

GIS기반 최적 경로안내 시스템 개발

Development of Optimal Routes Guidance System based on GIS

유환희* · 우해인** · 이태수***
Yoo, Hwan-Hee · Woo, Hae-In · Lee, Tae-Soo

요 旨

산업구조의 급속한 변화로 인해 물류비가 증대되고, 물류체계의 필요성이 절실히 요구되고 있다. 한정된 도로상황에서 날로 심해져가는 교통체증은 물류비의 20%이상을 차지하는 물류배달 비용의 비중을 더 더욱 높이고 있는 현실에서 물류배달을 위한 최단 및 최적경로 탐색 시스템의 요구는 기업뿐 아니라 많은 시간을 차 속에서 허비해야하는 현대인들에게 긴요한 것이다. 이러한 경로탐색을 위한 시스템의 필요로 최단경로 알고리즘을 GIS와 접목시켜 최단경로 탐색을 위한 시스템을 개발하고, 이 시스템에 도시교통 및 도시 가로망의 특성을 고려하여 보다 현실성을 갖춘 최단경로 시스템을 개발하고자 하였다. 또한 향후에 실시될 실시간 교통정보 제공 등의 교통상황의 동적변화를 고려하여, 최신의 교통상황을 경로탐색에 반영할 수 있도록, 경로탐색에서 고려될 경중률 데이터의 동적 갱신을 가능하게 하였다. 이렇게 구축된 시스템을 최종적으로 웹 상에 서비스할 수 있도록 MapObjects IMS를 이용하여 개발하였다.

ABSTRACT

The rapid change of industrial structure causes to increase distribution cost and requires necessity of physical distribution system urgently. Traffic situation is getting extremely worse and traffic jam has led to increasing expense of physical distribution delivery which dominates 20% of distribution cost. In this situation, the shortest and most suitable path search system is required by modern people who must waste a lot of time for moving with a car or on the street as well as many companies. for these reasons, we developed the shortest-path-searching system applying the dijkstra algorithm which is one of the effective shortest path algorithm to GIS, and it was constructed by considering realistic urban traffic and the pattern of street in a physical situation. Also, this system was developed to be updated weight data automatically, considering the dynamic change of traffic situation such as a traffic information service which will be served in real time. Finally, we designed this system to serve on web by using MapObjects IMS.

1. 서 론

급속한 산업화로 인하여 경제의 규모나 교통의 수요는 급격하게 팽창하였으나 사회간접자본의 확충은 그 증가의 추세를 따르지 못하고, 막대한 사회적 비용을 유발하며 효율적인 경제활동을 제한하고 있다.

뿐만 아니라, 국가 기본 인프라 중 하나인 우리의

주소체계는 아직 1910년 일제가 조세징수를 목적으로 한 지번 중심의 주소로서, 그 동안의 도시의 팽창과 각종 개발사업에 의한 토지의 분할과 합병 등으로 지번이 불규칙하게 부여되어 일관성과 연계성이 사라졌으며, 주소로서의 효용을 잃고 길찾기를 위한 시민생활에 불편을 초래할 뿐 아니라, 관광, 물류, 교통 등의 산업구조에서 있어서 물류비용을 증가시키는 요인이

* 경상대학교 건설공학부 도시공학과 교수(공학연구원 책임연구원), (055)751-5321, hhyoo@nongae.gsnu.ac.kr

** (주)한진정보통신 GIS사업부, hiwoo@hist.co.kr

*** 경상대학교 건설공학부 도시공학과 석사과정, daybomb@hanmail.net

되고 있다.

이로 인하여 물류비가 급격하게 증대되었고 물류체계의 필요성이 커지고 있다. 또한 불합리한 현주소체계를 대신할 새로운 주소체계가 대두되고 있으며, 그와 아울러 물류비 절감과 주민생활의 편의를 위해 도시교통 및 도시 가로망의 특성을 고려한 최단 및 최적 물류배달 경로 안내 시스템의 개발이 필요하게 되었다.¹⁾²⁾³⁾

따라서 본 연구는 새주소체계에 기반한 네트워크를 바탕으로 구주소와 새주소를 쉽게 검색할 수 있고, 도시교통 및 도시가로망을 다각적으로 고려하여 방문, 우편배달, 물류, 응급출동을 위한 최적의 경로를 도시해 줄 수 있는 데스크탑 기반의 경로탐색 시스템과, 시민편의를 위한 길찾기 기능과 경로탐색의 기능을 웹상에 제공할 수 있는 인터넷 어플리케이션을 새로운 주소체계의 장점을 살려 개발하는데 그 목적이 있으며, 연구의 진행과정은 그림 1과 같다.

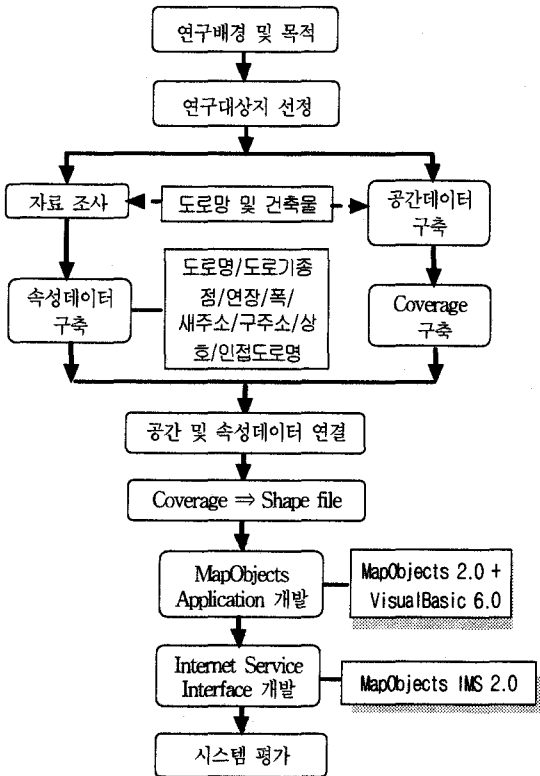


그림 1. 연구 흐름도

2. 새 주소 사업

새주소 사업이란, 토지에 대해 지번이 불규칙하게 부여되어 불편을 주고 있는 현재의 복잡한 주소체계를 선진국과 같이 생활권이 같은 도로에 도로명을 제정하고, 도로에 접한 건물에 별도의 번호를 부여하여 이를 단순하고 규칙적으로 조합한 새로운 주소체계로 바꾸는 사업을 말한다.

정부의 주소체계 불합리 해결방안으로서 도로중심의 건물주소부여 방식인 새주소체계를 제시하였으며, 1996년 도로명 및 건물번호 부여방안을 마련한 이후 서울 강남구, 경기도 안양을 시작으로 경기도 안산시, 충북 청주시, 충남 공주시, 경북 경주시에서 시범사업을 실시하였으며, 서울시, 6대 광역시, 경기도 수원시, 부천시, 성남시, 과천시, 구리시, 충남 금산군, 전북 전주시와 무주군, 경남 창원시, 제주도 제주시, 서귀포시 등의 자치단체가 추진 중에 있다.

새주소제도가 시행되면 주소찾기가 쉬워져 주민생활 불편을 해소할 수 있을 뿐만 아니라 화재, 범죄 등 각종 재난과 사고에도 신속한 대처가 가능하고 주소를 기본으로 하는 각종 시설물관리에도 행정의 효율을 높일 수 있다. 또한 물류비용의 절감으로 인한 국가경쟁력 강화와 우편배달, 상호방문 등 국민생활 편의도, 도시교통정보의 효율적 관리가 가능해진다.³⁾

3. 네트워크 분석

3.1 네트워크 개념

네트워크(network)는 일정한 패턴을 갖춘 선들이 상호 연결되어 망을 이루고 있는 형태로서 이동경로를 나타내는 선들의 집합이다. 일반적으로 하나의 지점에서 다른 지점으로 자원이 이동하는 경우에 사용되는 경로를 정의하는 것으로서 두 지점간의 시간적, 공간적 최단경로를 찾는 등의 공간적인 분석에 이용된다. 이것은 지표상의 형상 중 도면에 연속적인 선형으로 표현할 수 있는 요소를 분석하는데 이용될 수

있다. 도로상의 교통량과 이동속도, 최적노선 등을 분석하거나 상수도 관망이나 가스관에서 앞의 흐름을 모형화 할 수 있으며 경찰서, 소방서, 병원, 쓰레기 매립장, 물류센터 등 공공 시설물의 적절한 배치 등에 사용된다. 따라서 선형요소들의 수치적 표현은 선형요소들이 표현하는 실제적 네트워크 구조를 반영해야 하며, 같은 형태의 자료를 표현하는 선은 교차시를 제외하고는 교차되어서는 안 된다. 또한 분할이 시각적 또는 속성코드의 특성을 반영하지 않거나, 끊어짐이 데이터베이스에 의해 강제적으로 제한되는 경우를 제외한다면, 요소는 끊어지거나 분할되어서는 안 된다.

GIS에서 사용되는 네트워크로는 도로, 철도 등의 교통망이나 상하수도망, 전력선로망, 하천의 흐름 등이 대표적이다. GIS에서의 네트워크는 노드와 링크로 구성되며, 각 링크에 비용(cost)이 부가된 형태이다. 따라서 대상 네트워크의 유형과 조건에 맞는 네트워크 모델을 구축하고 각 링크에 적절한 비용을 부가함으로써 강우로 인한 홍수발생지역과 규모의 예측, 오염원 발생원에 대한 추적, 긴급출동 경로의 탐색, 대중교통, 우편배달, 물류배달, 쓰레기 수집에 이르기까지 다양한 형태의 네트워크 분석이 가능하다.

3.2 네트워크 분석

GIS와 다른 정보시스템의 근본적인 차이는 공간분석 기능에 있다. 공간분석의 기능은 GIS내의 공간 및 속성자료를 이용하여 현실세계에서 발생하는 각종 의문에 대하여 해답을 제시한다. GIS에 있어서 공간분석 기능의 주된 효용은 공간자료의 통합분석에 있다. 이러한 속성과 공간자료의 통합기능은 GIS와 다른 도면자동화를 위한 시스템간의 근본적인 차이점이다.

GIS의 공간분석 기능 중 네트워크 분석은 교통망, 상하수도망, 전력선로, 하천 등의 네트워크를 통해 최적경로의 계산, 네트워크 시스템 부하, 또는 네트워크의 시설물의 최적 위치, 네트워크 상의 확산이동 등 네트워크상의 위치간 관련성을 고려하는 분석기술이다. 이러한 분석에는 최적 경로 분석, 자원할당 분석 등이 있다.⁴⁾

3.3 Dijkstra 알고리즘에 의한 최단경로 탐색

경로탐색은 GIS 네트워크 분석의 대표적인 기능으로 두 지점간의 최단경로 탐색과 많은 점들간의 최적 경로 탐색(TSP: Traveling Salesman Problem) 즉, 1대의 차량이 지정된 여러 지점들을 효율적으로 방문하는 탐색기법이 있다. 경로의 탐색을 위해서는 선분 자료의 각각에 경중률을 부여하고 최적의 경중률을 합산하는 등의 과정을 통하여 최적 및 최단경로를 찾아낸다. 예를 들어 도로망에서 교통량, 공간거리, 시간거리 등의 요소에 경중률을 부여하고 시점과 종점을 택하면 최적 및 최단의 경로가 산출된다.

최단경로의 탐색은 출발점과 도착점의 유형에 따라 단일 출발점 최단경로(single-source shortest path) 문제, 단일 쌍 최단경로문제, 단일 도착점 최단경로 문제, 모든 쌍 최단경로 문제 등이 있다. 단일 출발점 최단경로 문제는 한 출발점에서 다른 모든 정점으로서의 최단경로를 구하는 문제로서 음의 가중치를 갖는 간선이 없다고 가정된 알고리즘이며, 모든 쌍 최단경로 문제는 모든 정점쌍간의 최단경로를 구하는 문제로 경로의 길이가 음인 사이클이 그래프에 존재하지 않는 것으로 가정된 알고리즘이다.⁵⁾⁶⁾

최단경로탐색의 알고리즘으로서 E.F.Moore의 알고리즘이 예로부터 알려지고 있으며, 여러 가지 최단 경로 알고리즘 가운데서 Dijkstra(1959)의 지정된 한 절점으로부터 여러 개의 다른 절점까지의 최단경로 즉, 단일 출발점 최단경로 문제의 해결을 위한 알고리즘이 있으며, Floyd-Warshall (1962)의 여러 개의 절점으로부터 여러 개의 다른 절점까지의 최단경로를 찾는 알고리즘이 있다. 이 중에서 E.W.Dijkstra의 알고리즘이 효율적이라는 사실이 인정되고 있으며, Network 모델을 통한 교통흐름의 연구할 수 있는 GIS 프로그램들 중 ESRI사의 ARC/INFO와 Intergraph사의 MGE 등과 같은 상용 소프트웨어에서 Dijkstra의 알고리즘을 사용하고 있다.

Dijkstra 알고리즘은 출발점을 하나 고정하여 그 출발점과 다른 모든 정점사이의 최단경로를 구하는 단일 출발점 최단경로 문제를 위한 알고리즘으로, 한 출발점에서 다른 모든 정점으로서의 최단경로를 구하는

알고리즘이다. 우선 생각해 볼 수 있는 방법은 출발점으로부터 각 정점까지의 모든 경로를 구하여 이것들 중 가장 작은 것을 취하는 것이다. 하지만 이 방법은 경로에 대한 경우의 수가 조합의 수로 될 수 있어 사용할 수가 없다.

그림 2는 a에서 b에 이르는 최단경로를 Dijkstra 알고리즘을 이용하여 구하는 과정을 도식화한 것이다.

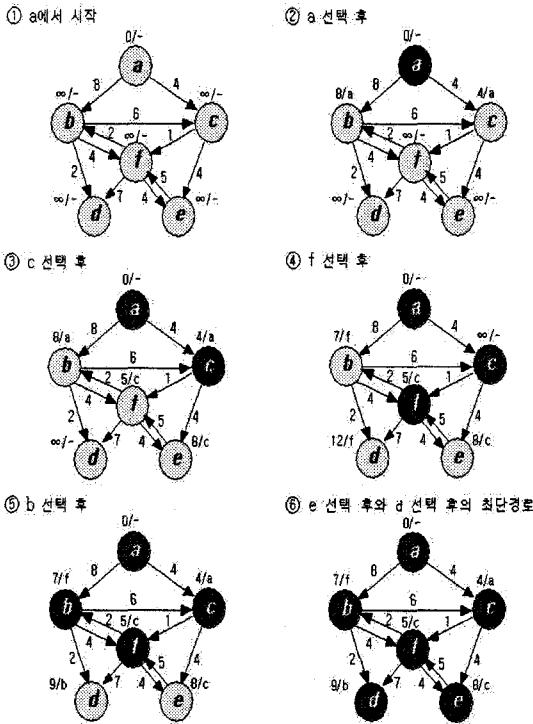


그림 2. Dijkstra 알고리즘을 이용한 최단경로 검색과정

Dijkstra 알고리즘을 이용해 최단경로를 구하는 과정은 먼저, 시작점과 연결된 정점 중 최소값을 가진 정점에 표시를 붙여 확정된 다음 확정된 정점과 연결된 모든 정점의 거리를 구해서 저장해 두고 다음 정점으로 이동한다. 이렇게 모든 정점에 표시가 붙어 확정될 때까지 반복하는 과정을 거치게 된다. 따라서 Dijkstra 알고리즘은 다음 단계의 탐색을 하기에 앞서 연결된 모든 정점에 대하여 먼저 탐색의 과정을 거치는 깊이 우선의 성향을 띤다. 이러한 과정을 거쳐 점 a에서 점 b에 이르는 최단경로는 a와 b를 바로 잇는

경로가 아니라, b, c, f를 거쳐 b에 이르는 경로임을 나타낸다.⁷⁾

4. 물류배달 경로안내 시스템 구축

4.1 데이터베이스 구축

본 연구에서는 구 진주시일대를 대상으로 도로망 데이터베이스를 구축하였으며, 상봉지구를 대상으로 새주소 데이터를 구축하였다.

도로망 데이터는 1/5,000 수치지도에서 구 진주시의 주간선 도로를 대상으로 도로중심선 레이어를 추출하여 도로망에 대한 공간데이터를 구축하였으며, 도로명, 도로기점, 도로종점, 도로연장, 도로폭, 도로통행속도를 속성데이터로 구축하였다. 새주소 데이터는 1/5,000 수치지도에서 진주시 상봉동 일대의 건물 레이어를 추출하고, 이를 정위치 편집 및 구조화 편집의 과정을 거쳐 공간데이터를 구축하였으며, 새주소, 구주소, 상호, 건물번호, 인접도로명을 그 속성데이터로 구축하였다.

4.2 시스템의 개발

4.2.1 구현환경 및 시스템 구성

본 연구에서는 Windows NT Server 4.0을 기반으로 시스템을 구축하였으며, 웹 서버로 MIIIS(Microsoft Internet Information Server 4.0)을 사용하였다. 또한 데스크탑 시스템은 MapObjects 2.0과 Visual Basic 6.0을 사용하여 개발하였고, 인터넷 상의 서비스를 위해서 MapObjects IMS 2.0을 사용하였다. 시스템의 구성은 그림 3과 같다.⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾

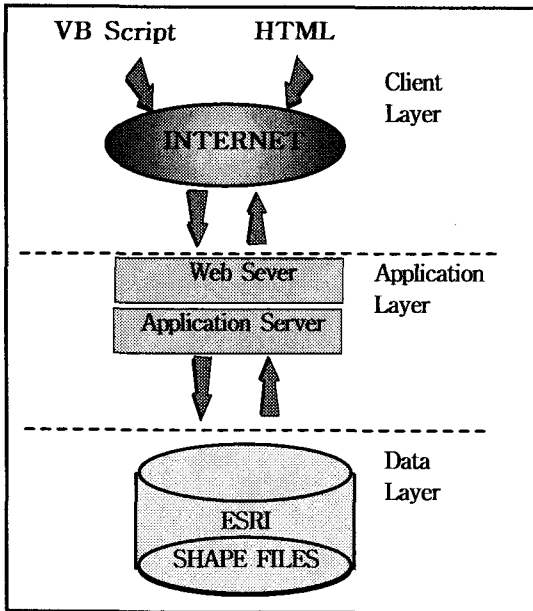


그림 3. 시스템 구성도

4.2.2 시스템의 자료처리

본 시스템의 자료처리는 크게 입력, 공간분석, 정보 표시, 웹 서비스의 과정으로 구성되며, 교통정보와 구/신주소의 입력과정을 거쳐, 최단거리 경로와 경중를 최단경로를 공간분석하게 되고, 공간분석 및 속성검색을 통한 자료들이 맵과 텍스트의 형태로 표시되어지며, 이러한 정보들을 웹 상에 나타내는 절차를 거치게 된다. 그림 4는 본 시스템의 자료처리 과정을 도식화한 것이다.

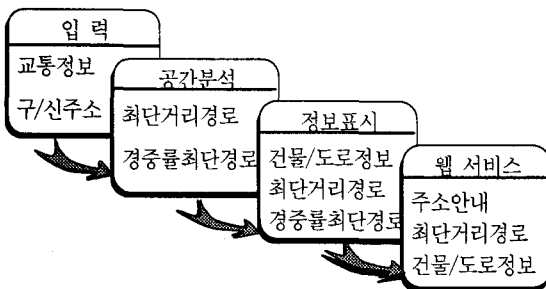


그림 4. 시스템 자료처리 과정

4.2.3 구현된 기능분석

본 연구를 통한 새주소 및 물류배달 경로안내 시스템은 크게 File Import 기능, 정보표시 및 검색기능, 최단경로 연산기능, 웹 서비스 등의 네 가지 기능으로 구성되었다.

파일 불러오기 기능은 시스템의 기본 데이터인 도로망데이터 및 건축물 레이어와 최단경로 탐색에 있어서의 경중를 데이터로 사용되는 도로통행속도 파일을 불러오는 기능이며, 정보표시 및 검색기능은 새주소를 통한 구주소의 검색, 구주소를 통한 새주소의 검색, 건물 및 도로정보의 표시와 속성정보를 통한 지도 정보 및 세부속성정보의 검색 그리고, 도로인접 건물의 표시기능으로 이루어져 있다. 최단경로 연산기능은 최단거리 경로, 최소교차로 최단경로, 최소시간 최단경로를 탐색하는 기능으로 구성되어 있다.

본 시스템의 인터페이스는 그림 5와 같이 각 기능들을 메뉴 형태로 정리한 메뉴바와 이러한 기능들을 쉽게 쓸 수 있도록 정리한 툴바, 공간정보/위치정보를 표시하는 맵창과 속성정보를 표시하는 속성창으로 구성되어 있다.

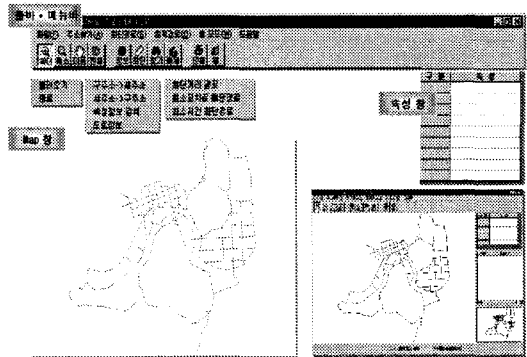


그림 5. 물류배달 경로안내시스템의 인터페이스

그림 6은 시스템의 정보표시 및 검색 기능 중의 하나인 새주소-구주소 검색의 기능을 통해 맵창과 속성창을 통해 건물의 위치정보와 그 속성정보를 확인하는 과정을 나타낸 그림이다.

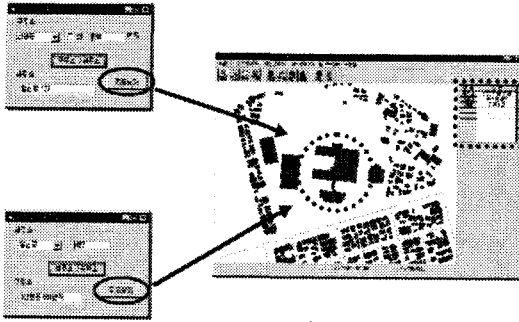


그림 6. 새주소-구주소 검색 및 속성정보 제공 기능

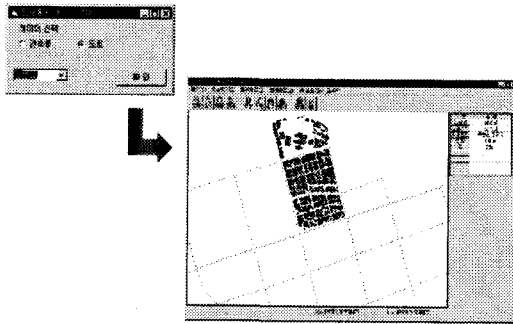


그림 7. 도로정보 검색

그림 7은 도로의 위치정보 및 속성정보를 확인하는 과정을 보여주며, 그림 8은 건물 및 도로에 대하여 미리 알고 있는 속성정보로부터 그 위치정보 및 세부속성정보를 검색하는 과정을 보여준다.

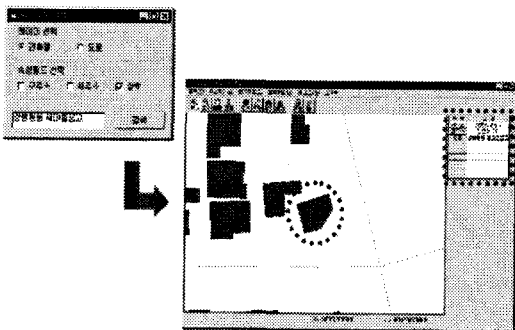


그림 8. 속성정보를 이용한 검색

최단경로 검색을 위해 본 연구에서는 Dijkstra 알고리즘을 Visual Basic 6.0을 이용하여 구현한 후 Map object 2.0 OCX (OLE custom control)를 Import하여 최단경로 탐색용 MapObjects Application을 개발하였다. Dijkstra알고리즘에 대한 의사프로그램에 대한 내용을 그림 9에 표시하였다.

```

procedure dijkstra;
var U,V; 정점 집합;
begin
  V:=공집합;
  U:=모든 정점으로 구성된 집합;
  vertex[출발점].distance = 0;
  for x:=출발점 이외의 모든 정점 do
    vertex[x].distance:=∞;
  while U가 공집합이 아니다 do
    begin
      p:=U 중에서 필드 distance값이 가장 적은 정점;
      p를 U에서 제외해서 V에 추가 한다.;
      for p를 시작점으로 하는 각 변 do
        begin
          x:=변의 상대편 정점;
          if x가 U에 속한다 then
            vertex[x].distance:=min(vertex[x].
            distance, vertex[x].distance+경중률);
        end;
      end;
    end;
end;

```

그림 9. Dijkstra 알고리즘

최단경로 연산 기능은 도로망 레이어의 "Length Field"에 나타난 도로연장을 토대로 한 최단거리 경로의 검색기능과 경중률의 동적갱신을 통하여 도로통행 속도를 이용한 최소시간 최단경로 및 최소교차로 최단경로의 검색기능 및 특정로 배제 최단경로의 검색기능으로 이루어져 있으며, 그림 10에서 그림 13은 각각 최단거리 경로의 탐색의 결과, 최소교차로 최단경

로의 탐색결과, 최소시간 최단경로 탐색결과 및 특정
로 배제 최단경로 탐색결과를 보여주고 있다.

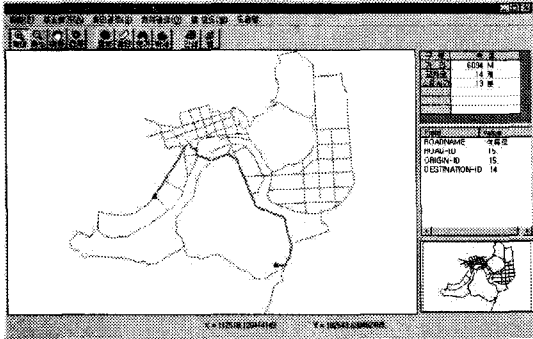


그림 10. 최단거리 경로검색

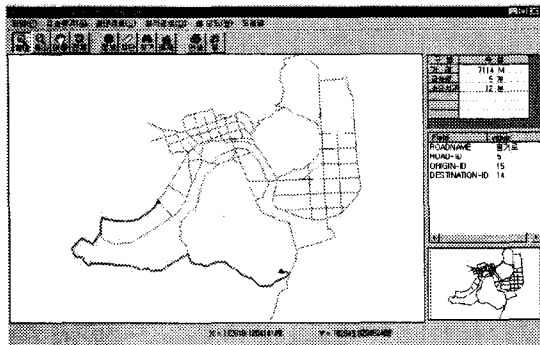


그림 11. 최소교차로에 의한
최단경로 검색

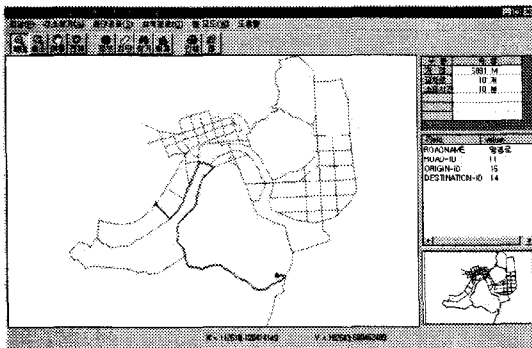


그림 12. 최소시간에 의한
최단경로 검색

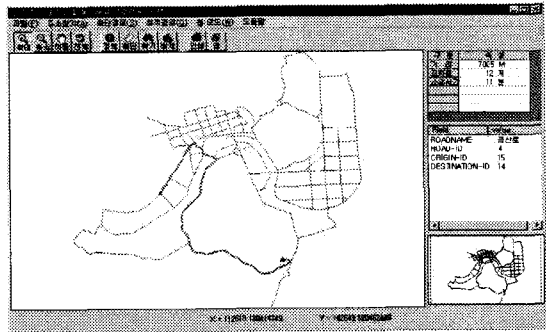


그림 13. 특정경로를 배제한
최단경로 검색

웹 서비스 기능은 새주소안내 및 최단경로 검색기
능을 웹 상에 서비스하는 기능으로 데스크탑에서의
기능들을 단순화하여 인터넷상에 제공하는 기능이며,
그림 14는 MapObjects IMS2.0을 이용하여 개발한 웹
서비스용 인터페이스를 보여주고 있다.

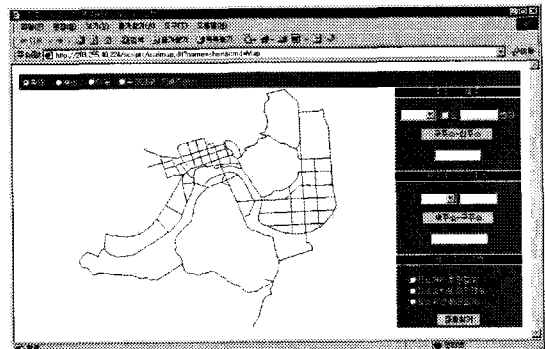


그림 14. 인터넷 서비스 인터페이스

5. 결 론

본 연구에서는 새주소 체계를 기반으로 도시가로
망과 도시교통의 특성을 고려한 새주소 및 물류배달
경로안내 시스템을 MapObjects 2.0과 Visual Basic
6.0으로 개발하고, 이를 MapObjects IMS 2.0을 이용
하여 인터넷 상에 제공할 수 있는 시스템을 구축함으

로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, Dijkstra 알고리즘을 실제 도시가로망에 적용하여 공간정보 및 속성정보를 연결한 물류배달 경로 안내시스템을 개발함으로써, 최적의 물류배달 및 시민편의를 제공하기 위한 최단경로탐색방법을 제시할 수 있었다.

둘째, 최단경로탐색을 위한 기능과 공간정보 검색의 기능을 웹 상에 서비스할 수 있도록 설계함으로써, 시스템의 궁극적 수혜자인 시민이나 운전자들이 인터넷이나 PDA를 이용하여 최단경로 및 위치정보를 확인할 수 있도록 하였다.

셋째, 향후 교통정보가 실시간적으로 제공될 경우 시간대별로 변화하는 교통량을 고려한 최적경로 탐색 시스템을 개발하는데 효과적으로 응용될 수 있을 것으로 생각된다.

6. 이신준, GIS 네트워크 상에서의 효율적인 경로탐색 알고리즘, 연세대학교 석사학위논문, 1999.
7. 김철언, 알고리즘, 홍릉과학출판사, 2000.
8. ESRI, Building Applications with MapObjects, ESRI, 1996.
9. ESRI, MapObjects Internet Map Server, ESRI, 1998.
10. ESRI, Programming MapObjects with Visual Basic, ESRI, 1999.
11. Johnny Marshal, Developing Internet-Based GIS Applications, Proceeding of the 2000 ESRI Conference, 2000.

(2002년 2월 2일 원고접수)

참 고 문 헌

1. 남상우, "우편경로 최적화 시스템 모델 설계 및 구현", 한국정보처리학회 논문집, 제3권, 제6호, 1996, pp. 1483-1492.
2. 이정아, GIS를 이용한 우편배달경로시스템 개발에 관한 연구, 전남대학교 석사학위논문, 1999.
3. 강영옥 외, "인터넷 GIS를 이용한 새주소 관리 및 안내시스템 개발", The Journal of GIS Association of Korea, Vol. 6, 1998, pp. 47-63.
4. 유환희, 우해인, 이태수, 정주권, "새주소 체계기반 물류배달 경로안내 시스템구축", 한국측량학회 국제세미나 및 추계학술 발표회 논문집, 2001, pp. 133-137.
5. 박형근, GIS를 이용한 道路交通容量에 따른 最適經路 選定, 강원대학교 석사학위논문, 1997.