

무선 통신을 활용한 경로 단위 네트워크 데이터 업데이트 기법 제안 및 시뮬레이션 The Proposal and Simulation of Path Unit's Network Data Update Method Using Wireless Network

가칠오* · 유기윤** · 심진범*** · 김형태****

Ga, Chill O · You, Ki Yun · Sim, Jin Bum · Kim, Hyung Tae

要 旨

차량용 네비게이션 시스템은 자가 운전 차량의 증가, 여가 문화 확산 등으로 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 실시간 교통 정보, 디지털 멀티미디어 방송 등의 기능이 융합되면서 텔레매틱스의 가장 중요한 분야로 급성장하고 있다. 이러한 네비게이션 시스템의 다양한 구성 요소 중 네트워크 데이터는 실제계의 도로망을 반영하며, 경로 탐색의 기반이 되는 데이터로 가장 핵심 요소라 할 수 있다. 하지만, 현재의 네비게이션 시스템은 stand-alone 형태로 단말기 내의 네트워크 데이터는 자체가 과거의 데이터로 이를 보완하기 위하여 사용자는 주기적으로 업데이트를 수행해야 하는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 무선 통신을 활용하여 사용자가 요구하는 경로를 검증하여 항상 최신의 네트워크 데이터를 활용할 수 있는 기법을 제안하고 시뮬레이션을 통하여 제안 기법의 타당성을 검증하였다.

핵심용어 : 차량용 네비게이션 시스템, 네트워크 데이터, HSDPA(High Speed DownLink, Packet Access)

Abstract

Demand for car navigation systems has been an explosive increase because of prevalence of owner-drivers, spare time spread, and so on. In addition, car navigation systems are achieving a rapid growth to be the important part of telematics industry with services such as real-time traffic information and DMB(Digital Multimedia Broadcasting). The network data, one of the composition components in car navigation systems, is most important component because that is abstract of real world road network and base data in pathfinding. However most of the car navigation systems have been stand-alone system. Thus user's network data becomes outdated according to the time passing and does not reflect the change of road information in real world. To overcome this problem, users have to update network data in car navigation systems periodically. This method is quite cumbersome process. For this reason, this study proposed a new update method to serve the difference network data on user's device and the real world in real time, and simulated to verify.

Keywords : Car Navigation System, Network Data, HSDPA(High Speed DownLink, Packet Access)

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

차량용 네비게이션 시스템(Car Navigation System, 이하 CNS)은 현재 위치에서 특정 위치까지의 최적 경로를 생성하여 사용자에게 그래픽, 음성 등의 안내 정보를 제공하는 시스템으로 최근에는 실시간 교통 정보(Transport

Protocol Expert Group, TPEG), 디지털 멀티미디어 방송(Digital Multimedia Broadcasting, 이하 DMB) 등의 부가 서비스와 결합되면서 텔레매틱스(Telematics)의 가장 중요한 응용 분야로 급성장 하고 있다(조성익 등, 2007). 이러한 CNS는 위성항법시스템(Global Positioning System, GPS)의 전파를 받아 현재 위치를 계산하기 위한 수신기, 도로 및 경로 정보를 제공하기 위한 맵데이터, 최적 경로

2008년 7월 17일 접수, 2008년 8월 14일 채택

* 정회원 · 서울대학교 대학원 지구환경시스템공학부 박사과정 (crowise@empal.com)

** 교신저자 · 정회원 · 서울대학교 대학원 지구환경시스템공학부 부교수 (kiyun@snu.ac.kr)

*** 한국공간정보통신 미래컨텐츠사업본부 연구원 (jbsim@ksic.net)

**** 정회원 · 한국토지공사 국토도시연구원 (kht@ikle.co.kr)

및 안내를 생성하는 소프트웨어, 안내 정보를 화면에 보여주기 위한 정보 단말 등으로 구성된다(조성익 등, 2007). 이 중 맵데이터는 실제계의 도로망을 반영하고 맵매칭 및 경로탐색을 수행하기 위한 기반 데이터이므로 데이터의 최신성이 확보되어야 높은 품질의 서비스를 제공할 수 있다. 현재 맵데이터는 단말기 내의 ROM, SD-CARD, Flash Memory 등의 저장 장치로 관리되고 있으며, 사용자는 데이터의 최신성을 유지하기 위해 데이터 제공 서버에 접속하여 주기적으로 업데이트를 수행하여야 한다(한국소비자원, 2006). 이와 같은 업데이트 방안은 상당히 번거로운 작업이며, 무엇보다도 지속적으로 변하는 현실 세계의 도로망을 반영한 경로 및 안내 서비스를 제공받을 수 없는 한계점을 가지고 있다. 최근 들어 이러한 한계점을 보완하기 위하여 무선 통신을 활용한 부분 업데이트 기법에 관한 연구가 진행되고 있다. SAKAMOTO 등(2000)은 이동통신을 통하여 갱신된 맵데이터와 실시간의 도로 정보를 전송하는 방안을 제시하였으며, 장인성 등(2006)은 텔레매틱스용 디지털 지도에 대한 부분 업데이트 기술과 다양한 무선망을 이용한 업데이트 서비스를 제공하기 위해 업데이트 서버 기술을 제시하였다. 또한 가철오 등(2006)과 김정옥 등(2007)은 최근 서비스가 실시된 DMB의 방송용 데이터 채널을 통하여 갱신된 맵데이터를 일괄 전송하는 방안을 제시하였으며, 최근 한국전자통신연구원은 네비게이션 관련 업체들과 부분 업데이트 기술 표준에 관한 공동 연구를 수행하기도 하였다(한국전자통신연구원, 2008; 한국정보통신기술협회, 2006). 하지만 대부분의 관련 연구들은 일정 영역(mesh) 단위의 부분 업데이트 방안으로 제한적인 무선통신 환경에서는 여전히 전송 데이터의 용량 문제가 존재한다. 따라서 제한적인 무선통신 환경 하에서 원활한 맵 업데이트를 수행하기 위한 연구가 더욱 필요한 실정이다. 이와 관련하여 본 연구에서는 단말기에서 탐색된 경로 정보를 서버로 전송하여 서버측에서 경로 검증을 수행하고, 갱신 정보를 단말기로 재전송하는 경로 단위 업데이트 기법을 제안하고 시뮬레이션을 통하여 그 타당성을 검증하고자 하였다.

1.2 연구 범위

CNS의 맵데이터는 네트워크 데이터와 배경 데이터로 구성된다. 네트워크 데이터는 다시 교차로 또는 U턴지점, 지하차도의 입·출구 등과 같은 속성 변곡점을 나타내는 노드(node)와 노드간의 연결 도로를 나타내는 링크(link)로 구성되며, 이들 간의 위상 구조를 구축하여 경로 탐색 및 안내 정보를 생성하는 기반 데이터이며, 배경 데이터는 말 그대로 특정 위치의 시인성을 위하여 배경이 되는

데이터를 말한다. 본 연구에서는 단말기의 네트워크 데이터를 실시간으로 갱신하여 최적 경로를 산출하는데 그 목적이 있으므로 데이터의 범위를 네트워크 데이터로 제한하였다. 그리고 기존 CNS가 가지고 있던 네트워크 데이터 갱신 방안의 문제점을 극복하기 위하여 본 연구에서는 무선통신을 활용하여 단말기에서 탐색된 경로정보를 서버에서 검증을 수행하고, 단말기의 네트워크 데이터를 최신의 데이터로 갱신하는 기법을 제안하였으며, 이를 검증하기 위하여 수행한 시뮬레이션 결과에 대하여 언급하였다.

2. 경로 검증 기법 및 시뮬레이션

2.1 경로 검증 시스템

시간이 지남에 따라 현장 조사 등을 통하여 지속적으로 업데이트되는 서버(서비스 제공자)측의 네트워크 데이터와 CNS 단말기의 네트워크 데이터의 최신성 차이는 계속 누적되게 된다. 이러한 차이로 발생하는 최적경로 탐색 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 네트워크 데이터를 구성하는 노드, 링크 마다 버전(version) 정보를 부여하고, 이를 기반으로 경로 단위의 네트워크 데이터 업데이트 기법을 제안하였다. 그림 1에 이를 수행하는 경로 검증 시스템의 전체적인 구성 및 흐름을 나타내었으며, 이어서 그 과정을 순차적으로 설명하였다.

- ① CNS 단말기에서 탐색된 경로 정보(노드 ID 리스트, 버전 정보 리스트)를 서버로 전송
- ② 서버는 단말기에서 전달받은 경로 정보로 동일 구간에 대하여 최신의 네트워크 데이터에서 경로 탐색 수행
- ③ 서버에서 탐색한 경로 정보와 단말기에서 전달 받은 경로 정보의 비교·분석을 수행하여 업데이트 정보(갱신, 추가, 삭제 정보)를 생성하고, 서버에서 탐색된 경로 정보와 함께 단말기로 전송

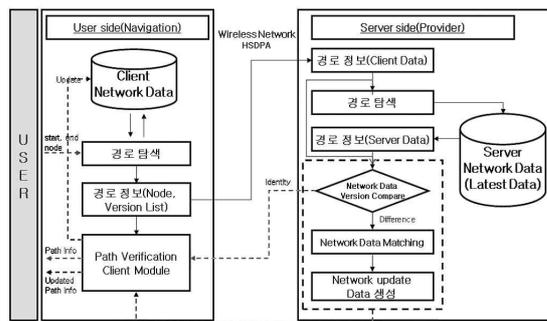


그림 1. 경로 검증 시스템의 구성 및 흐름도

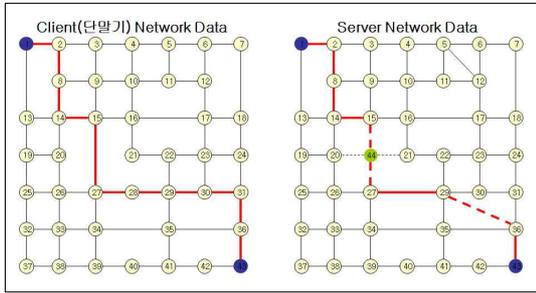


그림 2. client-server간 데이터 불일치 예

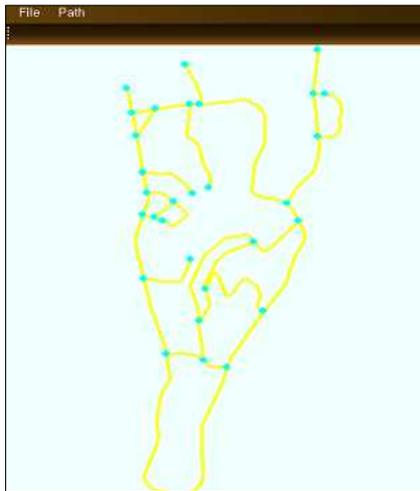


그림 3. 네트워크 데이터

- ④ 서버로부터 전달 받은 업데이트 정보로 단말기의 네트워크 데이터를 업데이트
- ⑤ 서버로부터 전달 받은 경로 정보로 경로 안내 서비스 수행

2.2 업데이트 정보 생성

서버에서 단말기로 전송하기 위한 업데이트 정보는 단말기와 서버에서 경로탐색이 수행된 결과 즉, 경로 정보를 구성하는 노드 ID 리스트와 버전 정보 리스트가 동일하지 않을 경우에 생성된다. 예를 들어 그림 2와 같이 네트워크 데이터를 가지고 있는 단말기와 서버에서 동일한 출발지(1번 노드)와 목적지(43번 노드)에 대하여 경로 탐색을 수행하였을 경우, 그 경로를 구성하는 노드 리스트 간의 버전이 정확히 일치하면, 이 경로를 구성하는 단말기의 네트워크 데이터는 최신의 데이터라고 판단할 있다. 하지만, 단말기와 서버에서 탐색된 경로 정보가 동일하지 않다면 단말기에서 탐색된 경로 정보 중 일부 네트워

크 데이터가 갱신되었다고 판단할 수 있다. 여기서 노드의 버전 정보만 활용하는 이유는 노드와 링크는 상호간의 연결 정보를 가지고 있기 때문이다. 즉 네트워크 데이터를 가공하는 과정에서 노드는 연결 링크들에 영향을 미치고, 링크는 해당 링크를 구성하는 양단 노드들에 영향을 미치기 때문에 변경된 노드가 탐색되면 주변 링크들의 변경 여부에 대한 판단이 가능하다.

단말기와 서버에서 탐색된 노드 ID 리스트 간의 비교를 통하여 생성 또는 삭제된 노드를 판단할 수 있으며, 동일한 노드 ID간에는 버전 정보 비교를 통하여 교차로 수, 회전 규제, 노드에 연결된 링크 ID 등의 속성 정보 변경 여부의 판단이 가능하다. 이러한 정보를 활용하여 노드의 갱신(update), 생성(Create), 삭제(Delete) 정보를 생성할 수 있으며, 이 과정에서 네트워크 데이터의 위상 구조를 유지시키기 위하여 연결된 링크의 정보까지 함께 생성되어야 한다. 그림 2의 경우 갱신(update) 정보는 새로운 노드와 링크가 생성됨으로써 속성이 변경되는 15, 20, 21, 27, 29, 36 노드에 대하여 생성된다. 5, 12 노드는 이들을 잇는 새로운 링크가 생성되었지만, 단말기와 서버에서 탐색된 경로에 포함되지 않으므로 갱신 정보가 생성되지 않는다. 생성(Create) 정보는 서버에만 존재하고 단말기에는 존재하지 않는 경우로 44 노드에 대하여 생성된다. 삭제(Delete) 정보는 서버에는 존재하지 않고 클라이언트에만 존재하는 경우로 28 노드에 해당된다.

2.3 시뮬레이션 데이터 및 개발 환경

본 연구의 시뮬레이션을 위해 CNS 단말기는 UMPC(Ultra Mobile PC)를, 무선 통신은 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)을 활용하였다. 네트워크 데이터는 서울대학교 교내의 주요 도로와 교차로에 대하여 그림 3과 같이 구축하였으며 데이터의 스키마는 표 1과 같다. 데이터 구축 과정에서 교차로의 통행 규제와 도로의 일방 통행 정보는 경로 탐색 알고리즘을 단순화하기 생략하였으며, 이들 정보는 실제 CNS에서는 매우 중요한 정보이지만, 본 연구의 시뮬레이션에 있어서는 영향을 미치지 않는다. 단말기와 서버 프로그램은 Visual Studio 2005(.Net) 플랫폼에서 Visual C#과 ASP(Active Server Page) 언어를 사용하여 구축하였으며, DBMS는 Microsoft Access 2003을 사용하였다. 또한 기본적인 공간 프로세싱을 위해서 국산 GIS 라이브러리인 IntraMap/Object2.0 Library[5]를 활용하였다.

2.4 시뮬레이션 결과 및 분석

단말기와 서버에서 수행되는 경로탐색은 다익스트라 알고리즘(Dijkstra Algorithm)[10]을 구현하여 적용하였

표 1. 네트워크 데이터 스키마

네트워크(Node/Link) 데이터 스키마			
Node Data		Link Data	
NodeId	노드 ID	LinkId	링크 ID
Geometry	Point 정보	Geometry	Line 정보
NodeAttr	노드 속성	LinkAttr	링크 속성
LinkNum	연결 링크 수	SNodeId	Start 노드 정보
LinkId1 ~ 8	연결 링크 ID	ENodeId	End 노드 정보
Version	노드 버전 정보	Length	링크 길이
		Version	링크 버전 정보

표 2. Simulation environment and development language

시뮬레이션 환경	
클라이언트 단말기	Samsung UMPC Q1
무선 통신	HSDPA
Language(client)	Visual C#
Language(server)	Visual C#, ASP
DBMS	MS-ACCESS 2003
공간 프로세싱 라이브러리	IntraMap/Object 2.0

다. 다익스트라 알고리즘은 휴리스틱(Greedy Heuristic) 기법으로 항상 최단의 경로 생성을 보장하기 때문에 CNS의 경로탐색에서 많이 응용되고 있는 알고리즘이다. 이를 기반으로 제안한 기법에 대하여 테스트 프로그램을 개발하고 시뮬레이션을 수행하였다. 다음의 테스트 1(그림 4, 7, 8), 테스트 2(그림 5, 9, 10), 테스트 3(그림 6, 11, 12)은 단말기와 서버의 네트워크 데이터의 최신성 차이로 인하여 서로 다른 경로탐색 결과를 나타낸다. 이와 같은 경우들은 실제계의 도로망에서 가장 빈번하게 발생하는 도로 신설, 폐쇄 그리고 일시적인 공사 등으로 인하여 우회하는 경우이며, 이는 네트워크 데이터에서 링크의 추가, 삭제, 갱신으로 반영된다. 그림 7은 출발지(노드 ID:152953)와 도착지(노드 ID:152976)간에 경로 탐색을 수행한 결과로 노드(ID:152953)와 노드(ID:152955)를 잇는 신설 도로 정보가 존재하지 않아 우회하여 탐색된 결과를 나타낸다. 하지만, 본 연구에서 제안한 기법을 통해 서버에서 노드(ID:152953)와 노드(ID:152955)의 버전 불일치를 판단하고 각 노드와 연결된 링크의 갱신 정보를 생성하여 전송함으로써 그림 8과 같이 실시간 업데이트를 통한 최적경로탐색이 가능하였다. 또한, 링크가 갱신되면서 노드(ID:152953)와 노드(ID:152955)의 속성 정보는 연결 도로가 추가됨으로서 교차로 수와 연결 링크 ID

의 정보 등 위상 정보가 반영되었으며, 이 구간에 대하여 재탐색을 수행하면 최신의 데이터로 변경되어 업데이트 정보가 다시 생성되지 않음을 확인하였다. 이와 반대로 그림 9는 폐쇄된 도로(노드 ID:152967-노드 ID:152965)의 정보가 존재하지 않아 이 구간을 경유하는 경로가 탐색된 결과를 나타낸다. 하지만, 서버에서 경로 검증을 통하여 해당 도로에 대한 삭제(delete) 정보를 생성하여 전송함으로써 그림 10과 같이 이 구간을 회피한 경로가 탐색되었다. 마지막으로 테스트 3은 도로의 보수, 확장 공사 등으로 인하여 링크의 선형(Geometry)이 변경되는 경우이다. 이와 같은 경우는 링크의 추가, 삭제는 발생하지 않지만 링크 길이와 교차로의 진입 각도 등이 변경됨으로서 최단 거리 경로 탐색 및 안내 정보 생성 시에 영향을 미치므로 갱신되어야 한다. 그림 12는 그림 11의 노드(ID:152553)와 노드(ID:152976)를 잇는 링크 선형이 변경되어 초기 단말기에서 탐색된 경로와 다른 최단 경로를 탐색한 결과를 나타낸다. 또한, 본 시뮬레이션에서 활용된 노드(30개)와 링크(38개)의 총 용량이 217.2k(byte)에 반하여 갱신, 생성, 삭제를 수행하기 위한 데이터의 용량이 각각 4k, 3k, 4k로 현저하게 줄어드는 것을 확인하였다. 이와 같은 결과는 현재 대부분의 CNS에서 채택하고 있는 메쉬 단위(약 10km×10km)의 용량(수도권의 경우, 약 4,000kbyte)과 다수개의 메쉬를 경유하는 장거리 경로 탐색을 고려한다면, 본 연구에서 제안한 기법이 제한된 무선 통신 환경에 매우 적합한 기법이라고 판단되며, 사용자는 항상 최신의 경로탐색 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

3. 결 론

본 연구에서는 기존 CNS 단말기에서 네트워크 데이터의 비효율적인 업데이트 방안으로 인해 실제계의 도로망을 제대로 반영하지 못하여 발생하는 경로탐색 문제를 제거하고자 하였다. 이를 위해 본 연구에서는 단말기에서 탐색한 경로 정보를 서버로 전송하여 서버에서 해당 경로의 최신성을 판단하고, 이와 관련한 업데이트 정보를 생성하여 단말기로 재전송함으로써 단말기는 항상 실시간으로 사용자에게 최적의 경로 및 안내 서비스를 제공할 수 있는 경로 단위 네트워크 데이터 업데이트 기법을 제안하였다. 또한 제안 기법의 타당성을 검증하기 위하여 클라이언트/서버 기반의 시뮬레이션 환경을 구축하고, 실제 도로망도 일부에 대하여 네트워크 데이터를 생성하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 사용자가 요구하는 경로에 대하여 서버의 최신 데이터를 반영한 최적의 경로를 제공할 수 있었다. 본 연구의 성과로

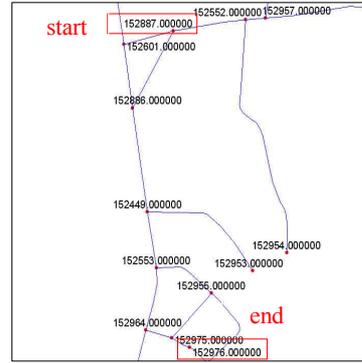
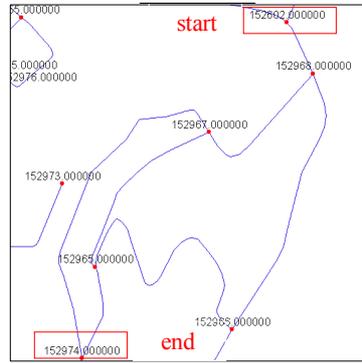
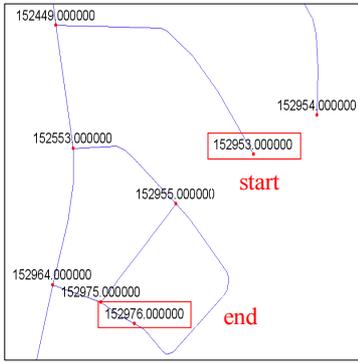


그림 4. 테스트 1의 구간 및 Node_Id 그림 5. 테스트 2의 구간 및 Node_Id 그림 6. 테스트 3의 구간 및 Node_Id

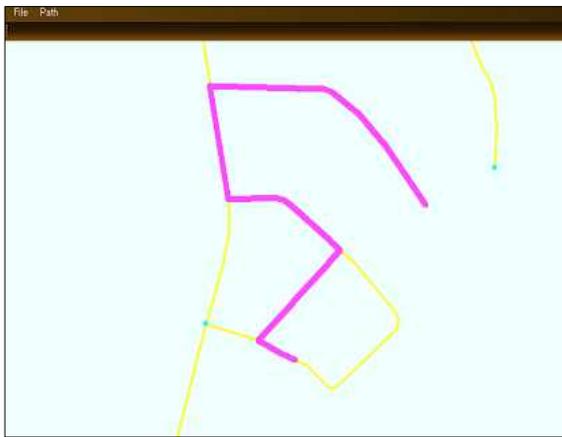


그림 7. 테스트 1 - 경로 검증 전(도로신설)

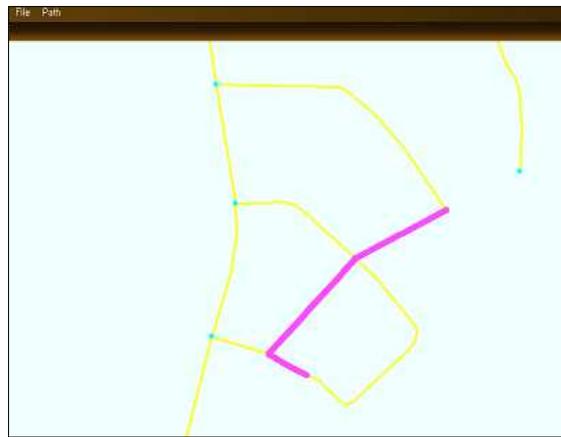


그림 8. 테스트 1 - 경로 검증 후(도로신설)

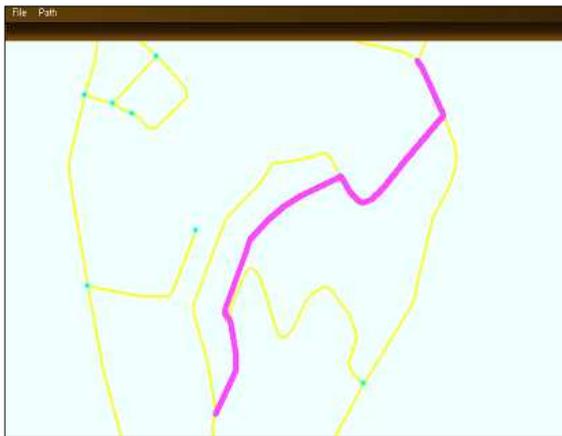


그림 9. 테스트 2 - 경로 검증 전(도로폐쇄)

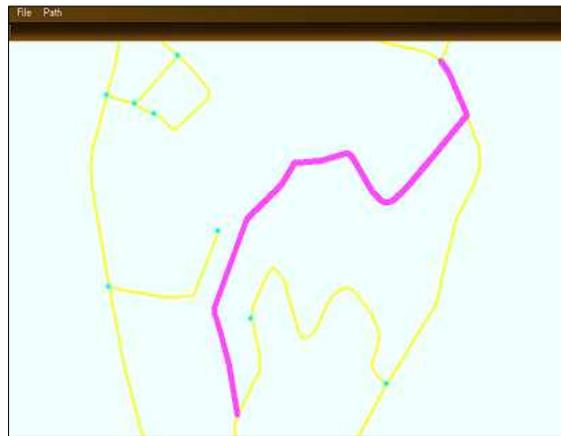


그림 10. 테스트 2 - 경로 검증 후(도로폐쇄)



그림 11. 테스트 1 - 경로 검증 전(도로변경)



그림 12. 테스트 1 - 경로 검증 전(도로변경)

기존 CNS의 데이터 업데이트 방안이 가지고 있는 문제점을 해결할 수 있을 것으로 판단되며, 다양한 위치기반 서비스에도 유사하게 적용될 수 있을 것으로 판단된다. 향후 연구로는 본 연구에서 제안한 기법을 광역의 네트워크 데이터에 대하여 적용함으로써 더욱 복잡하고 방대한 데이터 상에서 발생할 수 있는 문제점을 도출하고, 제한된 무선 통신 환경을 고려하여 실제 전송되는 데이터의 용량 및 속도 등 성능 분석에 대한 연구를 수행하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형 국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(07국토정보 C04)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 가철오, 2006, "디지털 이동멀티미디어 방송에 적합한 지도데이터 구성 및 전송 방안 연구", 석사학위논문, 서울대학교.
2. 김정욱, 가철오, 유기운, 김용일, 2007, "데이터 캐로절을 이용

- 한 지상과 DMB 지도서비스 구성방안에 관한 연구", 한국GIS학회지, 제15권 제1호, pp. 15-23.
3. 장인성, 김재철, 이성호, 김주완, 2006, "텔레매틱스용 맵 부분 업데이트 서버 기술", 한국공간정보시스템학회, 추계학술대회 U-방재국토의 구현, pp. 288-293.
4. 조성의, 김경호, 주인학, 박정호, 채기주, 이승용, 2007, "차세대 네비게이션 기술 현황 및 전망", 전자통신동향분석, 제22권 제3호, pp. 12.
5. 한국공간정보통신, 2007, IntraMap/Object 2.0 Reference Guide.
6. 한국소비자원, 2006, "네비게이션 시험결과 보고서".
7. 한국전자통신연구원, 2008, "텔레매틱스용 Map Air Update 기술 개발에 관한 연구", 연구개발결과보고서.
8. 한국정보통신기술협회, 2006, "Map Air Update를 위한 MCP-MAUS 간 서비스 프로토콜", TTAS.KO-06.0129.
9. 한국정보통신기술협회, 2006, "Map Air Update를 위한 MAUS-단말 간 서비스 프로토콜", TTAS.KO-06.0130.
10. Dijkstra, E. W., 1959, "A Note on Two Problems in Connection with Graphs", Numerische Mathematik, 1:269-271.
11. Michael J de Smith, Michael F Goodchild, Paul A Longley, 2008, "Geospatial Analysis", Lightning Source Inc.
12. Sakamoto Atsushi, Osawa Yutaka, 2000, "A proposal data renewal method for car navigation", IEIC Technical Report Vol. 100 No. 243, pp. 7-12.