

건물내부공간에서의 Raster GIS기반 최적경로 탐색

Optimal Path Finding based on Raster GIS in Indoor Spaces

김병화¹⁾ · 전철민²⁾

Kim, Byung Hwa · Jun, Chulmin

Abstract

People tend to spend more time in indoor spaces than before such as shopping malls and subway stations. As buildings become larger and more complex, people feel difficulty in finding their ways to destinations. Consequently, a means to provide better paths can aid people in reducing time for finding ways. Routing information in large indoor spaces is especially required in emergency cases as fire, power failure and terror. This study suggests to compute optimal paths using A* algorithm based on raster GIS data structure. The suggested method can be used either in daily lives for path provision or in emergency cases for evacuation, and is illustrated on a campus building.

Keywords : Optimal path finding, Raster GIS, A* Algorithm, Evacuation

초 록

최근 주상복합형의 주거공간, 지하철, 대형쇼핑몰 등 건물내부가 복잡하고 대규모인 공간에서 머무르는 시간과 기회가 날로 증가하고 있다. 건물이 복잡할수록 건물 내에서 사람들이 원하는 목적지에 도착하기까지 보다 많은 시행착오를 겪으면서 이동하게 된다. 시행착오를 줄이고, 보다 빠르게 이동하기 위해서는 최단경로를 탐색하여 제공하는 시스템이 필요하게 된다. 이러한 대규모 공간 내에서의 최적이동경로에 대한 정보는 특히 화재나 정전, 테러위협과 같은 응급상황에서 더욱 필요로 하게 된다. 이에 본 연구에서는 Raster GIS기반의 데이터구조 상에서 A*알고리즘을 사용한 최단경로 탐색기법을 비교, 분석하고자 한다. 평상시에는 건물내부에서의 위치 이동시에 필요한 최단 경로를 제공하고, 응급상황에서는 탐색시간을 최소화하여 대피 경로를 제공하는 방안을 제시하였으며, 이를 캠퍼스 건물을 이용하여 예시하였다.

핵심어 : 최단경로, Raster GIS, A* 알고리즘, 대피

1. 서 론

최근 국내외 많은 분야에서 위치정보를 활용한 GIS의 응용분야가 확대되고 있다. GPS단말기나 통신 기지국의 전파를 활용하여 취득된 위치정보는 실시간 교통정보안내 및 빠른 길 찾기 서비스 등에 사용되며, 또한 특정 지역의 환경에 적합한 실용적인 정보를 제공하는 맞춤형 광고시장, 재난재해 알림서비스 등 사회 전반적인 분야에서 활용되고 있다.

또한 도시민들이 고층의 주상복합형 구조의 대형 건물

에서 거주하는 경우가 증가하고 있으며, 대형 쇼핑몰이나 지하철 등 주로 건물 내부의 밀집된 환경에서 생활하는 시간이 많아지고 있다. 즉, 위치정보의 활용 범위의 확대와 함께 건축물 구조 및 개인생활양식의 변화로 인해 건축물 내부공간에서의 정보의 활용이 보다 중요해질 것으로 예상할 수 있다. 특히 개인의 위치정보를 활용하여 대형 건축 구조물 내에서 특정지점으로 신속하게 이동하기 위한 경로에 대한 정보와 함께 화재 또는 테러 발생 등으로 인한 응급대피경로에 대한 정보를 더욱 요구하게 될 것이다.

1) 서울시립대학교 공간정보공학과 석사(E-mail:gis@uos.ac.kr)

2) 연결저자 · 정희원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 부교수(E-mail:cmjun@uos.ac.kr)

일반 국민의 60%가 재난발생시 대응방안에 대하여 모르고 있으며, 대피장소에 대한 질문에서도 64%가 모른다고 대답한 국립방재연구소의 방재 및 재난관리행정에 관한 국민의식조사¹⁾결과는 건물내부공간에서 경로정보를 제공해야 하는 필요성을 더욱 강조하고 있다.

본 연구에서는 복잡한 대형 구조물 내에서 이동을 위해 특정 지점간 최단경로 탐색시스템 및 응급대피상황을 위한 건축물 출입구까지의 최적경로를 제공하는 시스템을 구현하여 결과를 분석하였다. 본 연구에서는 건축물의 내부공간을 래스터기반 GIS로 구축하고 이를 이용한 경로탐색분석과정을 제시하였다. 연구 대상지로는 대학 캠퍼스의 건물을 선정하여 제시된 알고리즘을 테스트하였다. 선정된 건물은 지상 7층까지의 다층형태의 구조물로서 70여개의 교수연구실을 비롯하여 다수의 교내 부설 연구소 및 학과에서 사용하는 건물로서 복잡한 내부공간의 특징을 가지고 있기에 대상지역으로 선택하였다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

2.1 선행연구

최단경로 알고리즘을 사용한 경로탐색의 문제는 다양한 분야에서 오랫동안 연구되어왔다. 특히 최근의 연구에서는 주로 선형요소로 표현되는 데이터인 도로를 다루는 교통 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

최적경로 알고리즘을 사용한 연구는 크게 두 부류로 나눌 수 있다. 알고리즘을 적용하여 실제 최적경로의 결과에 대한 평가를 하는 것과 알고리즘 자체의 개선을 통하여 성능 향상을 꾀하는 것이다.

알고리즘의 적용을 통한 결과의 분석에 대한 연구로서 오명진(1997)의 연구에서는 Dijkstra 알고리즘을 활용하여 GIS에 기반한 도로교통의 최적경로를 탐색하고자 하였다. 이 연구에서는 교통환경적인 요소를 감안하여 가로별, 교차로별로 저항치를 부여하여 최적경로를 탐색하고자 하였다. 유환희 외(2002)의 연구에서는 Dijkstra 알고리즘을 적용하여 물류배달을 위한 최적경로 안내시스템을 개발하였는데, 최단거리, 최소교차로, 최소탐색시간을 고려한 최적경로를 안내해주는 시스템을 개발하였다. 박

1) 일반국민과 공무원, 전문가 1천9명을 대상으로 2005년 10월 25일부터 11월 26일까지 실시한 방재 및 재난관리행정에 관한 국민의식조사결과 일반 국민 응답자들은 재난시 대피장소를 묻는 질문과 관련, ‘전혀 모르고 있다’(17.4%), ‘잘 모르고 있다’(46.7%) 등 64.1%가 대피장소를 모른다고 답했다.

민희(2000)의 연구에서는 최적경로 탐색을 위한 알고리즘으로 유전자 알고리즘과 A*알고리즘을 연계하여 다목적함수를 조건으로 사용하여 최적 경로를 탐색하고자 하였다.

알고리즘 개선에 대한 연구로서 장수영(1998)은 Dijkstra 알고리즘을 사용하여 단방향과 양방향으로 탐색하여 그 개선효과를 분석하고자 하였다. 황보택근(2002)의 연구에서는 A* 알고리즘을 사용하여 최적경로를 보장하는 양방향 탐색 알고리즘에 대하여 연구가 이뤄졌다. 양방향 탐색의 경우는 시작점과 도착점 모두 출발점으로 하여 경로 탐색이 이뤄지고, 탐색이 이뤄지는 과정 중에 탐색 노드가 서로 교차하는 경우에 경로가 결정되는 것이며, 탐색과정에서 서로 교차하지 않는다면 단방향 탐색보다 두 배의 탐색시간이 걸리게 되는 위험을 안고 있다.

위의 연구사례들에서는 상황에 맞는 적합한 알고리즘을 선택하여 사용하기보다는 그 동안의 연구 성과에 따른 알고리즘에 대한 신뢰도를 근거로 하여 주로 Dijkstra 알고리즘을 사용하여 노드-링크의 벡터기반 데이터에서 최단경로를 탐색하였고, 대규모의 외부공간을 대상으로 하였다.

본 연구에서는 대규모 실내나, 지하공간에서의 경로안내나 위급시의 대피상황을 고려하여 외부공간이 아닌, 실내공간으로 대상을 한정하였다. 또한 대피경로를 모델링 할 때는 복도중심만을 따라서 이동하는 것이 아니므로, 공간을 중심점이나 노드로 맵핑하기보다는 하나의 공간을 다수의 셀로 분할하여 위치를 다르게 줄 수 있어야 한다. 즉, 넓은 실내공간에서는 각 사람의 위치를 인식할 때, 보다 세밀하게 인식하여 이들의 움직임을 안내해 주어야 하므로 본 연구에서는 일반 교통에서 사용하는 노드-링크의 Vector 기반아니 Raster 기반 데이터를 사용하였다.

2.2 Raster 자료구조에서의 네트워크 분석

Raster 자료구조는 실세계를 균일한 크기로 나눈 셀에 기반한 공간단위로 표현하는 형식이다. 이런 특징에 따라 Raster 구조가 가지게 되는 가장 큰 문제는 객체들의 형상을 표현함에 있어서 객체의 형상이 사각형이나 각이 진 모양인 경우를 제외하고는 대부분의 객체의 형상과 크기가 부정확하게 나타나게 된다는 점이다. 이러한 오차를 가능한 줄일 수 있는 해결방법은 공간해상도(spatial resolution)를 높여서 셀의 수를 증가시키는 것이다. 그림 1에서 보는 것과 같이 그리드의 크기에 따라서 객체 표현의 공간

정확성이 차이나는 것을 알 수 있다. 이처럼 Raster 자료 구조의 경우 단위 셀의 크기와 형태를 결정하는 것이 매우 중요하게 된다. 셀의 크기가 작을수록 객체의 형상을 보다 정확하게 나타낼 수 있으나 데이터의 양은 기하급수적으로 증가하게 되며 저장과 처리의 효율성을 감소시키게 된다. 즉, 사용목적에 따라 데이터를 구성하는 셀의 크기와 형태를 적절하게 선택하여 사용해야만 한다(그림 1).

건축물의 내부공간의 경우 연속적인 면형요소로 구성되어 있는 공간으로서 선형이나 점형의 형태를 지닌 객체로 바꾸어 공간분석을 하기보다는 대축척에서 연속적인 면형요소로 표현되도록 변환을 하여 분석을 실시하는 것이 자료의 저장과 처리에 있어 보다 적합하다. 그러나 공간을 네트워크 형태로 생각하여 경로를 산출하려고 할 경우, 복도의 중심선을 링크로서, 각 실(공간)을 노드로서 나타내는 것은 지나치게 단순화시켜서 사람들의 세밀한 위치를 나타내기가 어려워진다.

하지만 Raster기반의 격자형 구조로 변환할 경우 그림 2에서 보는 것과 같이 각각의 셀은 노드의 역할을 하며 각 셀에 인접한 다른 셀들은 하나의 경계를 사이에 두고 연결(link)되어 있기에 격자형 구조 자체가 네트워크의 역할을 하게 되므로 공간 내에서 사람 또는 객체의 위치

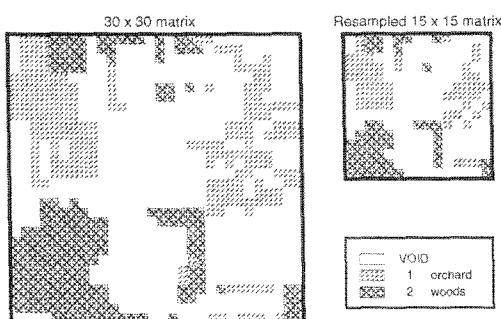


그림 1. 공간해상도 따른 객체 표현의 변화

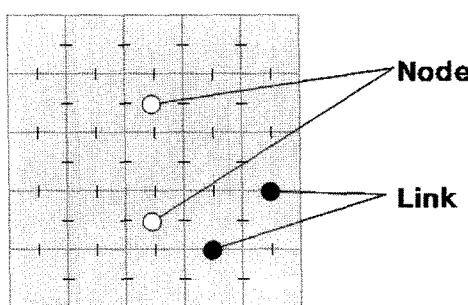


그림 2. Raster 자료구조에서 노드와 링크

를 보다 세밀하게 나타낼 수 있으며 경로 분석을 하기에 적합한 데이터 구조가 된다.

2.3 A*알고리즘

A*(A-Star) 알고리즘은 경로탐색 알고리즘 중에서 빠른 속도를 보이는 알고리즘으로서 네비게이션 시스템에 적용되어 그 효과가 인정되고 있다. 최초로 소개된 논문 (Hart *et al.* 1968)에서 허용성(admissibility)과 최적성 (optimality)이 증명되었으며, Dijkstra's algorithm이나 Best-First Search(BFS) 보다도 빠른 탐색 알고리즘으로 알려져 있다. 일반적으로 경로탐색에 흔히 사용하는 Dijkstra 알고리즘은 현재까지 탐색된 비용을 최소화하면서 최단 거리를 산출해가는 데 반해, A* 알고리즘은 현재까지 비용의 최소화와 함께 목표지점까지 거리도 최소화 한다. 이 때, 목표에 얼마나 근접한 것인지를 평가하는데 휴리스틱 함수를 사용한다.

A* 알고리즘은 경로를 탐색하면서 맵 상의 여러 위치들에 해당하는 노드들을 검토하게 된다. 노드들의 검토는 검색을 진행해 나가는 상황을 기록하는 용도로 쓰이며, 또한 향후 검색의 방향을 결정하는 데 쓰인다. 검색되는 노드들은 개별적인 노드들의 위치정보를 저장할 뿐 아니라, 적합도(fitness), 목표(goal), 휴리스틱(heuristic)값을 저장한다. 이 값들의 의미는 다음과 같다.

- 목표(g) : 시작점으로부터 현재위치의 노드까지 오는데 드는 비용을 의미한다. 시작부터 현재위치까지 오는 경로가 여러 개 있을 수 있는데, 그들 중에서 하나의 값을 의미하게 된다.
- 휴리스틱(h) : 현재의 위치에서 목표점까지 가는데 드는 ‘추정된’ 비용을 의미한다. 휴리스틱이란 ‘경험에 기초한 추측’을 말한다. 이것이 추정된 비용인 이유는 최단 경로가 결정된 상황이 아니기 때문에 목표점까지의 실제비용을 아직 알 수 없기 때문이다.
- 적합도(f) : g와 h의 합으로서 현재 노드를 거쳐가는 경로에 대한 비용의 최선의 추측값을 의미한다. f의 값은 전체경로의 비용을 의미하기 때문에 이 값이 낮을수록 최단 경로일 가능성이 높음을 의미한다. 이들의 값을 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

여기에서, g(n)은 시작노드에서 현재노드 n까지의 최단 비용, h(n)은 현재노드 n에서 목표노드까지의 직관적 추

정비용, $f(n)$ 는 시작노드에서 해당 노드를 거쳐 목표노드까지의 최단비용을 의미한다. 앞에서 제시한 f , g , h 의 목적은 해당노드까지의 경로가 얼마나큼 최단경로일 가능성을 가지고 있는지를 평가하기 위한 것이다. $g(n)$ 값은 현재노드까지의 최단비용이므로 정확한 값을 계산할 수 있다. 그러나 $h(n)$ 는 현재노드에서 목표노드까지 최단추정비용으로서 앞으로 얼마나 더 가야 할지 알 수 없으므로 추측이 불가피하다. $h(n)$ 값의 추측이 정확할수록 $f(n)$ 의 값은 실제 최단경로의 값에 가까워지며, 그럴수록 A* 알고리즘에서 불필요한 계산을 줄이면서 목표지점에 도달할 수 있게 된다. 보통 최단거리경로를 구하고자 하는 경우에는 $h(n)$ 으로 지점간의 직선거리를 사용한다. 본 연구에서도 현재 노드에서 목표지점까지의 직선거리를 허리스틱 함수로 사용하였다.

3. 최적경로 탐색시스템의 구현

3.1 Base Map의 제작

시스템 적용을 위한 대상지로서 캠퍼스 건물 중 규모가 크고 복잡도가 높은 건물을 선정하였다. 대상 건물의 건축도면(DXF Format)을 사용하여 Raster 기반의 base map을 제작하는 과정은 그림 3과 같다.

1층부터 7층까지의 대상지를 공간형태의 왜곡을 줄이면서, 공간탐색에 소요되는 시간을 감안하여 셀크기를 250mm로하여 Grid형태로 변환한 결과는 표 1과 같다.

① CAD 도면에서 불필요한 부분 제거(수작업)



② ArcGIS를 사용하여 Shape 파일로 변환



③ ArcGIS를 사용하여 Grid파일형식으로 변환

그림 3. Base Map 제작과정

표 1. Base Map 변환결과

층별	1층	2층	3층	4층	5층	6층	7층
Rows	253	252	252	252	230	228	227
Cols	352	361	349	349	299	285	285
셀크기 (mm)	250	250	250	250	250	250	250
FileSize (KB)	87.0	88.8	85.9	85.9	67.2	63.5	63.2

3.2 최단경로 알고리즘 구성

본 연구의 사례 대상 건물은 다음과 같은 특징을 가진다. i) 건물의 1층과 2층이 모두 건물외부공간과 연결되어 건물의 출입구가 1,2층 모두 8개가 존재한다. 본 시스템에는 인접한 두 개의 출입구를 하나로 통합하여 설정함으로서 모두 6개의 출입구가 존재하는 것으로 설정하여 구현하였다. ii) 건물 내부의 층간 이동경로로 사용되는 엘리베이터 3기와 계단 3-4곳이 위치한다. 시스템에서는 인접한 부분은 통합하여 층간 이동경로에 사용되는 통로 6개 소가 각 층마다 위치하는 것으로 가정하여 시스템을 구현하였다.

구현된 시스템에서 최단경로 알고리즘은 세가지 경우로 나뉘어 사용되었다. 첫 번째는 단일 층에서의 최단경로 검색이며, 두 번째는 서로 다른 층에서 이동하는 경우의 경로 탐색, 세 번째는 건물내부의 특정지점에서 건물의 출입구까지 이동하는 최단경로를 찾는 경우이다.

단일 층에서의 최단경로의 탐색에 사용된 경로탐색 알고리즘은 A* 알고리즘을 단순 적용함으로써 동일 층에서의 두 지점간 최단경로를 산출할 수 있도록 하였다.

서로 다른 층에서의 최단경로 산출과정은 그림 4와 같이 구성하여 적용하였다.

②, ③에 포함되는 연결점은 전체 경로에서 반드시 통과해야 하는 경로점이 되게 된다. 출발점이 있는 층에서의 이동해야 하는 목적지는 층간 이동지점이 되며 도착점이 있는 층에서는 층간 이동지점이 출발점으로 설정되어 각 영역에서 최단경로를 구한 후, 두 영역에서의 경로를 합산한 것 중에서 최단경로를 찾아내게 되는 것이다.

건물출입구까지 이동하는 경우의 최단경로 알고리즘은 그림 5와 같이 구성하여 적용하였다.

① 현재 위치와 목적지를 설정



② 출발 층에 위치한 각 연결점까지의 최단경로 계산



③ 목적지가 있는 층에서 연결점에서 시작하여 목적지까지 최단경로의 계산



④ ②, ③의 과정에서 나온 이동비용 값을 각각 합산



⑤ 합산된 이동비용 중에서 최소값을 찾아서 최단경로 결정

그림 4. 층간 이동시 알고리즘 구성

위에서 사용한 최단경로 탐색방법은 먼저 연결 가능한 모든 지점을 잇는 경로를 모두 계산하여 그 결과값을 서로 비교하여, 그 중에서 최소값을 결정하여 최단경로를 결정하게 된다. 이는 탐색시간의 효율이 떨어지게 되어 최단경로를 결정하는데 다소 많은 시간을 소비하게 된다. 따라서 탐색에 소요되는 시간을 최소화 하는 방법이 필요하게 된다. 검색시간을 최소화하는 방법으로 사용된 탐색 알고리즘은 그림 6과 같다.

이 방식은 최단경로 알고리즘을 사용하여 최단경로를 결정하기에 앞서 각 연결지점까지의 거리와 연결지점에

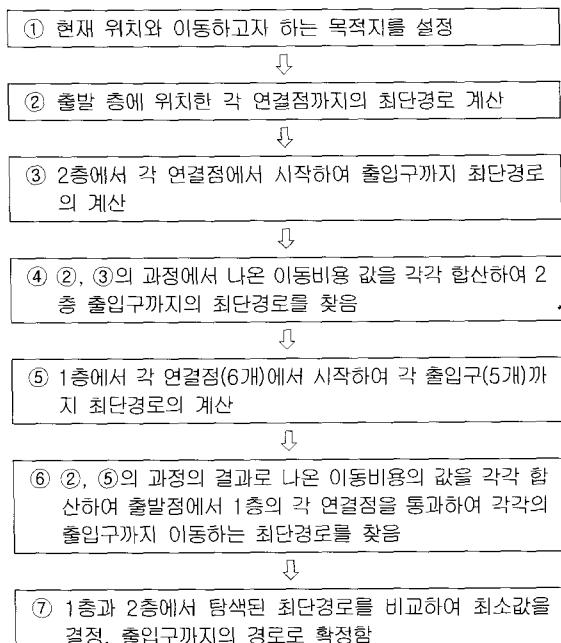


그림 5. 건물 출입구까지 이동시 알고리즘 구성

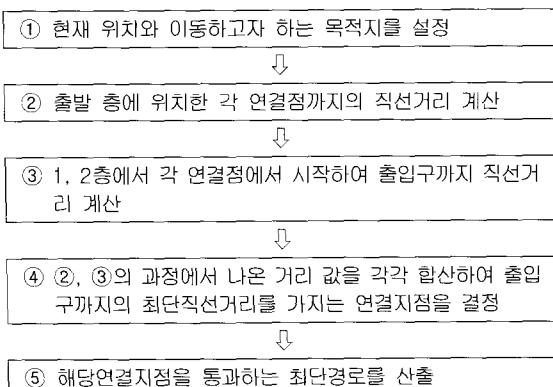


그림 6. 최소탐색시간을 위한 알고리즘 구성

서 출입구까지의 거리를 합하여 그중에서 최소값을 가지는 연결지점과 출입구를 우선적으로 결정하는 방법이다. 이 방법은 최소탐색시간을 보장하는 것이 목적이며, 출입구까지의 최단경로를 보장하지는 않는다. 이 방식은 생사를 다투는 응급상황에 처했을 때, 출입구까지의 경로를 탐색하는 데 소요되는 시간을 최소화하여 대피경로를 결정하기 위해 소요되는 시간을 최소화하기 위한 방법이다.

4. 시스템 테스트 결과

시스템을 구현하고 테스트 하는 경우에 있어 그 결과값은 시스템이 실제로 운영되는 컴퓨터의 CPU, RAM, 운영체제 등의 영향을 받게 된다. 본 시스템은 Intel P4-3.2GHz, 512MB RAM, WindowsXP Professional 운영체제에서 테스트하였다. 시스템의 구현 결과에 대한 분석은 각 탐색 기능별로 탐색에 소요되는 시간에 대한 분석 및 탐색에 사용되는 영역에 대한 분석을 통해 구현된 시스템의 효율성에 대하여 평가하였다. 또한 건물의 출입구까지의 경로를 산출하는데 있어 최단경로검색과 최소탐색시간을 위한 경로탐색을 서로 비교하여 두 방식의 차이를 비교 분석하였다.

4.1 단일층에서 탐색시간 분석

그림 7에서 보는 것과 같이 하나의 층에 출발점과 도착점이 모두 존재하는 경우 표 2에서 나타난 것과 같은 탐색 소요시간을 나타내었다. 무작위의 두 지점간의 경로 탐색을 각 10회씩 수행한 결과 1층에서는 평균 9,705ms(약 9.7초)를 나타내었고 2층에서는 평균 1,277ms(약 1.3

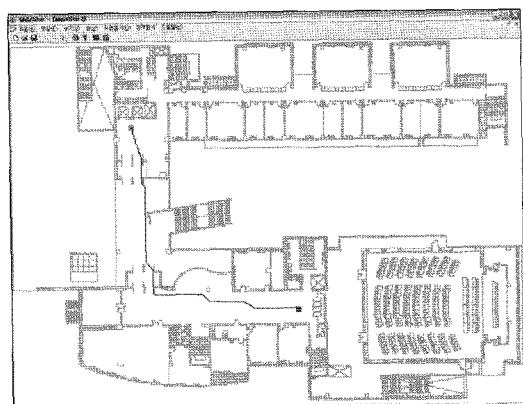


그림 7. 한개 층에서의 최단경로 탐색(2층)

표 2. 한 층에서 최단경로 탐색 소요시간 (단위 : ms)

횟수	1층	2층	3층	4층	5층	6층	7층
1	160	2,734	16	25	7	22	6
2	28,938	90	5	24	25	41	23
3	323	166	10	47	42	45	47
4	1,058	4	41	43	21	42	41
5	105	151	78	16	43	94	106
6	203	1,127	1	2	95	93	46
7	21,741	82	19	24	46	66	9
8	12,119	2,674	7	46	52	51	67
9	31,682	2,775	60	73	52	49	71
10	717	2,963	70	57	97	3	101
합계	96,330	9,805	240	304	388	509	423
평균	9,705	1,277	30.7	35.7	48.0	50.6	51.7

초)를 기록하였다.

4.2 층간 이동시 탐색시간 분석

그림 8은 대상건물 3층 복도의 한 지점에서 출발하여 2층의 출입구 지점으로 이동하고자 할 때 산출된 최단 경로를 표시하고 있다. 본 연구에서는 실험을 단순화시켜 엘리베이터를 이용하는 것과 계단을 이용하는 것에 따른 가중치를 동일하게 부여하였다.

표 2와 표 3의 결과에서 1층과 2층에서의 탐색 소요시간이 다른 층에서의 결과값보다 많이 소요되는 이유는 1층과 2층은 다른 층과 비교하여 상대적으로 넓고 복잡한 지역을 탐색하기 때문에 다른 층들간의 경로 탐색보다 수 배에서 수십 배의 시간이 더 소요되는 것으로 분석되었다.

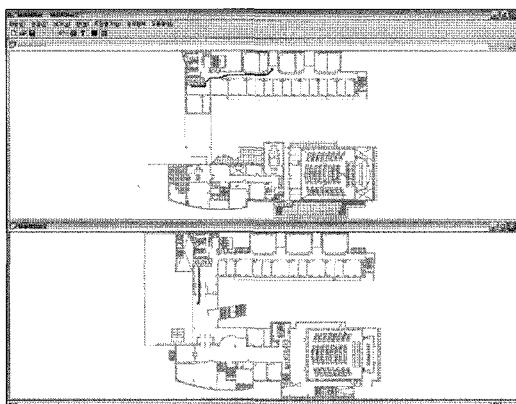


그림 8. 층간 최단경로 탐색결과(3층 → 2층)

표 3. 층간 이동시 최단경로탐색 소요시간 (단위 : ms)

기준	1층	2층	3층	4층	5층	6층	7층
1층	-	67,638	60,574	54,610	70,524	55,896	68,155
2층	44,375	-	6,401	5,939	3,737	5,989	4,689
3층	44,318	3,816	-	588	512	502	583
4층	46,961	6,251	3,225	-	3,301	3,543	3,316
5층	46,229	3,477	3,412	518	-	426	529
6층	43,589	3,656	435	582	430	-	557
7층	43,873	3,558	480	473	468	517	-

4.3 건물출입구까지의 최단경로 탐색

건물내부의 임의의 지점에서 건물의 출입구까지 이동할 때의 최단경로의 검색에서는 최단경로 탐색에 소요되는 시간과 출입구까지의 이동거리를 기준으로 하여 분석하였다. 최단경로 탐색과 최소탐색시간을 위한 탐색방법에는 두 방법을 실험함에 있어 건물내부에 적절하게 분산하여 위치한 5개의 지점을 출발점의 기준으로 하여 각 층에서 5회의 실험을 시행하였다.

표 4에서 보는 바와 같이 건물의 출입구까지 탐색하는데 소요되는 시간은 1층에서의 탐색시간이 가장 짧은 것으로 나타났다. 이는 1층에 출입구가 위치하고 있기에 다른 층으로 이동하는 경우를 고려할 필요 없이 바로 출입구까지의 최단경로를 파악하여 상대적으로 짧은 거리를 갖는 경로를 선택하기 때문인 것으로 판단된다. 2층 이상의 경우에는 모두 비슷한 수준의 비교적 고른 탐색시간을 보여주고 있다. 그러나 탐색에 소요되는 시간이 160,000ms(2분 40초)정도 소요되어 응급사태 발생시 신속하게 대피할 수 있는 경로를 제공할 수 없다는 단점을 가진다.

최소탐색시간 탐색방법을 적용한 실험결과는 표 5와 같이 나타났다. 모든 실험의 결과에서 평균 20ms(0.02초) 미만의 탐색시간이 소요되었으며 이는 응급사태 발생시에 신속하게 이동할 수 있는 경로를 제공해 줌으로써 인명피해를 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다.

최소 탐색시간을 위한 탐색방법에 있어서 중요하게 고려되어야 할 사항은 탐색시간을 최소화하면서 탐색결과로 제공하는 경로가 최단경로임을 보장할 수 있어야 한다는 점이다. 앞에서의 두 실험에서 각 회마다 서로 같은 지점을 출발점의 위치로 지정하여 실험하였다. 따라서 두 실험의 결과값 중에서 거리를 비교하여 봄으로써 최소탐색시간을 위한 탐색방법에 있어서 최단경로 보장여부에 대한 결과를 평가할 수 있다. 두 실험과정에서의 경로 거

표 4. 최단거리탐색에 따른 결과 (단위 : m, ms)

회 수	1층		2층		3층		4층		5층		6층		7층	
	탐색 시간	이동 거리												
1	38,852	18,932	161,457	28,639	158,724	28,492	158,408	28,389	157,275	28,621	157,724	34,621	156,580	28,225
2	20,354	17,717	159,567	24,449	158,705	23,803	159,408	23,303	158,744	23,260	158,391	23,303	157,994	24,010
3	1,320	38,613	160,226	13,811	158,611	20,467	158,825	36,898	158,474	29,441	159,143	32,398	156,862	32,941
4	606	16,467	160,405	16,311	158,249	25,269	158,904	23,855	158,049	24,623	159,301	24,416	153,978	25,019
5	61,402	19,999	159,948	21,113	157,898	16,760	157,426	24,312	158,600	24,666	154,701	24,916	155,287	23,519

표 5. 최소탐색시간에 따른 결과 (단위 : m, ms)

회 수	1층		2층		3층		4층		5층		6층		7층	
	탐색 시간	이동 거리												
1	17	18,932	3	28,639	3	28,492	4	28,389	4	28,621	3	34,621	16	28,225
2	16	17,717	9	24,449	9	23,803	8	23,303	8	23,260	8	23,303	12	24,010
3	38	40,846	6	18,553	7	20,467	13	36,898	10	29,441	11	32,398	11	32,941
4	5	16,467	4	16,311	2	25,269	22	23,855	22	24,623	22	24,416	22	25,019
5	18	19,999	6	21,113	2	16,760	25	32,406	26	32,406	24	32,510	24	32,760

리를 비교한 결과는 표 4 및 표 5와 같이 나타난다. 각 층에서 출입구까지 최단경로를 탐색하여 본 결과 총 35 회의 실험결과 중에서 6회(약 17%)가 차이나는 것으로 나타났다. 경로의 결과 값에 대한 차이는 적게는 2m에서 많게는 8m정도로 나왔다.

응급 대피 상황에서 중요하게 생각할 부분은 최단 시간에 가장 안전한 곳으로 이동하는 것이다. 따라서 대피경로를 탐색하는데 있어 탐색에 소요되는 시간과 최단경로의 보장이라는 두 가지 문제 중에서 탐색소요시간이 보다 중요하며, 최소탐색시간을 위한 경로탐색 방법을 선택하여 대피경로를 선택함에 있어 신속한 결정을 내리고 행동함으로써 생명을 보장받을 수 있는 가능성을 높일 수 있을 것으로 판단할 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 점점 그 활용도가 높아지고 있는 위치정보를 유용하게 활용할 수 있는 하나의 방안으로서 건물내부에서의 개인위치정보의 사용에 주안점을 두었다. 따라서 건물내부에서 사용자의 현재 위치와 원하는 목적지의 위치를 입력하여 해당 목적지까지 가장 빠르고 정확하게 이동하는 것에 도움을 주기 위하여 최단경로를 검색하여 보여

주는 시스템을 구현하여 실제 건물을 대상으로 하여 테스트 하였다.

구현된 시스템에 대한 실험결과, 실험대상 건물 내부의 하나의 층에서 두 지점간 최단 경로를 탐색하는 데 소요되는 시간은 1분 이내로 나왔으며, 층간 이동시에는 1분 20초 이내, 그리고 건물출입구까지 최단경로를 탐색하는 데 소요되는 시간은 3분 이내의 결과값을 보여주었다.

건물출입구까지 최단경로탐색에 소요되는 시간이 3분 정도의 결과값을 나타내어 응급상황에서 사용하기에는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 따라서 응급상황발생시 건물출입구까지 이동경로를 결정하는데 최소탐색시간이 소요되도록 구성하여 실험하였다. 그 결과 0.02초 이내에 경로탐색에 대한 결과값을 도출해 냄으로써 응급상황 발생시 대피경로를 선택하는 의사결정에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 판단하였다.

건물의 구조가 더욱 복잡해지거나 출입구의 개수가 증가하게 되면 그에 따른 처리과정이 증가하게 되어 탐색결과를 도출하는데 소요되는 시간이 보다 증가하게 될 것으로 예상된다. 그러므로 건물을 시공하기 전, 건물설계 단계에서 인적 또는 자연적 재해를 대비한 대피경로를 고려하여 설계하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

향후 실내 포지셔닝 기술이 발전하여 자신의 위치정보

를 확인할 수 있게 된다면 건물내부공간에서 특정 목적지 까지 이동하는데 필요한 경로를 탐색하여 제공하는 최단 경로 안내시스템은 그 효용가치가 보다 높아질 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서 실험한 시스템은 데스크탑 상에서만 동작하는 것이기에 사용자가 쉽게 사용할 수 있는 핸드폰과 같은 모바일기기 등에서도 구동할 수 있도록 한다면 그 가치는 보다 더 높아질 것이라 생각된다.

본 연구에서는 사용자가 원하는 목적지의 위치에 대한 사전지식이 있는 상황에서만 테스트하였으나, 건물내부 공간에 대한 속성정보를 구축하여 이를 공간 위치 정보와 연계하여, 가고자 하는 목적지의 위치를 사용자가 정확하게 알지 못하더라도 공간의 속성 검색을 통하여 원하는 목적지를 찾아내어 그에 따른 경로탐색 결과값을 보여줄 수 있도록 한다면 보다 현실에 적용할 수 있는 시스템이 될 것이다.

참고문헌

- 박민희 (2000), 다목적 최적경로 탐색 알고리즘 개발에 관한 연구, 석사학위논문, 서울시립대학교.
- 오명진 (1997), GIS를 이용한 도로교통의 최적경로 선정에 관한 연구, 한국지형공간정보통신학회 논문집, 제2호, 한국지형공간정보통신학회, pp. 131-144.
- 유환희, 우혜인, 이태수 (2002), GIS기반 최적 경로안내 시스템 개발, 한국지형공간정보학회 논문집, 한국지형공간정보학회, pp. 59-66.
- 장수영 (1998), 단방향 및 양방향 최적경로 알고리즘 성능 비교 연구, 수원대학교 산업기술연구원 논문집, 제13호, 수원대학교 산업기술연구원, pp. 313-320.
- 황보태근 (2002), 최적경로를 보장하는 효율적인 양방향 탐색 알고리즘, 한국멀티미디어학회 논문집, 한국멀티미디어학회.
- Hart, P., N. Nilsson and B. Raphael (1968), A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths, *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics SSC-4*, 2(July): 100-107.

(접수일 2006. 11. 6, 심사일 2006. 11. 13, 심사완료일 2006. 11. 18)