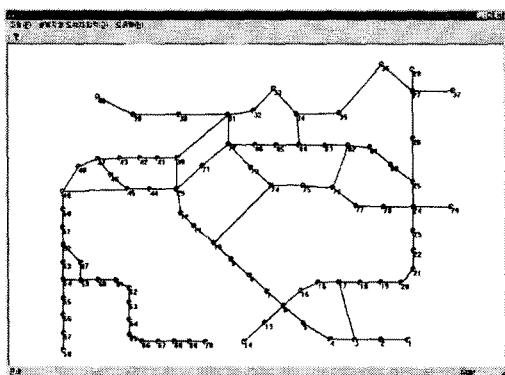


그림 4. 실험을 위한 graph.

먼저 경로의 종류에 따른 가중치를 부여하지 않고 출발지와 목적지를 선택하여 최단경로를 찾아내는 실험을 수행하였다. 실험 결과 경로의 종류와 상관없이 거리에 따른 최단경로를 찾아내었다. 그림 5. 에 그 결과를 나타내었다.

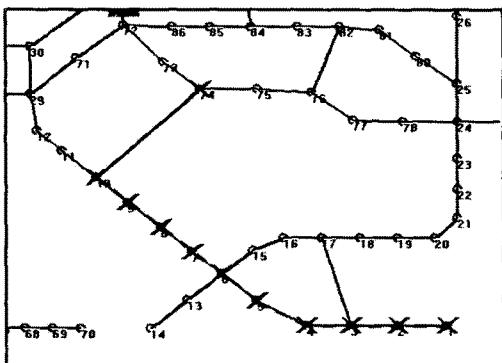


그림 5. 경로의 종류에 상관없는 최단경로.

다음으로 같은 출발지와 목적지를 선택하되 경로에 따른 가중치를 부여하였을 경우, 전 실험의 최단경로와 다른 경로를 찾는지 실험하였다. 그 결과, 그림 6. 에서와 같이 기존의 최단경로와 달리 경로의 종류에 따른 최적경로를 찾는 것을 알 수 있었다.

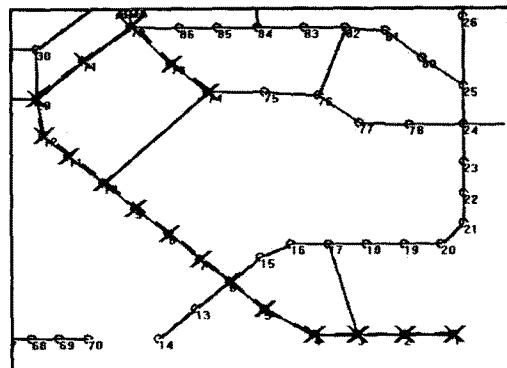


그림 6. 경로에 따른 가중치를 부여한 최적경로.

그림 5. 와 그림 6.에서 graph상의 node 번호 중 1번~12번, 12번과 29번 사이, 29번과 71번 사이, 71~74번 경로는 점자블레이저 있는 인도이고 10번과 74번 사이의 경로는 차량과 사람이 같이 다니는 길이다. 그림 6. 에서는 10번과 74번 사이의 경로를 다른 경로와 같은 종류의 경로로 인식하여 최단경로를 선택했으나, 그림 6. 에서는 차량과 사람이 같이 다니는 길로 인식하고 가중치를 부여하였기 때문에 시작장애인이 보행하기 불편한 10번과 74번 사이의 경로 대신 11, 12, 29, 71~74번을 경유하는 최적경로를 선택하였다.

시각장애인은 보행 시 횡단보도나 육교 등을 경유하고 싶지 않은 경우가 있을 수 있다. 이런 경우에 우회하는 경로를 찾아내는지 실험하였다. 그림 7. 은 횡단보도의 유무와 상관없이 최적경로를 찾은 경우이다.

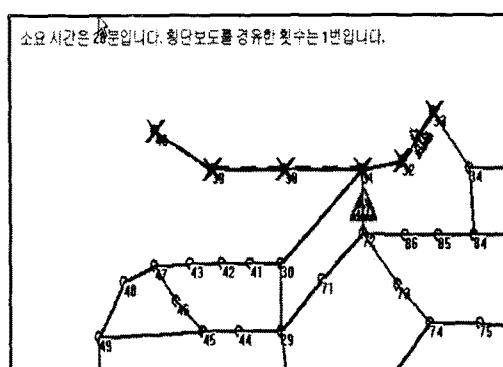


그림 7. 횡단보도의 유무와 상관없는 최적경로.

시각장애인이 횡단보도를 건너고 싶지 않은 경우, 횡단보도 경유 회수를 0으로 설정하여 최적경로를 찾은 결과를 그림 8. 에서 보여주고 있다.

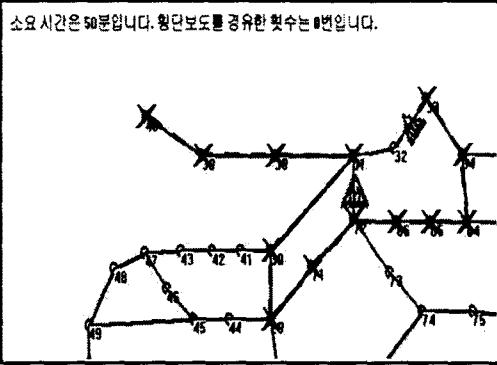


그림 8. 횡단보도 경유하지 않는 최적경로.

그림 7. 과 그림 8.에서 graph상의 node 번호 중 32번과 33번 사이의 경로와 34번과 72번 사이의 경로가 횡단보도이다. 횡단보도를 경유하지 않도록 설정하였기 때문에 그림 8.에서는 31, 30, 29, 71, 86, 85, 84, 34, 33번 경로로 우회하였다.

실험 결과, 경로의 종류에 따라 가중치를 부여하거나 또는 특정 종류의 경로를 경유하지 않는 조건을 부여했을 때 원하는 경로를 얻을 수 있었다.

IV. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 시각장애인 유도로봇의 실외 주행시 시각장애인을 안전하게 유도하기 위한 최적경로 결정 알고리즘을 구현하여 실험하였다.

경로의 종류별로 시각장애인의 보행에 위험한 정도에 따라 가중치를 부여하여 경로결정 실험을 한 결과, 위험한 경로를 피해 우회하는 것을 볼 수 있었다. 이는 시각장애인 유도로봇이 시각장애인을 보다 안전하게 목적지까지 유도할 수 있음을 보여준다. 그러나 경로의 종류별 가중치를 부여함에 있어 가중치 값에 따라 최적경로가 변하기 때문에 계속적인 반복 실험과 많은 시각장애인으로부터의 의견수렴을 통해 가중치 값을 조절할 필요가 있다. 또한, 시각장애인 개인별로 보행에 어려움을 겪는 경로의 종류가 다를 수 있으므로 개인에 맞는 가중치 값 적용도 고려해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest and Clifford Stein, *Introduction to Algorithms, Second Edition*, McGraw-Hill, 2001.
- [2] 카일 루든 저, 허욱 역, C로 구현한 알고리즘, 한빛 미디어(주), 2000.
- [3] 임찬혁, "GPS와 전자 도로 지도를 이용한 보행자

위치 인식 알고리즘", 고려대학교 컴퓨터학과 석사 학위논문, 2002

- [4] C. E. White, D. Bernstein and A. L. Kornhauser, "Some map matching algorithms of personal navigation assistants", *Transportation Research Part C*, pp. 91-108, 2000.
- [5] J. S. Kim, "Node based map matching algorithm for car navigation system", in *Proceedings of the International Symposium on Automotive Technology and Automation*, pp. 121-126, 1996.