

모바일 환경에서 효율적인 약도 표현 방법

소용욱[†] · 이기정 · Murlikrishna Viswanathan · 황보택근 · 양영규
경원대학교 소프트웨어대학

Efficient Sketch Map Representation in Mobile Environment

Yong-Uk So[†], Ki-Jung Lee, Murlikrishna Viswanathan,
Taeg-Keun Whangbo, and Young-Kyu Yang

College of Software, Kyungwon University

Abstract : In the mobile phone map service there are some restrictions of resolutions and process in terminals. So providing a sketch map is very efficient. This simplifies the map data and increases the understanding of the user. This sketched map marks the starting point and ending point. Then simplifies the surroundings like important roads or building so the user can find his/her way easily.

First of all this sketch map service needs a method to simplify the route between starting point and ending point and the surroundings. After that it needs to make the simplified data into a sketch map and suitable to the terminal's resolution. To solve these problems this paper proposes a new method to manifest a sketch map efficiently through a mobile phone.

The method, introduced in this paper, is surveyed to have a higher efficiency in data usage compared to the current services available in the market. And also it is examined to have a clear vision in process and easily understandable.

Key Words : Map Generalization, Simplification, Route Map, Mobile, Sketch Map.

요약 : 휴대폰의 지도서비스는 단말기의 해상도와 프로세스의 제약으로 인하여 데이터를 간략화하면서 사용자의 이해도를 높일 수 있는 약도의 제공이 보다 효율적일 수 있다. 약도는 출발지와 목적지의 경로를 중심으로, 주변의 중요한 도로나 지형지물 등을 단순화하여 사용자가 이해하기 쉽게 표현된 형태이다.

약도 서비스를 위해서는 우선 출발지와 목적지의 경로 및 그 주변 도로를 선택하여 약도식으로 간략화하는 방법이 필요하며, 단말기의 해상도에 적합하게 주변 지형지물을 간략화 된 도로와 함께 약도화하여 표현하는 방법이 필요하다. 이에 본 논문에서는 휴대폰에서 지도를 효율적으로 표현하기 위하여, 지도 일반화 개념을 이용한 약도화 방법을 제안하였다. 제안하는 약도 표현 방법은 현재 상업적으로 서비스되고 있는 지도 서비스와 비교하여 도로를 구성하는 노드의 수가 감소하고, 중요한 지형지물의 선택 등을 수행하여 데이터 효율성이 우수하고, 경로의 명시성과 이해도가 높은 것으로 조사되었다.

1. 서론

최근 휴대폰 기술의 발전과 함께 무선 이동통신의 빠른 성장을 기반으로 모바일 콘텐츠의 다양성이 증가하고 있다. 그 중 지도 서비스는 휴대폰의 이동성이라는 특성 때문에 앞으로 성장의 잠재력이 높은 서비스로 대두되고 있고 여러 회사들이 이를 상용화하고 있다. 그러나, 휴대폰 기술이 빠르게 발전하고 있음에도 불구하고 아직은 기존 유선 서비스처럼 대용량의 데이터 처리와 적절한 디스플레이를 하지 못하는 한계를 가지고 있다. 기존 유선 서비스에서 사용되던 공간 데이터베이스를 수정 없이 사용하기에는 휴대폰 대역의 제한으로 인하여 통신비용이 높아지고 휴대폰의 작은 화면에 데이터를 표현하기 불가능하다. 또한, 공간 데이터베이스를 휴대폰 환경에 맞게 재구축하는 것 또한 비용이 많이 드는 단점이 있다. 따라서, 휴대폰 환경에서 지도서비스를 하기 위해서는 표현할 데이터의 양을 줄이면서 사용자의 이해도를 높이는 방법이 필요하다. 기존 휴대폰 환경에서의 지도 표현 방법은 사용자가 요구하는 지역을 중심으로 간략화 하여 표현 하거나 (김미란, 최진오, 2002), 경로 서비스의 경우 휴대폰의 제약 사항 때문에 회전 방향의 정보나 거리만을 표시하였다(Drive.Nate.com). 경로를 나타내주는 서비스의 경우에는 작은 화면에 너무 많은 정보를 표현 하려 하다 보니 경로의 명시성이 떨어지는 문제점이 있다(Phone-Navi.com).

본 논문에서는 사용자가 요구하는 경로를 표현하면서 경로 인근의 지도를 약도화하여 표현하는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 데이터의 양을 줄이기 위해서 관공서, 은행, 지하철 역등 사용자의 인지도가 높은 데이터를 중요 데이터로 선택하여 정렬하고, 중요도가 높은 데이터를 우선 표시한다. 데이터의 양을 줄이기 위한 또 다른 방법은 선택된 도로에 대해 간략화 과정을 수행하여 데이터의 양을 줄이는 방법과 심벌을 사용하여 데이터를 표현함으로써 데이터의 표현 양을 줄이는 것이다. 지도의 이해도를 높이기 위해서는 다음과 같은 방법을 사용한다. 첫째, 사용자에게 원 도로의 방향성과 형태를 유지한 전체 경로를 보여줌으로써 사용자의 진행방향에 대한 이해도를 높이는 방법과 둘째, 경로 주변의 주요

지형지물을 단말기의 해상도에 적합하게 표현하는 방법을 사용한다.

본 논문의 2장에서는 지도를 간략화하는 기존의 지도 일반화 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 휴대폰에서 효율적으로 약도를 표현하는 방법을 제안하며, 4장에서는 기존 방법과의 비교를 통해 알고리즘의 성능 평가를 나타낸다. 마지막으로, 5장에서 결론 및 향후 연구과제에 대하여 살펴본다.

2. 관련 연구

유무선 환경에서 지도를 표현하기 위해서는 공간 데이터베이스에서 각각의 서비스 목적에 맞게 지도 데이터를 표현하는 방법이 필요하고, 이를 지도 일반화 과정이라 한다.

지도 일반화는 상세한 데이터를 축척이나 목적에 따라 간략화 하는 기법으로 동일한 정보라 하더라도 서비스 목적이나 축척에 따라 객체의 크기나 표현 방법이 달라지며 객체의 선택 기준이 달라진다(Melih Basaraner, 2002; W. Yang and C. Gold,). 일반화는 주로 축척에 따른 지도 표현을 위하여 사용되어 왔으며, 이전에는 래스터(raster) 데이터를 기반으로 많은 연구가 진행되어 왔다(J.C Muller *et al.*, 1995; W. Peng, 1996). 현재는 대부분의 지도 데이터들이 벡터형태로 이루어져 있고 대부분의 연구 또한 벡터기반으로 연구가 진행되고 있다. 지도 일반화 연산자는 선택, 단순화, 집단화, 이동, 심벌화등이 있으며, 일반화 개념들은 지도 시스템이나 각 연구에 따라 정의가 다소 다르고 그 종류도 차이가 있다(ESRI, 1996; Anne Ruas, 1998).

지금까지 무선 환경에서의 지도 일반화 연구는 주로 PDA에서 경로 탐색, 위치 검색 등으로 연구되었고 상용서비스도 제공되고 있다. PDA 환경은 휴대폰 환경에 비해 비교적 큰 화면과 빠른 연산 처리가 가능하고, PDA 메모리에 지도 데이터를 저장하여 사용한다. 기존 PDA에서 경로를 간략화 한 방법으로 LineDrive시스템이 연구되었다(M. Agrawala and C. Stolte, 2000; M. Agrawala and C. Stolte, 2001). LineDrive 시스템은 경로를 사용자가 보다 쉽게 인지할 수 있도록 경로를 회

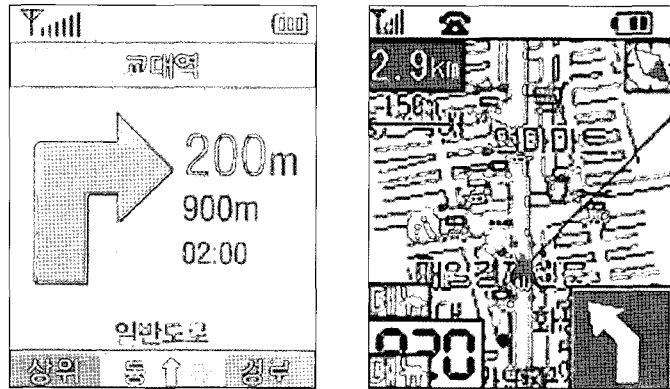


Fig. 1. Examples of Commercial Services: (a) example of NateDrive; (b) example of Phone-Navi.

전점, 교차점, 커브길 같이 경로의 전체 방향에 영향을 주는 정보들을 강조하여 표현하였다. 그러나, LineDrive 시스템은 경로를 중심으로 간략화를 수행함으로써, 경로를 인식하는데 필요한 주요 도로나 중요 지형지물에 대한 연구는 진행되지 않았다. 또한, PDA 디스플레이 환경에서 구현되어 휴대폰의 환경에서 지도 데이터를 표현하는데 어려운 문제점이 있다.

휴대폰 환경의 경우 지도 데이터를 저장할 메모리를 탑재하고 있지 못하고, 화면의 크기나 연산 처리 등의 제약 사항을 가지고 있다. 또한, 지도데이터의 전송을 위하여 서버와 통신을 하여야 하는데, 이 때 대용량의 데이터를 보내거나 고품질의 전송 속도를 보장할 수 없고 데이터 전송 시 통신비용의 부담도 커지게 된다. 휴대폰의 제약 사항으로 인하여 휴대폰 환경에서의 지도 표현 방법은 서버에서 일반화 과정을 수행한 후 지도 데이터를 휴대폰 단말기로 전송하여 표현하는 방법을 사용한다.

Fig. 1(a)는 현재 휴대폰 환경에서 경로 서비스를 제공하고 있는 (주)SK Telecom의 NateDrive 시스템이며, 사용자가 요구하는 경로에 대해 간략화하여 보여주는 서비스이다. NateDrive 시스템은 검색된 경로에 대해 그림 1(a)와 같이 회전 정보 위주로 간략화 하여 보여주는 시스템이다. Fig. 1(a)의 상단에는 목적지 정보가 표시되고 중단에는 회전 방향, 남은거리, 시간 등이 표시되며 하단에는 현재 경로에 대한 도로 정보와 방위 표시 등이 나타나 있다. NateDrive는 회전 방향 위주로 표현이 되어 짧은 구간이나 잘 알려진 도로에서는 효과

적이나 복잡한 구간이나 경로가 긴 경우 사용자가 경로를 이해하기 힘든 단점이 있다. Phone-Navi시스템은 (주)링크웨어에서 상용화한 시스템으로 경로를 지도 형식으로 보여주는 서비스이다. Fig. 1(b)와 같이 진행경로를 나타내고 함께 현재 위치, 방위 표시, 지도 축척, 방향 전환까지 남은 거리 등을 제공하는 서비스이다. Phone-Navi는 진행경로를 나타내고, 비도로정보에 대해 심벌화를 수행하여 경로 표현을 하였으나, 휴대폰의 작은 화면에 많은 정보를 표시하여 지도의 복잡성을 증가시켜 지도를 이해하기 어려운 단점이 있다.

본 논문에서는 사용자의 출발지와 목적지를 입력받아 사용자가 요구하는 경로를 탐색하고, 탐색된 경로와 함께 경로 주변의 지도를 약도화하여 표현하는 방법을 사용한다.

3. 휴대폰에서의 약도 표현 방법

휴대폰에서 약도를 표현하기 위해서는 휴대폰 단말기 해상도에 적합하게 진행 경로, 주요 도로와 그리고 주변의 중요 지형지물을 표시하는 방법이 필요하다. 그러나, 휴대폰의 낮은 연산 처리등의 제약 사항으로 인하여 약도화 과정을 휴대폰에서 수행하기는 불가능하다. 따라서, 본 논문에서는 사용자가 시작지와 목적지를 입력하면 서버로 전송한 후, 서버에서 약도화 과정을 수행 후 데이터를 휴대폰으로 전송하는 방법을 사용한다. 또

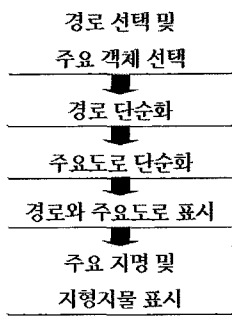


Fig. 2. Flowchart of processing.

한, 휴대폰의 단말기 크기의 제약으로 인하여 기존 유선 환경의 지도 표현 방법이나, PDA 방법과는 다른 지도 표현 방법을 사용하여야 한다. 휴대폰 단말기 해상도에 적합하게 데이터를 표현하는 방법은 다음과 같다.

첫째, 진행 경로를 구성하는 데이터의 수를 원 경로의 방향성과 형태를 유지하면서 축소

둘째, 약도의 이해도를 높이는 주요도로, 중요 지형지물을 선택 후 간략화하여 표현

셋째, 경로와 주요도로의 단순화과정 수행 후, 발생할 수 있는 중요 지형지물과의 위치 오차 문제점을 해결

본 논문에서는 효율적인 약도 표현을 위해 경로와 주요도로, 그리고 건물 정보를 동시에 고려한 약도 표현을 하였으며 Fig. 2는 시스템 흐름도를 나타낸다.

우선 출발지와 목적지의 경로를 선택하고 선택된 경로 주변의 주요도로와 중요 지형지물들을 선택한다(황보택근, 2002). 주요 도로의 선택기준은 사용자들에게 잘 알려진 고속도로, 간선도로 등의 차선이 넓고 최대 속도가 빠른 도로를 선택하였으며, 중요 지형지물은 사용자가 쉽게 알 수 있는 은행, 관공서, 지하철역등을 선택한다. 그리고, 선택된 도로에 대하여 휴대폰 단말기에 효과적으로 표현될 수 있도록 단순화 과정을 수행한다. 도로 단순화 방법은 경로를 인식하는데 중요한 부분인, 회전이 발생하는 점을 유지하기 위해 회전점을 단위로 하여 단순화를 수행한다. 그리고, 도로 단순화 후 발생하는 도로와 도로 주변의 주요 지형지물간의 위치 오차를 보정하였다.

Table 1. Symbolization example.

| 객 체 | 심 별 |
|-------|---------------|
| 시 작 지 | S |
| 목 적 지 | T |
| 회전정보 | ↻(우회전) ↺(좌회전) |
| 건 물 | ⊞ |
| 지하철역 | ⊞ |

1) 주요 객체 선택과 심벌화

지도 데이터내의 모든 객체를 휴대폰 단말기에 표현하기 어렵고, 모두 표현을 할 경우 지도의 명시성이 떨어지기 때문에 지도의 이해도를 높이기 위하여 검색이 요구된 영역 안에서 중요도가 높은 객체들을 우선적으로 선택한다. 본 논문에서 중요도가 높은 객체는 진행 경로, 주요 도로, 중요 지형지물 등으로 정의되며, 사용하는 자신이 진행하는 경로를 전체적으로 살펴봄으로써 진행 경로에 대한 이해를 높일 수 있고 주요 건물과 중요 지형지물은 이정표의 역할을 하는 객체이다. 교차로 주변이나 회전이 발생하는 지점 주변의 주요 건물 혹은 많이 알려져 있는 건물들을 주요객체로 선택함으로써 사용자가 좀 더 쉽게 이해할 수 있으며, 주요 도로 - 고속도로, 간선도로 등 - 을 이용하여 현재 진행하는 경로의 이해도를 높일 수 있다.

심벌화는 지도 데이터의 각 객체의 형태가 다양하기 때문에, 각 객체에 대한 표현을 정의하여 객체의 속성에 따라 해당하는 객체 심벌을 사용하여 표현하는 부분이다. 선택된 데이터들은 휴대폰 단말기 해상도에 적합하게 심벌로 표현함으로써 간략화할 수 있다. Table 1은 시작지,목적지, 회전정보, 지형지물등의 객체에 대한 심벌의 정의를 나타낸다.

2) 도로 단순화

도로 단순화는 휴대폰 연산량 감소를 위하여 필요하며, 사용자의 약도 이해도를 높이기 위해 도로의 초기 형태가 변하지 않게 하여야 한다. 때문에, 도로를 구성하는 점들의 초기 형태를 유지하면서 불필요한 데이터들을 제거하여야 한다.

휴대폰의 작은 화면에서 사용자의 진행 경로에 대한 이해도를 높이기 위해서 먼저 출발지에서 목적지까지의

진행 경로를 보여 준다. 출발지와 목적지의 위치와 방향을 이해하고 시작함으로써 진행 경로에 대한 이해를 증대시킬 수 있으나 도로의 방향성과 형태, 복잡성에 대한 고려가 수반되어야 한다. 데이터의 양을 줄이면서 도로의 방향성과 형태에 대한 훼손이 발생하면 사용자의 이해도는 저하되므로 데이터의 양을 줄이면서 도로의 방향성과 형태는 가능한 유지되어야 한다. 또한, 작은 화면에서 복잡한 형태의 데이터가 생성되지 않도록 복잡성을 줄이는 과정이 필요하다.

본 논문에서의 단순화는 검색된 영역안의 진행 경로, 주요도로 등에 대하여 수행되며 도로 정보와 건물 정보를 동시에 고려하여 표현을 하였다. 진행 경로와 주요 도로를 원래 도로의 방향성과 형태를 유지하면서 표현하기 위해서 DP알고리즘 (Douglas, D. H. and Peucker, 1973; John Hershberger and Jack Snoeyink, 1992)과 스플라인(Spline) 곡선을 혼용하여 사용하였다(Richard H. Bartels *et al.* 1987). DP 알고리즘은 선을 구성하는 점의 개수를 줄임으로써, 직선에 가까운 라인을 만들거나 굴곡이 많은 라인을 보다 매끄럽게 표현하는 방법이다. 스플라인 곡선을 이용하는 경우는 도로에 회전점이 없고 길이가 긴 곡선처럼 생긴 도로를 단순화 할 경우, 회전점의 표현이 잘못 되는 경우에 사용한다.

주요 도로는 사용자가 약도를 보다 쉽게 인지할 수 있게 사용되며, 진행 경로와 일관성을 유지할 수 있도록 고려되어야 한다. 주요 도로와 진행 경로가 만나는 경우와 만나지 않는 경우에 서로 다르게 적용될 수 있으며, 만나지 않음에도 불구하고 단순화후 만나는 경우에 대한 처리도 필요하다.

(1) 진행 경로 단순화

진행 경로의 표현에서 가장 중요한 것은 도로의 방향성과 형태를 유지하는 것이다. DP 알고리즘을 회전점에 대한 고려없이, 단순히 사용자로부터 입력받은 출발지를 시작점으로 하고 목적지를 끝점으로 하여 DP 단순화를 하였을 경우 다음의 문제점을 갖게 된다. 첫째, 도로의 형태가 원 경로에 비해 많이 변형되어 사용자의 이해도 저하된다. 둘째, 회전 정보를 가지고 있는 점들이 제거되어 회전 정보의 표현 오류가 발생한다. 따라서, 도

Table 2. Algorithms of Path Simplification.

로의 방향성과 형태를 유지하고 회전 정보를 표현하기 위해서 회전점을 단위로 DP 알고리즘을 수행한다. 그러나, 회전점이 많을 경우 복잡도가 증가하여 휴대폰 화면에 효율적으로 표현하지 못하게 된다. 진행 경로에 회전점이 많을 경우, 회전이 발생하는 차선의 넓이, 교차로의 넓이 그리고 이전 회전점부터의 거리 등을 우선 순위로 하여 회전점을 제거하여 회전점이 3-5개 정도가 되도록 유지한다. Table 2는 DP 단순화를 적용하여 진행 경로를 단순화하는 알고리즘을 나타낸다.

Fig. 2(a)는 경로가 단순화되기 이전의 원 경로를 나타낸 것이고, Fig. 2(b)는 회전이 발생하는 점들 사이의 경로를 하나의 단위로 하여 단순화를 수행한 결과이다.

Fig. 3(a)와 (b)의 원으로 표시한 부분을 비교해 보면 경로 단순화 수행 후에 점의 개수는 160개에서 8개로 줄어들고, 도로의 명시성이 높아진 것을 확인할 수 있다. 그러나, 각각의 회전점을 기준으로 DP 알고리즘을 수행하였을 경우, 도로의 방향성을 살리는 효과는 있었으나 다음과 같은 문제점이 나타난다.

첫째, 경로에 회전이 발생하는 점이 많을 경우에는 경로가 복잡해져 약도의 명시성이 저하

둘째, 곡선을 DP 단순화 할 경우 Fig. 4(b)와 같이 곡선이 직선처럼 표현되어 회전점이 불분명해지는 문제가 발생

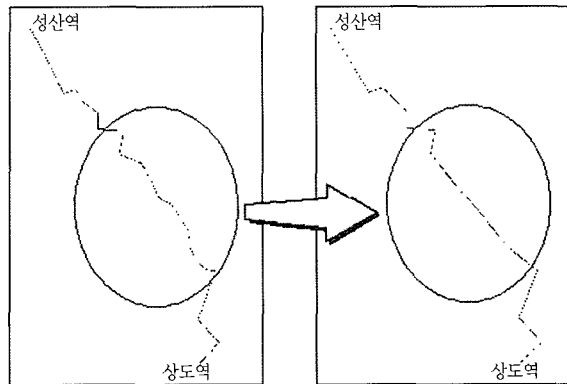


Fig. 3. Applying simplification algorithm using DP: (a) number 160 of node before simplification; (b) number 8 of node after simplification.

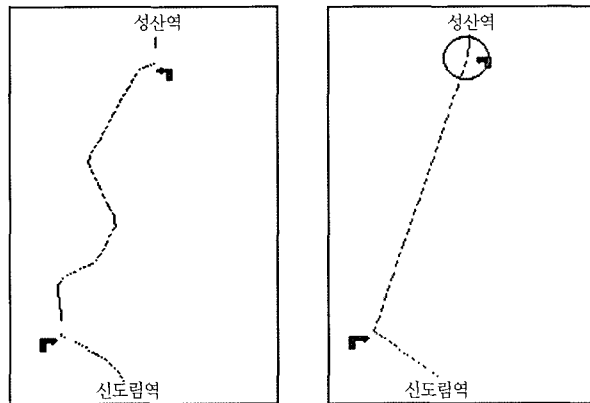


Fig. 4. Example of applying DP simplification: (a) before simplification; (b) after simplification.

Fig. 4(b)와 같은 문제점을 해결하기 위해, 첫 번째 경우는 각 회전점 사이의 선분의 거리와 회전점의 중요도를 계산한 후 거리가 짧고 중요도가 낮은 회전점을 제거하였다. 두 번째 경우는 곡선의 단순화를 스플라인 곡선을 수행하여 경로를 부드럽게 보이고, 회전점의 방향을 유지하였다. DP 단순화를 이용해 단순화를 수행하였을 때, Fig. 4(b)와 같이 회전점의 방향이 잘못 표현이 되는 경우에 스플라인 곡선을 수행한다. 이 경우 회전 방향을 표시하기 위하여 진행 방향을 기준으로 두 회전점을 시작점과 끝점으로 둔 후, 두 점 사이의 점들의 방향을 계산 후 스플라인 곡선을 적용한다. 스플라인 곡선을 적용할 경우 곡선 상의 점 분포 형태에 따라 곡선의 형태를 유지할 수 있게 제어점을 두어 적용한다. 스플라인 곡선을 이용한 단순화 과정은 Fig. 5와 같이 세 가지

경우로 구분하여 각 경우에 맞게 수행한다.

첫 째, Fig. 5(a)와 같이 점선을 기준으로 경로의 각 점들의 부호가 한 편으로 존재하는 경우이다. 이 경우 점선을 기준으로 경로의 각각의 점들과의 거리를 계산하여 가장 큰 점을 선택한 후 스플라인 곡선을 적용한다.

두 번째 경우는 Fig. 5(b)와 같이 점선을 기준으로 양 편으로 경로의 점들이 존재하고 시작점의 회전 방향과 끝점의 회전 방향이 다를 경우이다. 이 경우는 시작점에서 가장 가깝고 점선을 기준으로 거리가 큰 점과, 끝점에서 가깝고 점선을 기준으로 거리가 큰 점을 찾아서 선택한 후 스플라인 곡선을 그린다.

세 번째 경우는 Fig. 5(c)와 같이 점선을 기준으로 경로의 점들이 양 편으로 나뉘어져 있고 시작점의 회전 방향과 끝 점의 회전 방향이 같을 경우이다. 이 경우는 시

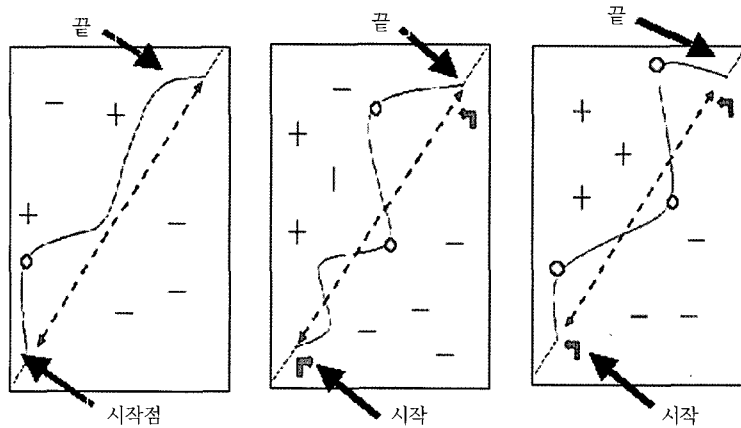


Fig. 5. Three types of spline curve: (a) first type; (b) second type; (c) third type.

작점과 끝 점에서 가장 가깝고 점선을 기준으로 거리가 가장 큰 점을 선택한다. 이렇게 선택된 점의 부호는 같기 때문에 도로의 방향성을 표현하지 못한다. 따라서, 도로의 방향성을 나타내기 위해 선택된 두 점과 부호가 다르고 거리가 가장 큰 점을 선택하여 스플라인 곡선을 적용한다.

본 논문에서는 도로의 회전 방향을 유지하기 위하여 세 가지 경우에 대해 각각 다른 방법으로 곡선을 적용해 회전 방향을 유지하면서 도로를 단순화 한다. 각 점에 대해 거리와 부호 계산을 하기 위해 다음의 식 (1)을 사용하였다.

$$\frac{(N_x - x_1)(y_1 - y_2) - (N_y - y_1)(x_1 - x_2)}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}} \quad (1)$$

여기서 (x_1, x_2) 는 시작점의 좌표를 나타내고, (y_1, y_2) 는 끝점의 좌표, (N_x, N_y) 는 경로의 각 점의 좌표를 나타낸다.

Fig. 6은 Fig. 4(a)에 대하여 스플라인 곡선을 적용한 결과를 보여준다. Fig. 4(b)에 비해 원 도로의 방향성과 회전점이 유지된 것을 확인할 수 있다.

(2) 주요 도로 단순화

주요 도로는 사용자가 약도를 보다 쉽게 인지할 수 있게 사용되며, 경로와 잘 어울릴 수 있도록 경로 단순화 후 수행한다. 주요 도로 단순화는 두 가지 방법으로 이루어진다. 첫째, 주요도로와 경로가 만나는 경우와 둘

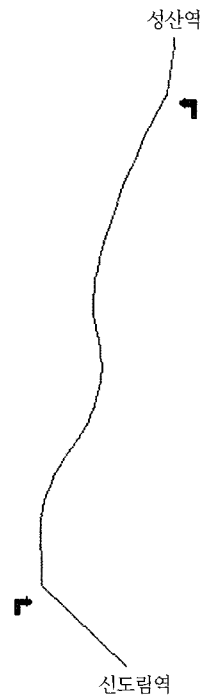


Fig. 6. Result of applying spline method.

째, 주요도로와 경로가 만나지 않는 경우이다.

첫째, 주요 도로와 진행 경로가 만나는 경우는 주요 도로와 진행 경로가 만나는 점을 시작점으로 하여 주요 도로를 DP 단순화 하여 주요 도로와 진행 경로가 어긋나는 부분없이 보여 질 수 있도록 하였다. 주요 도로와 진행 경로가 만나지 않는 경우는 진행 경로와 주요 도로

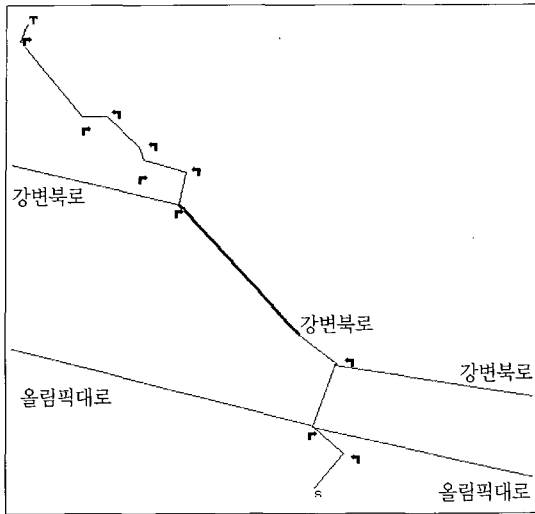


Fig. 6. Result of applying spline method.

가 어긋나는 부분을 고려하지 않기 때문에 주요 도로만을 단순화한다. 주요 도로 단순화 결과의 예로, Fig. 7은 주요 도로 단순화의 결과를 나타낸다. 탐색된 주요 도로가 경로와 만나기 때문에 경로와 만나는 점을 중심으로 단순화를 수행하였다.

그러나, Fig. 8(a)와 같이 진행 경로와 만나지 않는 주요 도로를 단순화 하였을 경우, Fig. 8(b)에서 나타나듯이 단순화 후에 만나지 않아야 하는 주요 도로와 진행 경로가 만나는 문제점이 생긴다. 이러한 경우에 경로와 주요 도로가 만나지를 검사한 후 만나게 되면 주요 도로에 대해 Fig. 8(c)와 같이 스플라인 단순화를 수행하여 문제점을 해결한다.

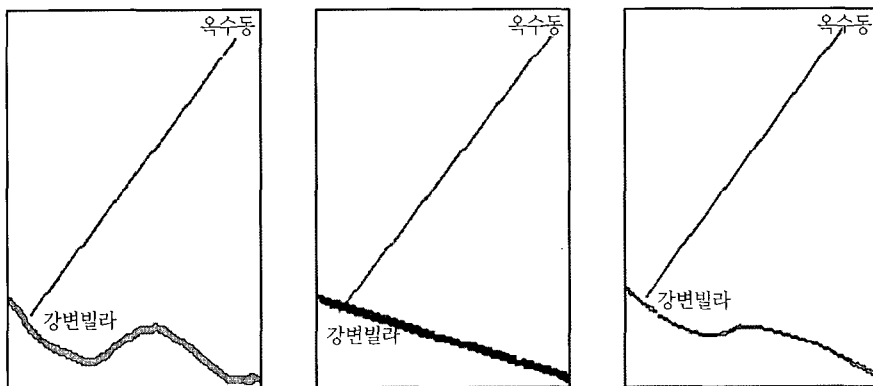


Fig. 8. Problem after applying simplification method to important roads: (a) before applying simplification; (b) after applying simplification; (c) applying spline method.

3) 주요 지형지물 표현 방법

주요 지형지물은 약도의 이해도를 높이기 위해 사용된다. 그러나, 단순화 연산이 수행되면 단순화에 의해서 위치가 변경된 도로와 그 주위에 있던 지형지물들 간의 위치오차가 생기는 경우가 발생하거나, 각각의 지형지물들 간의 겹침 현상이 발생하기도 한다. 따라서 도로가 단순화 될 때 그 단순화 되어진 이동거리 만큼 주요 지형지물들의 위치를 보정해줌으로써 도로와 지형지물간의 최초 위상을 유지시켜주는 지형지물의 위치 보정 작업이 필요하다. 그리고, 주요 지형지물들 간에 충돌이 발생되어 지형지물들 간에 겹쳐져 보이는 경우는 우선 순위가 높은 지형지물이 표현이 된다.

주요 지형지물의 보정 방법도 도로 단순화 방법과 같이 DP단순화 방법과 스플라인 방법에 대하여 위치 보정을 수행한다. Fig. 9는 DP 단순화 방법을 이용했을 때, 단순화 전의 그림에서는 도로의 왼쪽에 있던 지형지물이 단순화 후 도로의 오른쪽으로 위치가 변경되는 문제점을 나타내었다.

지형지물들의 위상을 유지 시켜주기 위해 단순화 전의 진행 경로에서 지형지물과 가장 가까운 점을 찾은 후에 지형지물과의 위상을 기억 해 두었다가 단순화 된 도로에서 진행 경로에서 찾은 지형지물과 가장 가까운 점과의 거리 비율만큼 이동한 후 지형지물의 위상을 유지를 시켜주는 방법을 사용한다.

DP 단순화를 이용하여 도로를 단순화 하였을 경우, 지형지물의 이동 순서는 다음과 같다.

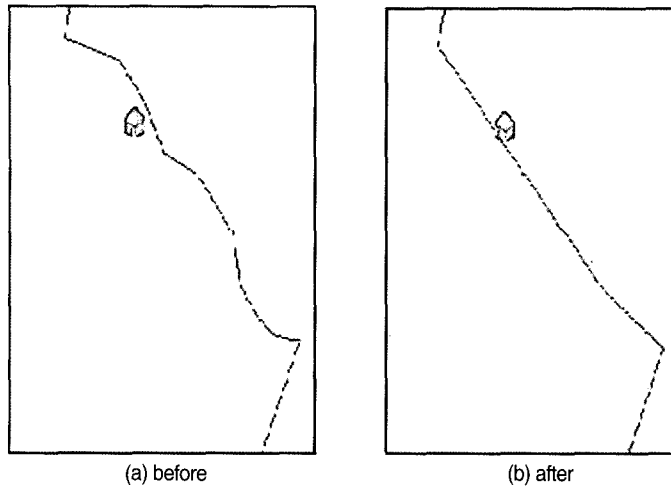


Fig. 9. Problem of using simplification method.

1. 진행 경로를 구성하는 점들 중에서 주요 지형지물 $P(P_x, P_y)$ 와의 거리가 가장 가까운 점 $N(N_x, N_y)$ 을 찾음
 2. N점이 속해 있는 회전 시작점 $S(x_1, y_1)$ 와 끝점 $E(x_2, y_2)$ 와의 거리를 계산하여 전체 거리 $dist(N_{total})$ 로 입력하고 회전 시작점과 그 점까지의 거리 $dist(N_i)$ 도 입력
 3. DP 단순화 된 경로에서 N점이 속해 있는 회전 시작점과 끝점을 찾아 2단계에서 입력된 비율 $(dist(N_i)/dist(N_{total}))$ 과 거리로 계산
- 다음 식 (2)는 좌표 보정에 사용한 수식이다.

$$\begin{aligned} x' &= x_1 + (dist(N_i)/dist(N_{total})) \times (x_2 - x_1) + P_x - N_x \\ y' &= y_1 + (dist(N_i)/dist(N_{total})) \times (y_2 - y_1) + P_y - N_y \end{aligned} \quad (2)$$

스플라인 곡선을 이용하여 단순화 된 도로에 관해서 건물의 위치 보정 작업을 수행 할 경우, 기본적인 알고리즘은 DP 단순화 시 이동 방법과 유사하다. DP 단순화 시, 지형지물의 이동 순서 1-3을 진행한 후, 다음과 같은 방법을 사용하여 이동을 수행한다.

1. 회전 시작점 $S(x_1, y_1)$ 부터 끝점 $E(x_2, y_2)$ 까지 직선으로 연결한 후 그 직선의 거리 $dist(N_i)$ 를 계산
2. 스플라인 곡선을 사용 했을 때 곡선의 거리를 계산하기 어렵기 때문에 우선, 앞서 계산된 비율로 단순화 된 시작으로 이동 후, 이동 된 지점에서 수직인 선을 그어 스플라인 곡선과 만나는 점을 찾는다. 그 후 앞에서 얻은 거리만큼 지형지물 이동

본 논문에서는 단순화 된 도로에 대해 지형지물의 이

동을 수행하여 단순화 된 도로와 주요 지형지물들이 겹치지 않고 표현이 될 수 있도록 하였다.

4. 구현 및 비교 분석

1) 시스템 환경

본 논문에서의 약도화 알고리즘의 구현은 Windows XP환경에서 구현되었고, 하드웨어는 Pentium IV 2.6G, 512RAM을 사용하였으며, 알고리즘 구현을 위한



Fig. 10 Test map.

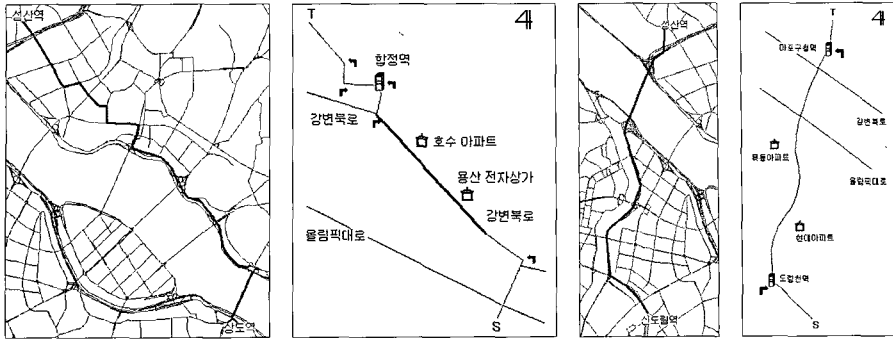


Fig. 11. Results: (a) Original path from Sangdo St. to Sungsan St.; (b) result of figure (a); (c) original path from Sindorim St. to Sungsan St.; (d) result of figure (c).

언어는 Visual C++을 이용하였다. 구현을 위해 사용된 데이터는 서울시 중서부 지역 10km×10km 면적내의 10,590건의 실제 데이터를 대상으로 하였다. Fig. 10은 사용된 실제 데이터를 표현한 것이다.

2) 구현 및 비교 분석

본 논문에서 제안한 시스템은 지도의 간략화를 서버에서 수행하여 약도화된 데이터를 휴대폰에 전송하는 방식을 사용하였다. 따라서, 지도 시스템을 지원하는 별도의 단말기가 필요하지 않아 특정 플랫폼에 국한되지 않고 휴대폰 화면에 표현을 할 수 있다. 그리고, 전체 지도의 데이터를 처리하지 않고 경로 인근의 중요 지형지물과 주요 도로를 선별함으로써, 휴대폰에서 지도 데이터를 표현할 때 연산량이 줄어들음을 확인하였다. 또한, Fig. 11(a)와 같은 단순화 과정을 수행한 후 경로 데이터를 구성하는 점의 갯수가 160개에서 중요점 8개로 감소되었으며, 주요 도로 데이터를 구성하는 점의 갯수는 148개에서 8개로 감소되었다.

Fig. 11(a)는 상도역과 성산역 구간의 지도와 탐색된 경로를 나타내며, Fig. 11(b)는 Fig. 11(a)를 약도화 과정을 수행하여 구현한 결과를 나타낸다. Fig. 11(c)는 신도림역과 성산역 구간의 경로를 보여주며, Fig. 11(d)는 Fig. 11(c)구간의 구현 결과를 보여준다. 전체 경로와 방위표시, 주요 도로, 주요 지형지물, 회전 정보 등을 표시하고, 경로는 원 경로의 방향성을 유지하였으며 도로 정보에 대한 단순화 과정을 수행한 후 주요 지형지물, 주요 도로, 회전 정보 등의 객체들을 심별로 표현을 하였다. 그리고, 도로를 단순화 하였을 때 발생하는 지형지

물 위치의 왜곡을 보정하여 초기 지도의 형태를 유지한 간략화 된 결과를 나타내었다. 현재 휴대폰에서 경로를 표현하여 상용 서비스되고 있는 Fig. 1(a)의 NateDrive 시스템과 비교하였을 때 NateDrive시스템은 경로 표현을 하지 않고 회전 방향 정보 위주로 표현을 하였지만, 본 논문의 방법은 경로의 진행 방향을 지도 형식으로 표현하여 진행 경로의 이해를 도왔다. 그리고, Fig. 1(b)의 Phone-Navi는 도로, 지형지물, 방위 표시 등 휴대폰의 작은 화면에 너무 많은 정보를 표현함으로써 화면의 복잡성이 증가하여 지도를 이해하기 어려운 단점이 있었다. 이에 본 논문의 시스템에서는 Phone-Navi 시스템에 비하여 도로, 지형지물 등의 객체 수는 줄어들었으나 지도를 이해하는데 도움을 주는 주요 도로, 주요 지형지물들을 우선으로 표현하여 지도의 이해도를 높이는 장점이 있다.

5. 결론 및 향후 연구 계획

본 논문에서는 휴대폰 환경에서 효율적으로 지도를 표현할 수 있는 알고리즘에 관한 연구를 하였다. 휴대폰은 대량의 저장 공간이 부족하고 연산 처리가 느려 지도 데이터를 휴대폰 메모리에 저장하거나 지도 간략화 과정을 수행하는 것이 불가능하다. 따라서, 데이터의 양을 줄이면서 사용자의 이해도를 높일 수 있는 방법이 필요하다. 이에 본 논문에서는 서버에서 사용자가 검색한 경로에 대해 지도 간략화 과정을 수행하여 휴대폰에서 지도를 효율적으로 표현하는 방법을 제안하고 구현하였

다. 제안한 알고리즘의 특징은 첫째, 원 도로의 방향성과 형태를 유지하면서 단순화 과정을 수행하여 데이터의 양을 줄였다. 둘째, 검색된 경로에서 지도의 이해도를 높일 수 있도록 중요 객체들을 선택한 후 심별화하고, 셋째, 단순화된 도로와 중요 지형지물간의 위치 오차를 보정하여 휴대폰 화면에 지도를 효율적으로 표현하였다.

본 논문에서 제안한 약도화 기법은 위치 기반 서비스와 연계하여 정적인 약도뿐 아니라 동적인 약도 생성 방법의 적용이 용이할 것이라 사료된다. 향후 지도를 간략화 하는 알고리즘에 대하여 성능을 개선하는 연구가 필요하며, 목적지 인근의 약도 생성에 대한 연구를 하고자 한다.

사 사

이 논문은 2004년도 대학 IT 연구센터 육성지원사업비의 지원을 받아 연구되었음.

참고문헌

- 김미란, 최진오, 2002. 모바일 백터지도 서비스를 위한 클라이언트/서버 시스템의 설계 및 구현, 정보처리학회 논문지, D 9-D(5).
- 황보택근, 2002. 최적 경로를 보장하는 효율적인 양방향 탐색 알고리즘, 멀티미디어학회논문지, 5(6): 745-752.
- Arne Ruas, 1998. A method for building displacement in automated map generalization, *INT. J. Geographical Information Science*, 12(8): 789-803.
- Douglas, D. H. and Peucker, T. K., 1973. Algorithms for The Reduction of The Number of Points Required to Represent a Digitized Line or Its Caricature, *The Canadian Cartographer*, 10(2): 112-122.
- J. C. Muller, J. P. Lagrange, and R. Weibel, 1995. *GIS and Generalization: Methodology and Practice*, Taylor & Francis.
- John Hershberger and Jack Snoeyink, 1992. Speed up the Douglas-Peucker line simplification algorithms, *5th International Symposium on Spatial Data Handling*, 134-143.
- M. Agrawala and C. Stolte, 2000. A Design and Implementation for Effective Computer-Generated Route Map, *AAAI Symposium on Smart Graphics*.
- M. Agrawala and C. Stolte, 2001. Rendering Effective Route Maps: Improving Usability Through Generalization, *Proc. of SIGGRAPH 2001, Los Angeles, USA*, 241-250.
- Melih Basaraner, 2002. Model Generalization in GIS, *International Symposium on GIS*.
- Richard H. Bartels, John C. Beatty, and Brian A. Barsky, 1987. *An introduction to splines for use in computer graphics & geometric modeling*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA.
- W. Peng, K. Tempfli, and M. Molenaar, 1996. Automated Generalization in a GIS Context, *GeoInformatics 96(1)*: 135-144.
- W. Yang and C. Gold, A System Approach to Automated Map Generalization, *Proceedings, International Workshop on Dynamic and Multi-Dimensional GIS*, 229-235.
- ESRI, May 1996. *Automation of Map Generalization: The Cutting-Edge Technology*, ESRI White Paper Series.
- <http://drive.nate.com/>
- <http://www.phone-navi.com/>