

방향성을 고려한 우편 경로 최적화 시스템의 최단 경로 생성 알고리즘 연구

남 상 우[†] · 박 문 성[†]

요 약

지리 정보 시스템(Geographic Information System; GIS)은 컴퓨터 능력의 향상으로 제한된 분야에서 일반적 인 분야의 업무에 확대 적용되고 있다. 우편 종합 정보 서비스의 일환으로 개발된 우편 경로 최적화 시스템 (PROS; Postal Route Optimization System)은 우편 배달의 경로를 빠른 시간에 제공할 수 있도록 최단 경로 생 성기, 등거리 생성기, 경로 재배치 생성기, 생성기들의 기반이 되는 GIS 엔진, 도로 지도 그리고 관련 데이터베 이스 등으로 구성하였다. 본 논문은 경로 최적화 시스템 모델에 적용할 최단 경로 생성 알고리즘(SPAWD; Shortest Path Algorithm With Direction)에 대한 것으로 기존의 최단 경로 생성 방법과 달리 시작점과 도착점간 의 도로들에 대하여 방향성을 부여하여, 최종 목적지를 빠른 시간에 결정하여 주는 알고리즘을 제시하였다. 또 한 기존에 발표된 최단 경로 생성 알고리즘에 대하여 비교 및 분석하고, 추후 연구 방향을 제시하였다.

A Study on the Shortest Path Algorithm With Direction of the Postal Route Optimization System

SangWoo Nam[†] · MoonSung Park[†]

ABSTRACT

Geographic Information System(GIS) is being apply to extended from specified application to general purpose due to the improvement of computing power. As one part of Postal Integrated Information Services, Postal Route Optimization System(PROS) is composed of the shortest path generator for providing fast and shortest route of postal delivery, the isochronal area generator, the boundary relocation generator, GIS engine, road map, and relational database, etc. This paper is related to creation algorithm of the shortest path generation (SPAWD; Shortest Path Algorithm With Direction) from PROS model. To differ from the existing shortest path generating methods, this paper suggests SPAWD algorithm for searching destinations of fast time between start and destination points with direction. It compares and analyzes the new algorithm with existing algorithms, and suggests directions of future studies.

1. 서 론

컴퓨터 기술은 고속 프로세서, 다양한 응용 프로그램 들 그리고 초고속 통신망 등의 기술적인 발전을 통 하여 사용자에게 유용한 정보의 서비스를 제공하게 되었다. 정보 통신 분야의 컴퓨터 이용 기술은 이전 의 단순한 문자 정보에 처리에서 그래픽, 화상 그리

[†] 정 회 원: 한국전자통신연구원

-논문접수: 1996년 9월 6일, 심사완료: 1996년 12월 2일

고 음성 등을 이용한 멀티미디어 기술로 전환되는 단계에 있고, 단순한 도구들에 의존하였던 사용자 인터페이스도 WYSIWIS(What You See I What I See)의 개념을 기반으로 그래픽 사용자 인터페이스를 제공하고 있으며, 사용자 인터페이스 관련 기술은 다양한 도구와 결합하여 사용자에게 정보가 잘 전달될 수 있는 형태로 발전하고 있다. 정보화 시대에 맞추어 우정 업무에서도 정보처리 기반 기술 분야의 신기술을 도입하고, 자동화 및 정보화를 추진하여 우체국의 업무의 효율적인 처리와 높은 신뢰성을 추구하고 있다. 즉, 우편 업무의 주요 부분인 우편물 수집과 배달을 빨리할 수 있도록 관련 정보가 제공되어야 할 필요성이 제기되고 있는 것이다. 우편 수집 배달 분야에서는 기존 경험에 의해 설정하였던 배달 경로들에 대한 경로 분석과 재설정이 필요하고, 계속적으로 변화하는 지형 정보와 주소 정보에 대한 효율적인 관리가 요구되며, 우편물 배달 환경에 따른 구역 재설정을 결정하는 의사결정 시스템 등이 필요하게 되었다. 본 논문의 내용은 우편물 배달 경로의 정보 제공을 위한 목적으로 지리 정보 시스템(Geographic Information System; GIS)에 적용할 우편 경로를 빠르게 추적하기 위해 필요한 최단 경로 생성 기술에 대한 연구이다[1, 5].

본 논문에서는 GIS을 이용한 우편 경로 최적화 시스템(Postal Route Optimization System; PROS)의 모델과 이 시스템에서 사용한 최단 경로 생성 알고리즘(Shortest Path Algorithm With Direction; SPAWD)의 추출에 방법을 제시하고자 한다. 또한 SPAWD의 적용 시스템인 PROS 모듈의 기능을 보이고, SPAWD에 대한 분석 및 PROS에 적용할 SPAWD을 제시하였다. 본 논문의 2장에서는 도시 지역 우편 배달과 관련한 PROS의 구조의 설계와 구현에 대하여 다루었으며, 3장에서는 기존의 최단 경로 알고리즘을 비교하여 분석하였고, 4장에서는 방향성을 가지는 SPAWD의 추출에 대하여 논의하였다. 5장에서는 본 논문에서 제시한 SPAWD와 기존 알고리즘과의 성능을 비교, 분석하였으며, 6장에서는 PROS의 연구 결과에 대한 분석과 향후 발전 방향에 대하여 기술하였다.

2. PROS의 설계 및 구현

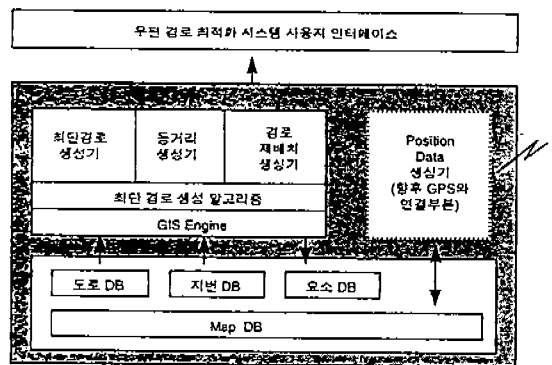
2.1 PROS의 요구 사항

SPAWD을 적용할 시스템은 우편 배달 업무와 관련한 PROS로써, 우편 배달의 목적에 필요한 최단 경로를 제공하기 위하여 시작 지점과 목적 지점간의 최단 경로를 빠른 시간 내에 제공되어야 한다. 또한, 등거리 및 등 시간대의 범위 영역을 추출하여 기존 경로에 대한 분석과 주변 환경을 고려한 최단 경로를 재배치할 수 있어야 한다. 이러한 요구 사항을 기반으로 SPAWD를 적용할 수 있는 PROS의 모델을 제시하였다[2, 6, 7, 8].

본 논문에서 제시하는 PROS 모델에 대한 전체 조건으로는 도시 지역 적용을 원칙으로 하며, 이 원칙은 도로 번지에 따른 경로가 일정하게 되어 있고, 또한 도로에 인접되지 않는 지역을 적용할 필요가 없으므로 배달 방법이 단순해 질 수 있다. 이러한 경로들은 도보 뿐만 아니라 자동차를 이용하는 분야에도 적용될 수 있다.

2.2 PROS의 기능 모델

PROS의 기능 모델은 최단 경로 생성기(Shortest Path Generator; SPG), 등거리 생성기(Isochronal Area Generator; IAG) 그리고 경로 재배치 생성기(Path Re-arrangement Generator; PRG)와 이 생성기들의 기반이 되는 GIS 엔진과 도로 지도 그리고 관련 데이터베이스로 구성하였다.



(그림 1) 우편 경로 최적화 시스템 구조

(Fig. 1) Architecture of PROS

2.2.1 최단 경로 생성기

- 임의의 두 지점 사이를 자동 추적 연결과 자동

거리 계산 기능을 수행한다.

- 임의의 두 지점에 대한 거리 시뮬레이션과 최단 경로 생성의 기능을 수행한다.

2.2.2 등거리 생성기

- 시간 요소에 의한 등 시간대의 거리 범위 생성과 거리 요소에 의한 등 거리대의 범위를 생성하는 기능을 수행한다.

2.2.3 경로 재배치 생성

- 임의 영역 내의 경로 배치의 기능을 수행한다.
- 요소(우편량, 도로 상황 그리고 사용 빈도 등)와 도로망에 의한 경로 재배치의 기능을 수행한다.
- 도로 네트워크에 대한 최단 경로 탐색 기법을 적용하여 계산하는 기능을 수행한다.

2.3 PROS의 구현

PROS의 구현은 1) 윈도 환경하의 그래픽 사용자 인터페이스(Graphic User Interface; GUI)를 이용하도록 하고, 2) GIS 개발 도구를 이용하며, 3) 필요시 상용 데이터베이스나 유틸리티들을 이용하여, 파일 시스템에 적용하는 단계로 구성하였으며, GIS 내에서의 매핑 계층(Mapping Layer; ML)의 구조는 1) 다각형(polygon) 및 호(arc)를 이용하는 기본 벡터 지도 계층(Vectored Map Layer; VML), 2) 주요 건물, 시설물 그리고 관련 정보를 갖고 있는 심볼 지도 계층(Symbol Map Layer; SML), 3) 주소 정보와 도로 정보를 연계하고, 지리 정보 데이터베이스와 연계되는 도로 지도 계층(Road Map Layer; RML)으로 구성하였다.

PROS에 적용된 소프트웨어는 지형 정보를 처리하는 멀티미디어 데이터베이스와 지도에 대한 처리, 좌표 값 추출 및 거리 값 계산을 위하여 GIS의 엔진과 본 알고리즘을 구현한 SPAWD 모듈, PROS 그리고 GUI로 구성하였다.

3. 최단 경로 알고리즘 분석

최단 경로 생성 및 경로 최적화 분야에서는 GIS 사용이 보편화 됨에 따라, 매우 활성화되고 있는 분야로서, 최단 경로 생성은 Dijkstra의 알고리즘을 기본으

로 하여 많은 보완 알고리즘이 개발되고 있다. 최단 경로 생성 알고리즘의 기본 알고리즘으로 Dijkstra의 알고리즘과 Kruskal's 알고리즘에 대해 3.1과 3.2 절에서 소개하고자 한다.

3.1 최소 비용 신장 트리 알고리즘

최소 비용 신장 트리 알고리즘(minimum cost spanning tree)은 방향성이 없는 그래프 상에서의 최소 비용 신장 트리를 찾는 하나의 방법으로 Kruskal과 Prim의 해 제시되었다. Kruskal 방법의 정의는 "A collection of edges connecting all the vertices such that the sum of the weights of the edges is at least as small as the sum of the weights of any other collection of edges connecting all the vertices"이며, <표 1>과 같다.

<표 1> Kruskal's 알고리즘
<Table 1> Kruskal's algorithm

- Input:
 - ♣ An undirected graph with n edges G
(≒ 그래프의 엣지는 두 지점을 연결하는 도로 망이라 칭하고, 정점을 지점이라 가정한다.)
 - ♣ weight w
(≒ 시간, 인력 등의 여러 가지 가중치로 가정할 수 있다.)
- Output:
 - ♣ A minimum spanning tree A
- Notation
 - A: Minimum Cost Spanning Tree
 - G: Graph with n edges
- MST-KRUSKAL(G, w)
 - $A = \phi$
 - for each vertex $v \in V[G]$
 - do MAKE_SET(v)
 - sort the edges of E by non-decreasing weight w
 - for each edge $(u, v) \in E$,
 - in order by nondecreasing weight
 - do if FIND_SET(u) ≠ FIND_SET(v)
 - then $A \leftarrow A \cup \{(u, v)\}$
 - UNION (u, v)
 - return A

3.2 최단 경로 알고리즘

기존의 최단 경로 생성 알고리즘은 방향성 고려없이 엣지의 가중치에 의해 최단 거리를 생성하는 알고리즘이 대부분이다. 이 방법은 Dijkstra에 의해 제시

되었다. Dijkstra의 정의는 "A path from one vertex v to another w such that the sum of the weights on the path is as small as possible"이며, <표 2>와 같다.

<표 2> Dijkstra's 알고리즘
<Table 2> Dijkstra's algorithm

```

• Input: vertex v
the cost of the adjacent matrix COST
the distance DIST
the number of vertex n
• Output: the Shortest path S
• Notation:
S = the shortest path
DIST(V) = the cost of the current shortest path
Vo → V
COST(i, j) = the weight of the edge(i, j)
• Dijkstra's shortest path(v, COST, DIST, n)
for i ← 1 to n do
    S(i) ← 0; DIST(i) ← COST(v, i)
end
S(v) ← 1; DIST(v) ← 0; num ← 2
while num < n do
    choose u: DIST(u) = min {DIST(w)}
    S(u) ← 1; num ← num + 1
    for all w with S(w) = 0 do
        DIST(w) ← min {DIST(w), DIST(u) + COST(u, w)}
    end (for loop)
end (for while loop)
    
```

4. 최단 경로 알고리즘 생성

최단 경로를 기본으로 PROS는 2장에서 제시한 바와 같이 크게 3가지 모듈로 구성되는데, 최단 경로 생성기, 등거리 생성기 그리고 경로 재배치 생성기로 이루어져 있다. PROS 모델에서 최단 경로 생성기는 두 지점 사이의 최단 거리를 생성하는 기능을 하는 모듈로서 빠른 시간에 정확한 최단 거리를 생성하는 것이 필요하다. 등거리 생성기는 한 지점에서 같은 범위 이내의 거리들에 대한 위치를 추출하는 것으로 정확한 경로 산정하며, 경로 재배치 생성기는 기존의 경로를 재배치하고, 새로이 형성되는 지점에 대한 경로를 생성하는 모듈로서 최단 경로와 Travelling Saleman 알고리즘과 같이 방문 순서 등을 필요로 한다. 본 절에

서는 PROS의 가장 중요한 기능을 수행하기 위하여 최단 경로를 빠른 시간에 생성될 수 있도록 하는 SPAWD를 설계와 구현을 한 것이다.

4.1 SPAWD의 설계

최단 경로 생성기들은 두 지점 사이의 최단 경로를 찾고자 하는 기능의 구현이 주요 목표로서 빠른 최단 경로 생성 알고리즘이 필요하다. SPAWD의 설계는 GIS의 노드와 엣지 개념을 이용하여, 도로를 구성하는 poly-line 객체를 생성하고, 도로에 이용된 poly-line 객체가 가지고 있는 각종 속성 자료를 중간 파일로 생성하여, 중간 파일에 저장된 자료를 이용하여 최단 경로를 생성하도록 하였다. 즉, SPAWD는 엣지로 구성된 도로 지도 계층으로부터 시점과 도착 지점을 기준으로 하는 방향성을 갖고, 시작 점에서의 각 엣지의 값으로부터 <표 3>과 같은 동작 흐름에 의해 추출되도록 설계하였다.

<표 3> SPAWD의 동작 흐름 설계
<Table 3> Design of information flow for SPAWD

```

• Input: Starting point, Ending point
• Output: Shortest path
1) 출발 지점 좌표를 구해 그 좌표와 가장 근접된 노드 좌표를 갖는 체인 레코드를 선택한다. 이 때 근접된 좌표를 갖는 레코드와 동일한 Id를 갖는 레코드가 선택된다.
2) 도착 지점 좌표를 구해 가장 근접한 노드 좌표를 갖는 체인 레코드를 선택하여, 그 좌표 값을 취한다.
3) 1)에서 선택된 전 레코드에 대하여 선택된 노드의 출발 지점 좌표와 같거나 가장 근접된 좌표를 찾기 위하여 노드의 시작 지점 좌표와 도착 지점 좌표를 비교하여 직선 거리로 가장 짧은 값의 노드 좌표를 갖는 도로 Id와 각 노드 좌표를 구한다.
4) 선택된 노드에서 연결된 체인 레코드들을 선택하여 3)을 반복한다.
5) 더 이상 링크되는 체인 레코드가 없거나 반복되는 경우에는 이전의 가장 최단 거리 값을 갖는 후보 체인 레코드를 선택하여 처리한다.
6) 도착 지점과 연결된 체인 레코드를 만났을 때 까지 1)부터 5)까지를 반복한다.
    
```

위와 같은 순서로 최단 경로를 생성하였으며, <표 5>는 설계한 최단 경로 생성 방법을 최소 신장 트리 알고리즘에의 적용을 보인 것이다.

〈표 4〉 최소 신장 트리 알고리즘

〈Table 4〉 Algorithm of minimum cost spanning tree

```

1){초기화 작업}
x가 임의의 정점이라 할 때
VT={x};
ET=;
stack=FALSE;
2){주요 루프:x는 트리로 가져오고 가장자리와 후보
간선을 갱신한다. 다음 정점과 간선을 추가한다.}
while VT V and not stack do
3){몇몇 후보 간선을 대체한다.}
for {x에 인접한 각 가장자리 정점이 존재하는가}
do if W(xy)<W(y에 발생되는 후보 간선은)
then xy는 y에 대해 후보 간선으로서 e를 대체한다.
end(if)
end(for)
4){새로운 가장자리 정점과 후보 간선들을 발견한다.}
for {x에 인접한 보이지 않는 정점 y가 있는가}
do y는 가장자리 정점이 되고 xy는 후보 간선이다.
end(for)
5){다음 간선을 선택할 준비}
if (후보 간선이 있는가) then
stack:=TRUE;
else
6){다음 간선을 선택}
최소 가중치를 갖는 후보 간선E를 발견 x:=e에 일어나
는 가장자리 정점 트리에 x와 e를 추가한다. {x와 e는 가
장자리 후보 간선이 더 이상은 안된다.}
end(if)
end(while)
    
```

4.2 SPAWD의 구현

최단거리 문제란 주어진 네트워크상의 두 점을 잇는 최소 거리 경로를 구하는 문제이다. Dijkstra 알고리즘은 최단 경로를 구하기 위해 최소한 2차원 네트워크상의 두 점을 지름으로 하는 영역에 대한 탐사를 수행함으로써 두 점의 거리가 멀어질 수록 그 탐사에 비례하며 점 밀도에 비례하는 수행 속도를 가지게 된다.

본 연구에서 적용하고자 하는 우편 경로는 일반적으로 네트워크의 특성이 매우 높은 점 밀도를 가지며 출발점과 목적지와의 거리가 매우 긴 경우가 발생할 수 있는 특징이 있다. Dijkstra 알고리즘은 최단 거리를 구하기 위하여 점을 선택하는 방법이 단순히 경로 거리를 기준으로 하여 일 차원적인 방법을 사용하였다. 그러나 본 연구에서 제시하는 알고리즘은 점을 선택할 때의 진행 방향이 목적 지점을 향하게 함으로

써 가능한 비교 횟수를 줄이고, 계산 속도를 빠르게 한 특징이 있다. 이는 GIS의 좌표 기능을 이용하기 때문에 가능한 것이다. 〈표 5〉은 PROS시스템에 적용한 SPAWD를 표현한 것이다.

〈표 5〉 SPAWD 알고리즘

〈Table 5〉 SPAWD algorithm

```

/* N is the number of node */
printf("graph is not connected!");
return(0) /* M is max length */
/* a is two dimensional matrix which represents node con-
nection and weight */
/* v is one dimensional matrix which represents distance of
each node from start node */
for(k=1;k<=N;k++){
leng[k]=M;
leng2[k]=DISTANCE(end, k);
/* End와 k간의 최단 직선거리 */
v[k]=0;}
leng[start]=0;
for(j=1;j<=N;k++){
min=M;
for(k=1;k<=N;k++){
if(v[k]=0 &&
(leng[k]+leng2[k])<min){
p=k;
min=leng[k]+leng2[k];}
}
v[p]=1;
if(min==M){}
for(k=1;k<=N;k++){
if((leng[p]+a[p][k])<leng[k])
leng[k]=leng[p]+a[p][k];}
}
for(j=1;j<=N;j++){
printf("%d→%d:%d\n", start, j, leng[j]);
    
```

5. SPAWD의 성능 평가

본 논문에서 제안한 알고리즘인 SPAWD과 최단 경로 생성의 가장 기본이 되는 Dijkstra 알고리즘을 비교하였다.

5.1 성능 평가 기준

SPAWD와 Dijkstra 알고리즘을 비교를 위한 대상

을 선정하기 위하여 우선 Dijkstra 알고리즘의 특성에 적합한 기준치를 산정하였다.

Dijkstra 알고리즘의 특징은 시작점에서 도착 지점까지의 최단 경로 생성을 위해 시작점을 중심으로 원의 크기를 확장하면서 노드를 검색하므로 시작점의 위치는 한 영역의 중앙에 위치 시키는 것이 바람직하다. 또한 도착 지점의 위치는 중앙에 위치한 정점을 기준으로 한 원안에 포함되어야 한다. 그러나, SPAWD는 방향성이 있고, 시작점을 중심으로 역 방향으로 찾는 영역이 적으므로 위와 같은 조건에는 영향이 거의 없다.

본 논문에서는 20×20인 영역에서 중앙 점을 시작점으로 하여 수직, 수평 그리고 사선의 영역에 도착 지점이 있다고 가정하고, 기본 도면의 일관성을 유지하기 위하여 도면 생성 프로그램을 사용하여, 무작위 선택 방식에 의해 기본 도면을 구성하였으며, 이 도면을 적용하여 각 알고리즘을 프로그래밍하여 시작점과 도착 지점과의 최단 경로 생성에 있어서 검색되어진 노드들의 수를 비교하였다.

검색된 노드의 수는 최단 경로를 생성하는데 걸리는 시간과 일치되기 때문이다.

5.2 SPAWD의 성능 분석

두 알고리즘을 비교하기 위한 비교 기준에 의해 프로그래밍을 하였으며, 기준 도면의 내용은 (그림 2)와 같으며, Dijkstra 알고리즘과 SPAWD 방법에 의하여 시작점에서 도착 지점까지의 사선 영역에서 검색된 예는 (그림 3)과 (그림 4)와 같다.

두 Dijkstra 알고리즘과 SPAWD를 비교하기 위한 방법으로 앞 절에서 선정된 시작점에서 수직 관계는 (그림 5), 수평 관계는 (그림 6)과 같으며, 사선 A, B의 관계는 (그림 7), (그림 8)과 같다. 두 알고리즘의 성능 평가에 있어서 Dijkstra 알고리즘은 시작점을 정점으로 하는 기울기의 크기가 시작점에서 멀어질수록 급경사로 되고, SPAWD의 경우에는 급경사가 아닌 완만하게 증가됨을 보였다. (그림 5)에서 (그림 8)까지 반원 영역의 값이 두 알고리즘의 비교 대상 영역이 된다. 즉, 시작 점과 도착 지점간의 거리가 증가하면 두 알고리즘의 성능은 많은 차이가 남을 알 수 있다.

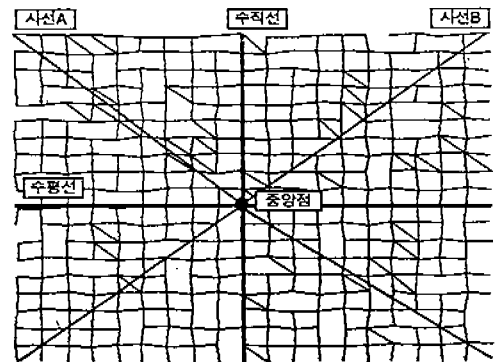
수평/수직과 사선과의 비교는 수평/수직과 사선과는 검색 노드 수의 개수만 차이가 있고 시작점을 기

준으로 도착 지점이 멀어질 경우는 앞에서 비교한 두 알고리즘의 기울기가 거의 유사함을 알 수 있었다. 즉, 본 논문에서 제시한 SPAWD의 성능이 시작점에서 도착 지점이 멀어지면 멀어질 수록 최단 경로를 생성하기 위하여 검색한 노드의 수가 적으므로 Dijkstra 알고리즘보다 매우 우수함을 알 수 있다.

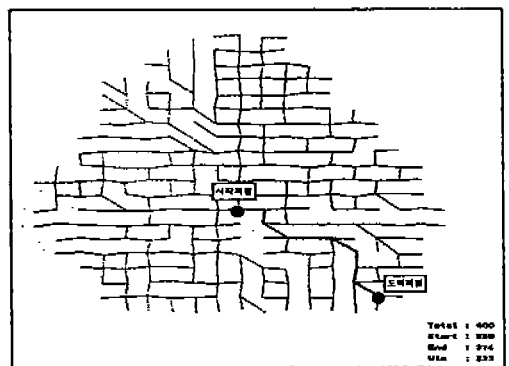
이 알고리즘의 특징은 두 노드 사이의 거리가 멀어 지더라도 탐색 시간은 거리에 비례한다는 점이다. 즉, Dijkstra 알고리즘의 적용 시간은

$$T = \alpha(N^2) \quad \alpha : \text{Chains connected on Node}$$

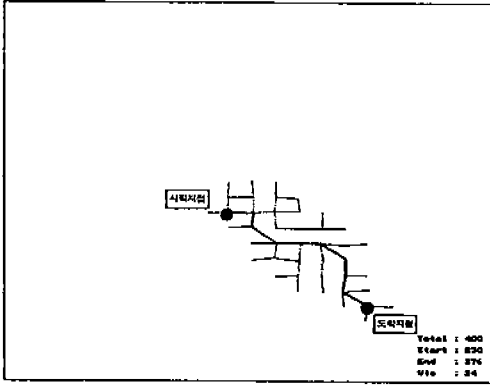
N: Average Nodes between Start and End Nodes.



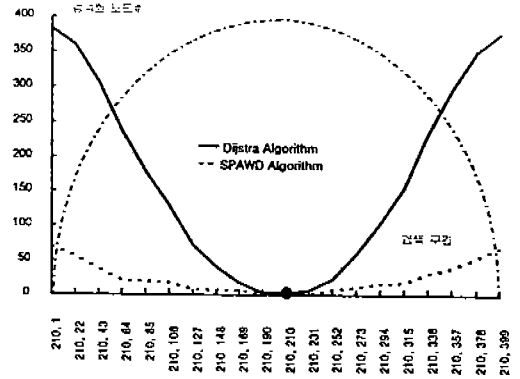
(그림 2) 비교를 위한 기본 도면
(Fig. 2) Basic map for comparison



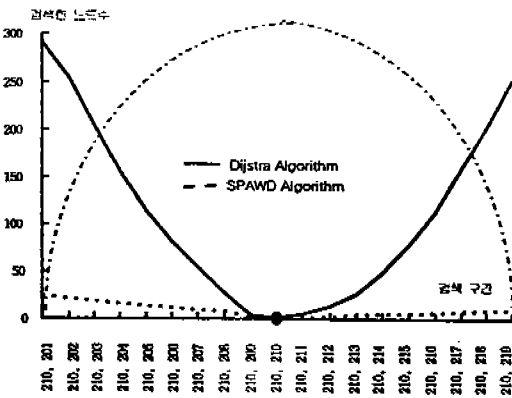
(그림 3) Dijkstra 알고리즘 검색
(Fig. 3) Searching with dijkstra algorithm



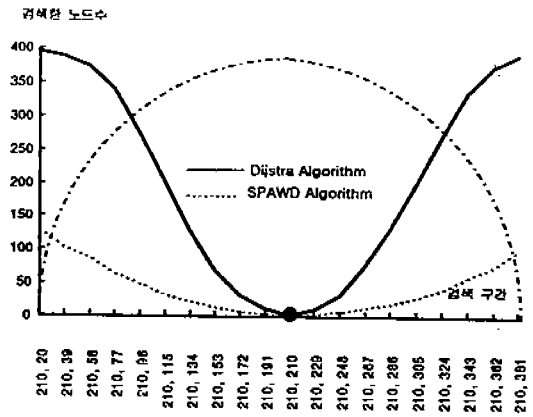
(그림 4) SPAWD 검색
(Fig. 4) Searching with SPAWD



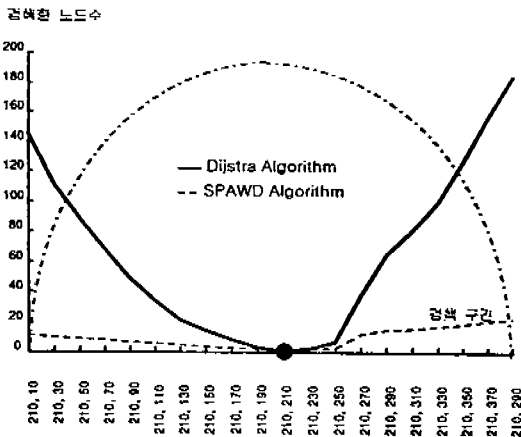
(그림 7) 시작점에서의 사선 A 구간
(Fig. 7) An oblique line A from start node



(그림 5) 시작점에서 수평 구간 검색
(Fig. 5) Horizontal searching from start node



(그림 8) 시작점에서의 사선 B 구간
(Fig. 8) An oblique line B from start node



(그림 6) 시작점에서 수직 구간 검색
(Fig. 6) Vertical searching from start node

와 같이 거리가 멀어질수록 탐색 시간이 길어 지는데 비하여, 본 알고리즘의 탐색 시간은

$$T = \alpha(N) \quad \alpha : \text{Chains connected on Node}$$

N : Average Nodes between Start and End Nodes.

와 같이 표현된다.

이 SPAWD 알고리즘은 시작 지점과 도착 지점의 구간이 정해져 있고, 방향이 정해져 있으므로 무한 루프가 발생되지 않도록 설계되어 있다. 예를 들어 막다른 골목길의 경우에는 더 이상 링크되는 체인 레코드가 없거나 반복되는 경우로서, 이전의 가장 최단 거리 값을 갖는 후보 체인 레코드를 선택하여 처리하

게 되므로 항상 최단 경로를 찾을 수 있다. 또한, 이 SPAWD 알고리즘은 앞에서 임의의 구간별로 비교한 바와 같이 Dijkstra 알고리즘에 비하여 최단 경로의 추적이 매우 우수한 특성을 가지고 있음을 알 수 있었다.

6. 결 론

최단 경로 생성 알고리즘은 적은 계산에 의한 빠른 탐색을 요구한다. 이를 위하여는 보다 빠른 탐색 알고리즘의 생성이나 데이터 구조에 의한 데이터베이스의 개선 등이 요구되고 있다. 최단 경로를 적용하는 응용 시스템도 다양하게 발전할 것이며, 그래픽 등의 대량 데이터가 전국에서 공유하기 위해서는 안정되고 신뢰성 있는 고속 통신이 요구된다. 또한 경로 최적화 시스템은 교통, 기후, 시간대별 도로 분석 등과 관련하여 세부 경로 최적화에 대한 부분이 계속적으로 이루어져 향후 온라인 실시간 프로세스가 가능한 시스템으로 발전해야 할 계획을 갖고 있다. GPS(Global Positioning System)와 연계를 통하여 자동 운항 시스템 및 자동차 도로 정보 시스템 등으로 발전하면 매우 우수한 경로 탐색 알고리즘의 제시가 될 것이다. 이러한 지리 정보 시스템과 결합된 응용 시스템은 국가 주도의 디지털 맵 작성과 표준 아이콘 개발 등의 표준화에 대한 연계 문제가 계속적으로 병행 연구되어야 할 것이며 타 멀티미디어 정보 시스템과 결합 문제도 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] J.Star and J.Estes, "Geographic Information System an Introduction," pp.14-31, pp.126-142, Prentice-Hall Inc., 1992.
 [2] P.E.Landry, "Geopostal Applications at Canada Post Corporation," Advanced Technology Conference Vol.2, pp.969-980, 1992. 11. 30.
 [3] T.H.Cormen, C.E.Leiserson and R.L.Rivest, "Introduction to ALGORITHMS," pp.463-630, pp.964-986, The MIT Press, 1992.
 [4] D.W.Schindler, "Use of geographic information system and global positioning system technology

in moose census and habitat evaluation," Symposium on GIS Vol.2, pp.787-798, 1994.

- [5] H.D.Parker, "A Prospective retrospective on GIS", Symposium on GIS Vol.1, pp.49-50, 1994.
 [6] 남상우, "지리정보시스템을 이용한 배달 경로정보 시스템 설계 및 구현," 정보처리응용학회 멀티미디어시스템연구회 초고속 학술대회 논문집, pp.148-152, 1994. 12. 16.
 [7] 이승룡 외 2인, "대도시 멀티미디어 교통 정보 안내 시스템 지원을 위한 실시간 Knowledge-Based 최적 경로 탐색 시스템", 정보처리응용학회 멀티미디어시스템연구회 초고속 학술대회 논문집, 144-147, 1994. 12. 16.
 [8] 남상우, 우동진 "우편 경로 최적화 시스템 모델 설계에 관한 연구," 한국정보처리학회 추계학술발표 논문집, pp.168-173, 1995. 10. 14.



남 상 우

1979년 2월 고려대학교 물리학과 졸업(학사)
 1986년 2월 연세대학교 산업대학원 전자계산 전공(공학석사)
 1979년~1980년 국제상사 종합 조정실

1981년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원(정보처리기사)

관심분야: 소프트웨어 공학, 데이터베이스, 네트워크, GIS



박 문 성

1993년 숭실대학교 대학원 전자공학(석사)
 1983년~현재 한국전자통신연구원, 정보공학연구실(연구원)

관심분야: 디렉토리 서비스, 객체지향 시스템, CSCW 그룹통신