
위치 데이터 인덱스 기법을 적용한 모바일 플랫폼 구현

박창희* · 강진석** · 성미영** · 박종승** · 김장형***

An Implementation of Mobile Platform using Location Data Index Techniques

Chang-Hee Park* · Jin-Suk Kang** · Mee-young Sung** · Jong-song Park** · Jang-Hyung Kim***

요 약

본 논문은 모바일 상에서 GPS와 전자지도를 이용하여 차량 영상의 번호판 및 이동물체의 위치를 실시간 및 시물레이션 동작 모드로 전자지도상에 보여주는 시스템을 구현하였다. 또한, 모바일 단말기 일종의 하나인 PDA에 부착되어 있는 카메라를 통하여 입력되는 차량의 전, 후면의 번호판을 자동으로 인식, 검증하는 모바일 영상처리 기술을 이용하여 차량 번호를 검출하고 무선 통신망을 통해 원격 서버에 차량 번호와 모바일 단말기의 위치 정보를 함께 전송함으로써 GPS에 의하여 지형 및 위치 정보를 측정하고 PDA와 무선 통신을 이용하여 실시간으로 전송함으로써 차량의 정보를 효과적으로 획득할 수 있다. 이는 위치 정보의 획득과 차량의 번호판을 영상 처리하여 실시간으로 중앙관제소에 텍스트 형태로 전송하고 이를 도면화한다. GPS에 의한 위치정보획득과 PDA에 의한 영상처리를 활용하여 정확한 차량의 위치 및 위치정보를 측정하고 중앙관제소로 전송하여 관제소에서 차량의 유형, 이상여부 및 위치 정보를 실시간으로 획득하여 각종 정보에 이용하며, 이러한 특성 정보를 통해 적합한 위치를 추적이 가능한 임베디드형 시스템을 구현한다.

ABSTRACT

In this thesis, GPS and the electronic mapping were used to realize such a system by recognizing license plate numbers and identifying the location of objects that move at synchronous times with simulated movement in the electronic map. As well, throughout the study, a camera attached to a PDA, one of the mobile devices, automatically recognized and confirmed acquired license plate numbers from the front and back of each car. Using this mobile technique in a wireless network, searches for specific plate numbers and information about the location of the car is transmitted to a remote server. The use of such a GPS-based system allows for the measurement of topography and the effective acquisition of a car's location. The information is then transmitted to a central controlling center and stored as text to be reproduced later in the form of diagrams. Getting positional information through GPS and using image-processing with a PDA makes it possible to estimate the correct information of a car's location and to transmit the specific information of the car to a control center simultaneously, so that the center will get information such as type of the car, possibility of the defects that a car might have, and possibly to offer help with those functions. Such information can establish a mobile system that can recognize and accurately trace the location of cars.

키워드

LBS(Location Based Services), HBR tree, Mobile Platform

* 제주산업정보대학 인터넷비즈니스학과 정회원
** 인천대학교 컴퓨터공학과 정회원
*** 제주대학교 통신컴퓨터공학부 정회원

I. 서론

국내외의 기술 발달로 많은 사람들이 핸드폰, PDA, HPC 등과 같은 모바일 장치를 많이 사용하고 있고, 무선 네트워크의 발전으로 인하여 실생활에서도 무선 네트워크가 많이 보급되고 있다.[15] 또한, 소형의 GPS 장치의 모듈식 개발로 인하여 앞으로는 항공기, 선박, 기차, 자동차뿐만 아니라 개인이 사용하고 있는 모바일 장치에도 GPS(위치결정시스템: global positioning system) 장치가 부착되어질 것이다. 이러한 기술적인 발전을 예측하여 볼 때 현재 많이 사용되고 있는 GIS는 동적인 상황(예, 차량의 움직임이나 개인의 위치 파악)에서 데이터를 빠르게 처리하여 신속하게 대응하기 위해 현장의 사물을 곧바로 인식하여 실시간 전송을 통해 신뢰성 있게 정보 처리를 위한 방법, 서버에 있는 대용량의 공간 및 비공간 데이터를 전송할 때 필요한 데이터만을 추출하기 위한 알고리즘, 그리고 최단 경로 탐색 방법 등에 대한 연구가 필요하다[16].

본 논문에서는 PDA에 부착되어 있는 카메라를 통해 차량 정보를 자동으로 인식하고, GPS에 의해 차량 위치에 대한 정보를 획득하여 무선으로 중앙관제소와 연결하여 정보를 효율적으로 관리하는 시스템을 구현한다. 이 시스템은 GPS 위성의 신호를 수신할 수 있는 안테나, 수신한 전기적 신호를 2진수의 신호로 변환하는 센서, 센서에서 변환한 2진수의 신호를 분석하고 X, Y, Z의 3차원 좌표를 추출할 수 있는 모듈로 구성된다. 또한 무선통신시스템은 획득한 3차원 지형 정보와 차량이 있는 위치 정보를 PDA를 이용하여 현장에서 간단하게 레이어(layer)를 결정 및 정리하여 중앙관제소에 전송할 수 있는 시스템으로서 무선 인터넷으로 구성된다. 팜 PDA는 화면 해상도가 낮기 때문에 복잡한 공간 객체를 정확히 표현하기 어렵다. 그리고 한 레코드의 최대크기가 64KB로 제한적이다[10]. 이를 위해서는 공간 데이터를 저장하는 구조와 기본적인 공간데이터에 대한 처리방법 등의 시, 공간 인덱스의 단점을 해결하는 새로운 위치 데이터 인덱스 방법을 제안한다. 또한 개인휴대단말기에서 디지털 촬영기와 PDA를 연결시킨 장치를 통해 차량번호를 자동으로 검출한다. 이때 먼저 차량 번호판 영역을 검색하고, 번호판의 문자와 숫자영역을 검출하여 텍스트 형식으로 전송한다. 이는 사용자가 차량을 보고 차량번호를 판단하는 주관적인 방법에서 탈피해, 영상처리 기법을 통해 차량번호 검

색에 객관성을 부여하며, 사용자가 눈으로 판단하기 어려운 차량번호를 디지털화된 영상을 가지고 처리함으로써 보다 정확한 차량번호를 검출할 수 있다. 더군다나 개인 휴대 단말기의 특성을 활용해 언제 어디서든지 차량 정보를 조회 및 위치 추적이 가능하여 차량 도난 방지 및 보안, 차량 위치 및 경로 추적, 차량 과속 측정 등 다양한 분야에 적용될 수 있을 것이다.

II. 관련 연구

2.1. LBS(location based services)

임베디드 컴퓨팅 또는 모바일 컴퓨팅이란 이동 환경에서 컴퓨터를 사용하는 것을 총칭한다. 따라서 일반 PDA나 HPC는 물론 노트북 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 심지어 경찰 순찰차나 병원에서 운영하는 비상용 응급차의 내부에 설치되어 있는 컴퓨터까지도 임베디드 컴퓨팅이라 할 수 있다[9].

임베디드 GPS란 임베디드의 개념과 GPS의 개념이 합쳐진 것으로 PC 환경이 아닌 모바일 컴퓨팅 환경에서 운영되는 GPS 솔루션을 의미한다. 초기에는 단순히 위치 정보만 제공해 왔지만, 현재는 셀룰라나 PCS 개인 휴대 단말기에 이르기까지 그 범위가 점점 확대되어 가고 있으며 앞으로는 다른 서비스와 결합하여 시너지 효과를 일으킬 것으로 예상되고 있다. 임베디드 컴퓨터에 GPS 응용 프로그램을 장착하면 활동 및 지역의 제약을 벗어나 실시간 정보 획득의 이중적 이점을 살릴 수 있다. 예를 들어 중앙의 서버가 가장 효과적으로 업무를 처리할 수 있는 직원에게만 지시를 보냄으로써 업무의 효율성을 높일 수 있다[9][21].

임베디드 GPS는 휴대용 단말기, 무선 인터넷, GPS 장치 등의 발전으로 점차적으로 다양한 분야에 응용되고 있다. GPS는 인공위성에서 발사한 전파를 수신하여 관측점까지의 소요 시간을 관측함으로써 관측지점의 위치를 구하는 시스템이다. GPS를 이용한 기술은 최근 측지, 항법, 측량, 차량추적, 레저 등과 같은 다양한 분야에서 크게 각광을 받고 있는데, 그 이유는 이전의 방법에 비해 손쉽게 신속하게 정확한 위치 정보를 실시간으로 얻을 수 있기 때문이다[3].

일반적인 의미에서의 LBS는 이동 통신 기술의 발달과 함께 휴대폰, PDA, HPC 등 휴대용 단말기를 이용하여 위

치를 추적하고 위치와 관련된 정보를 제공하는 유/무선 단말기의 진보된 서비스라고 할 수 있다. 이러한 LBS를 구축하기 위해서는 최첨단 위치 결정 기술, 위치 정확도 향상 기술, 무선 인터넷 위치 처리 기술, 공간 데이터 처리 기술, LBS 플랫폼 기술, LBS 응용 소프트웨어 개발 기술, 개방형 GIS 및 관련 표준화 기술, LBS 응용 서비스 개발 기술 등이 필요하다. (ISO TC/211, 19132 geographic information)

LBS는 크게 위치 측위 기술(LDT: location determination technology), 위치 처리 플랫폼(LEP: location enabled platform), 위치 응용 프로그램(LAP: location application program)의 3가지 부분으로 나뉘어 진다. 이를 기반으로 하여 OGC(OpenGIS consortium)에서는 그림 1과 같이 LBS의 기본 개념도를 제시하였다[22].

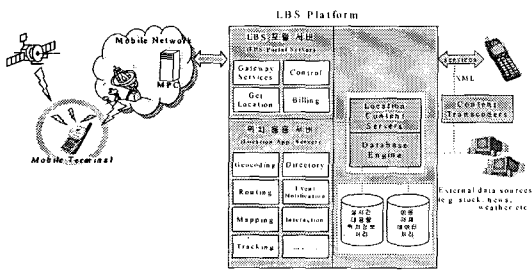


그림 1. LBS플랫폼의 기본 개념도
Fig. 2. Basic conception of LBS

2.2. LBS에서의 영상처리

LBS에서의 영상처리는 사용자의 무선 단말기에 적합하도록 콘텐츠를 변환하여 전송하는 기능을 담당한다. 시스템 구성은 외부에서 요청한 텍스트 콘텐츠를 유무선 단말기 특성에 따라 변환하는 텍스트 엔코더, 요청한 이미지 콘텐츠를 유무선 단말기 특성에 따라, 크기, 색상, 해상도 등을 변환하는 이미지 엔코더, 위치정보를 표시하는 좌표를 경위도, TM(thematic mapper), UIM(user identity module)의 스마트카드 등 상이한 좌표계 간의 상호 변환을 지원하는 좌표 요소, POI(point of interest) 및 위치 기반 콘텐츠의 연계 인터페이스를 지원하는 콘텐츠 요소로 이루어진다[3].

1) 엔코딩(Encoding)

엔코딩은 콘텐츠를 전달하고자 하는 LCS(location services) 클라이언트 장치의 환경에 맞게 요청한 콘텐츠의 내용을 대체(substitution), 변환(translation), 요약

(summarization), 추출(extraction)의 작업을 거쳐 클라이언트 무선 단말기에 맞는 형태와 포맷으로 변경하는 이미지 엔코딩과 텍스트 엔코딩 기능을 제공한다[8].

(1) 텍스트 엔코딩(Text Encoder)

텍스트 엔코딩은 텍스트 콘텐츠를 제품 사양이 다른 여러 종류의 장비에 콘텐츠가 사용될 수 있도록 텍스트 콘텐츠를 변환해 주는 기능으로 HTML로 작성된 콘텐츠를 Target Markup Language로 변환한다. 이를 통하여 WAP, ME 브라우저에 대한 콘텐츠 상호변환이 가능하다.

(2) 이미지 엔코딩(Image Encoder)

이미지 엔코딩은 클라이언트무선기기가 지원하는 형식으로 이미지 파일의 포맷을 바꿔주거나 파일의 크기, 색상 수를 조절하는 기능을 수행한다. 또한 이미지를 지원하지 않는 장치의 경우 이미지를 콘텐츠에서 제거하고 텍스트로 이미지의 내용을 표현하는 기능을 수행한다. 이를 통하여 NBMP, WBMP 등의 상호변환 기능을 수행한다.

2) 좌표계(Coordination component)

Coordination component는 개발환경이나 서비스에 따라 경위도 변환 모듈, TM 변환 모듈, UTM 변환 모듈을 사용하여 경의도 좌표, TM 좌표, UTM 좌표로 상호간에 변환할 수 있는 기능과 LIPS로부터 위치정보를 수신하고 변환 처리하는 기능을 제공한다. 이를 통해 좌표체계 변환 기능인 Coord trans 기능을 수행한다.

2.3. 위치 데이터 처리 시 문제점 및 해결 방안

본 절에서는 위치 데이터 획득 정책을 이용하여 이동 객체의 위치 데이터를 획득한 후 활용하고자 할 때 이전의 데이터베이스 시스템이나 GPS를 사용할 때 발생하게 되는 문제점을 데이터베이스 측면, 인덱스의 측면, 저장 및 검색의 측면에서 살펴본다[16].

1) 데이터베이스 측면에서의 문제점

임베디드 환경의 위치 기반 서비스에서 가장 기본적인 면서도 필요한 기능이 바로 임베디드 시스템 사용자(즉, 이동 객체)의 위치 정보관리 기법이다. 특히, 이동 객체에 대한 위치 정보는 시간이 흐름에 따라 그 변화량이 방대하게 증가되기 때문에 대용량 데이터를 관리하기 위한 데이터베이스 시스템의 활용이 반드시 필요하게 된다. 또한, 연속적으로 위치 정보가 변경되는 이동 객체에 대하여 데이터베이스 시스템을 이용하여 저장 및 관리하기 위해서는 연속적인 객체의 위치 정보 변화를 데이터베이스 내에 표현하고 이를 이용한 질의 및 검색이 가능해야 한

다. 하지만 기존의 상용화된 데이터베이스 시스템을 이용하여 이동 객체를 저장 및 관리할 경우 이동 객체의 연속적인 위치 변화 정보와 같은 시간의 흐름에 따라 변화하는 객체에 대한 추적 정보를 제공하기 어렵다.

2) 인덱스 측면에서의 문제점

이동 객체를 처리하기 위한 시공간 데이터베이스 시스템의 인덱스 기법으로는 **R-tree** 계열의 인덱스 구조를 시간의 흐름에 따라 객체의 공간 정보가 변화되는 시공간 데이터의 특성을 고려하여 변형 및 확장한 방법들이 있다. 그러나 실제 임베디드 환경에서 임베디드 사용자의 위치를 얻기 위한 위치 측위 기술들은 다수의 사용자들에 대하여 동일한 시공간 정보, 즉 같은 시간에 같은 공간적인 영역을 갖는 것으로 처리하고 있다. 이러한 동일한 시공간 정보를 갖는 다수의 이동 객체들을 처리하기 위하여 기존의 **R-Tree** 기반의 시공간 인덱스 기법을 이용할 경우 이동 객체가 여러 리프 노드에 분산 저장되어 인덱스 크기가 커지게 된다는 문제가 발생된다.

3) 저장 및 검색 측면에서의 문제점

임베디드 **GPS** 분야의 위치 기반 서비스에서 주된 구성 요소는 이동 객체의 위치 정보이며 이러한 위치 정보는 **GPS**를 통하여 초당 몇 십만 건에서 몇 백만 건의 데이터가 생성 및 변경된다. 일반적으로 이동 객체의 위치 정보는 사용자의 수가 많을수록, 위치 정보를 획득하기 위한 시간이 짧을수록, 그리고 데이터를 획득하기 위한 영역이 넓을수록 저장해야 하는 데이터의 양은 커지게 된다. 그러므로 이러한 대용량의 데이터를 단일 시스템, 단일 데이터베이스에 저장하는 것은 시스템의 성능이 매우 뛰어나더라도 처리에 상당한 시간을 소모하게 되어 비효율적이다.

4) 기존 문제점의 해결 방법

본 논문에서는 이동 객체의 위치 정보를 이용하여 위치 기반 서비스를 제공하고자 할 때 기존의 데이터베이스 시스템 및 **GPS**를 사용할 때 발생할 수 있는 문제점을 데이터베이스 측면, 인덱스의 측면, 저장 및 검색의 측면으로 나누어 살펴보았다. 데이터베이스 측면에서의 문제점은 이동 객체가 가지는 속성, 즉 위치 획득 정책에 의해서 위치 데이터가 획득될 때마다 데이터베이스에 존재하는 기존의 위치 데이터가 변화되어야 하는데 기존의 데이터베이스 시스템 및 **GIS**로는 이를 효과적으로 반영하기 어렵다. 그러므로 이동 객체의 위치 데이터를 신속하게 처리하기 위해서는 디스크를 기반으로 하는 데이터

베이스시스템 보다는 주기억 장치의 데이터베이스 시스템을 이용하는 것이 좀더 효과적이다. 그리고 이전의 공간 및 시공간에 대한 인덱스로는 **R-tree** 인덱스에서 접근하는 방법, 해쉬 인덱스에서 접근하는 방법, 그리고 **B-tree** 인덱스에서 접근하는 방법이 존재하였다. **R-tree** 인덱스에서 접근하는 방법은 이동 객체가 여러 리프 노드에 분산 저장되어 인덱스 크기가 커지게 된다는 문제와 이로 인해 삽입(삭제)시 동일한 **MBR**을 갖는 객체들의 저장할 위치를 검색하기 위한 디스크 **I/O** 증가가 발생하게 된다는 문제점이 있었다. 해쉬 인덱스에서 접근하는 방법은 인덱스의 생성 및 검색의 속도에서는 만족할 만한 결과를 가져올 수 있지만 해쉬 테이블을 설정해야 하는 최소 영역의 크기를 설정하기가 어렵고 이동 객체의 집중 현상이 발생할 경우 해쉬 테이블에 대한 오버플로우가 발생한다는 문제점이 있다.

B-tree 인덱스에서 접근하는 방법은 검색의 중심이 이동 객체의 좌표 정보가 아닌 이동 객체의 궤적에 초점을 맞추고 있기 때문에 시공간 범위의 질의에서는 오히려 **R-tree** 인덱스에서 확장된 인덱스보다 검색 속도가 느리다는 단점이 있다. 그러므로 이동 객체의 위치 데이터 특성을 반영하고 **R-tree** 인덱스 계열과 해쉬 인덱스 계열의 문제점을 해결한 **HBR-tree**를 적용한다.

마지막으로 저장 및 검색 측면에서의 문제점은 이동 객체의 위치 데이터는 발생 빈도 및 위치 획득 영역에 따라서 발생하는 용량이 크기 때문에 이를 효과적으로 저장 및 검색하는 방법이 필요하다는 것이다. 이전의 **GIS**에서는 주로 지도 데이터가 저장되어 있었기 때문에 성능이 뛰어난 단일 시스템으로도 충분히 활용이 가능했지만 이동 객체들의 위치 데이터를 저장하기에는 부족한 점이 많기 때문에 본 논문에서는 위치 데이터의 특성을 고려하여 분산 환경에서 대용량의 위치 데이터를 효과적으로 저장할 수 있는 공간 데이터의 저장 시스템을 연구한다[21].

III. 위치 데이터 인덱스

공간데이터는 양이 크고 복잡한 공간 연산을 필요로 한다. **PDA**에서 공간 데이터를 효율적으로 처리 및 검색하기 위해서는 데이터양을 감소시키고 공간 색인 기법을 적용한 저장 구조로 데이터를 변환하는 것이 필요하다. **PDA**는 공간 데이터를 수용할 수 있는 저장 공간이 적

고 저장 구조가 데이터베이스 형태의 직접 접근이 가능한 순차적인 가변길이 레코드 단위의 저장 구조이다.

R-tree는 높이 균형 트리 구조이기 때문에 데이터의 분포와 관계없이 일반적으로 검색에 우수한 성능을 나타낸다. 그러나 이동 객체의 계속되는 위치 이동으로 인해 인덱스의 변경이 발생하고, 인덱스의 빈번한 변경으로 전체적인 인덱스의 성능 저하가 발생한다. 이와 같은 문제의 원인은 공간 인덱스가 변경이 극히 적은 정적 데이터를 기반으로 설계되었기 때문에 검색에는 효과적이지만 삽입이나 갱신이 빈번한 위치 데이터의 연산에는 적합하지 않은 구조이기 때문이다.

본 논문에서는 기존의 공간, 시공간 인덱스의 단점을 해결하는 새로운 위치 데이터 인덱스 방법을 제안한다. 이동 객체의 위치 변경으로 인한 빈번한 인덱스의 갱신 문제는 해쉬 함수를 이용하여 줄일 수 있다. 이는 2차원 해쉬 알고리즘의 장점과 R-tree 계열 인덱스의 장점을 취합하여 이동 객체의 변경연산을 효과적으로 처리할 수 있으며 HBR-tree는 약간의 변경을 통하여 과거 위치 데이터에 대한 인덱스를 구성할 수 있기 때문에 이동 객체의 추적에 대한 질의에도 신속하게 대응할 수 있다.

3.1. HBR-tree의 구조

본 논문에서 적용된 HBR-tree는 기존의 R-tree의 장점과 해쉬 인덱스의 장점을 동시에 수용하고 있다. HBR-tree는 R-tree의 해쉬 인덱스에서 확장된 개념으로 HBR-tree의 구조는 그림 2과 같다.

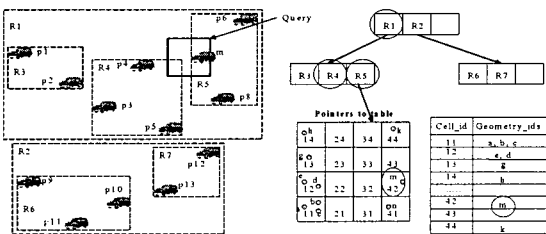


그림 2. HBR-tree의 구조
Fig. 2. The structure of HBR-tree

HBR-tree에서 영역에 대한 질의가 들어오면 R-tree의 트리에서 해당하는 MBR을 검색하게 된다. 그림 2에서와 같이 R1의 전체 영역 중 질의에 포함되는 R4와 R5를 검색한 후 해쉬 테이블에서 m을 구하게 된다. 일반적인 위치 데이터의 갱신은 해쉬 함수에서 일어나고, 이에 대한 전

체적인 MBR의 검색은 R-tree에서 일어나게 되므로 빈번한 이동 객체의 변경에도 빠른 처리가 가능하게 된다[18].

3.2 HBR-tree의 알고리즘

현재 이동 객체의 위치 데이터 획득은 특정 시간의 간격에 따라 연속적으로 발생한다. 즉, 특정 시간에서의 동일한 시간 정보를 가지는 이동 객체들을 획득하여 삽입한다. 그리고 나서, 다시 특정 시간에서 동일한 시간 정보를 가지는 이동 객체들을 획득하여 삽입하는 작업을 반복하게 된다.

본 논문에서는 이동 객체를 삽입할 때 중간 노드의 사각형 영역이 최소로 증가하도록 하여 간접적으로 겹치는 영역을 줄이고, 삽입할 리프 노드에 오버플로우가 발생하였을 때 리프 노드에서 분할이 일어나게 하였다. 새로운 이동 객체를 삽입하고자 할 경우 가장 먼저 삽입되는 객체는 해쉬 테이블에 저장된다. 두 번째 이동 객체를 삽입할 때, 해쉬 함수를 이용하여 이전 이동 객체의 MBR 정보와 동일한 시공간 정보를 가지고 있을 경우 이전에 저장된 객체와 새로 삽입하고자 하는 이동 객체를 동일한 해쉬 테이블에 저장한다. 만약 이동 객체를 삽입할 때 해쉬 함수가 설정한 영역과 다른 영역에 저장되어야 한다면 별도의 해쉬 함수를 이용해 다른 MBR을 구성한다. 구성된 MBR을 R-tree에 추가한다. 표 1은 해쉬 함수에서 이동 객체가 삽입될 때의 알고리즘을 보여준다[18].

표 1. HBR-tree의 삽입 알고리즘
Table 1. Insertion algorithm for HBR-tree

```

Algorithm InsertData(p)
Input p : array of points
Output The new HBR-tree that result after insertion of p
Begin
1. Calculate MBR(p)
2. Search R-tree to find predefined hash table.
3. If previous hash table is found, call InsertIntoHash(p), else call MakeNewHash(p)
4. e = MBR of p
5. cn = root
6. If cn is leaf stop.
7. From all entries in cn, choose the one e with smallest room.
8. cn = e.ptr, go to 6.
9. Insert e into cn. Call SplitAndAdjust (cn).
   SplitAndAdjust(cn)
1. If cn is overfull, call Split(cn) to produce cn1 and cn2, replace cn's old entry in its parent by e1 = Union(cn1), e2 = Union(cn2), call SplitAndAdjust on cn's parent.
2. Otherwise, if e = Union(cn) is different from cn's old entry in its parent, replace the old entry with e, call SplitAndAdjust on cn's parent.
End
    
```

HBR-tree에서 이동 객체를 검색하기 위한 알고리즘은 루트부터 시작해서 트리의 아래 방향으로 검색하며 질의 영역과 겹치는 중간 노드의 사각형들에 대해 대응하는 자식 노드들을 루트로 하여 재귀적으로 검색하는 방법을 사용한다. 이동 객체에 대한 점 질의 수행 순서 및 과정은 표 2와 같다.

표 2. HBR-tree의 검색 알고리즘
Table 2. Search algorithm for HBR-tree

```

Algorithm SearchData(W)
Input W : search window(MBR)
Output All object overlapping W
Begin
1. Start at the root
2. If current node is non-leaf, for each entry <MBR, ptr>,
   if Consistent(MBR, W), search subtree identified by ptr
3. If current node is leaf, for each entry <E, hid>, if E overlaps W, hid
   identifies a pointer of hash table MBR that overlaps W.
4. Find all objects in hash table.
End
    
```

HBR-tree에서 이동 객체를 삭제하기 위한 알고리즘은 루트부터 시작해서 트리의 아래 방향으로 검색하며 질의 영역과 겹치는 중간 노드의 사각형들에 대해 대응하는 자식 노드들을 루트로 하여 재귀적으로 삭제하는 방법을 사용한다. 이동 객체에 대한 삭제 수행 순서 및 과정은 표 3와 같다.

표 3. HBR-tree의 삭제 알고리즘
Table 3. Delete algorithm for HBR-tree

```

Algorithm DeleteData(T, e)
Input T : HBR-tree rooted at node T, e : Index entry(id, hRect)
Output The new HBR-tree that results after the deletion of e
Begin
1. Using the search procedure, find a leaf cn where entry e is located
2. Remove e from cn. Call SplitAndAdjust(cn).
   SplitAndAdjust(cn)
1. If cn is underfull, deallocate the node cn remove cn's entry its parent, call
   SplitAndAdjust on cn's parent, and reinsert all cn's entries of merge them into
   some other node
2. Otherwise, if e = Union(cn) is different from cn's old entry in its parent, replace the
   old entry with e, call SplitAndAdjust on cn's parent.
End
    
```

3.3 위치추위와 LBS

위치 정보는 무선 인터넷 시장이 확산 되면서 무선 인터넷의 새로운 애플리케이션으로서 등장했다. 이러한 위치 기반의 서비스를 제공하기 위해서는 무선 위치를 추위할 수 있는 LBS 기술 및 구축이 필요하다. LBS는 사용자의 현재 위치를 파악하여 이를 각종 서비스와 연계, 제공하는 위치기반 서비스로 높은 정확도의 다양한 적용분야로 사용할 수 있다. LBS에서 위치 추위를 위해서는 다른 장비와 연결할 수 있는 인터페이스를 통해 NMEA 0183 protocol을 설정하면 GPGGA, GPRMC, GPGSA, GPGSV 문장 형태로 분석할 수 있다[25].

1) 좌표계

항법 및 지리정보시스템의 공간 내에서 한 점의 위치를 표시하기 위한 방법을 좌표계라 한다. 좌표계는 한 기준점으로부터 방향과 거리에 의해서 나타나는 상대적 위치 관계의 표현이다. 표 4는 본 논문에서 사용된 WGS-84, Bessel 타원체의 경·위도 좌표와 관련된 특징을 나타내는 것으로, 두 타원체간에 약간의 차이가 있음을 알 수 있다.

표 4. 타원체 좌표계
Table 4. Ellipsoidal coordinate

타원체	장반경	1/편평률(Flattening)
WGS-84	6378137	298.257223563
Bessel	6377397.155	299.1528128

변환 모델에 의해서 좌표 변환된 Bessel 지심 좌표를 다시 경·위도 좌표로 변환해야 한다. 변환된 Bessel 경·위도 및 고도 (λ, ϕ, h) 좌표를 Bessel 3차원 직각 좌표 (X_k, Y_k, Z_k)의 변환은 식 (1)과 같다. 본 논문에서는 거리산출이나 측량계산, 수학에서 대단히 널리 사용되는 윙메카토르 투영 평면직각 좌표인 국립지리원의 전자지도도를 사용하여 GPS를 장착한 이동물체의 현재 위치를 표시하였다. 기지국에 수신된 위치정보의 좌표변환과정은 GPS에서 사용하는 좌표계인 WGS-84 타원체의 경·위도 좌표이므로 이를 평면직각 좌표를 사용하는 전자지도에 직접 사용할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 X_k &= (N+h) \cdot \cos\phi\cos\lambda \\
 Y_k &= (N+h) \cdot \cos\phi\sin\lambda \\
 Z_k &= \left(\frac{b^2}{a^2}N+h\right) \cdot \sin\phi
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

여기서

- h : WGS-84 타원체면으로부터 높이
- N : 모유선 곡률반경 ($a^2/\sqrt{a^2\cos^2\phi + b^2\sin^2\phi}$)
- a : 타원체 장반경
- b : 타원체 단반경

2) 전자지도

이동물체의 위치를 실시간으로 모니터링하기 위해서는 정확한 전자지도의 제작과 이를 기반으로 한 지리정보시스템의 구현이 필수적일 것이다. 전자지도란 축척별로 분류된 중이형도 등을 자동화된 시스템으로 수치화하여 컴퓨터가 인식할 수 있는 형태로 만들어진 지도 데이터를 의미한다. 본 논문에서는 국내에서도 많이 사용되고, 도면 데이터 교환을 위해 개발된 DXF 포맷의 국립지리원 전자지도를 사용하여 GPS를 장착한 이동 물체의 현재 위치를 표시하였다.

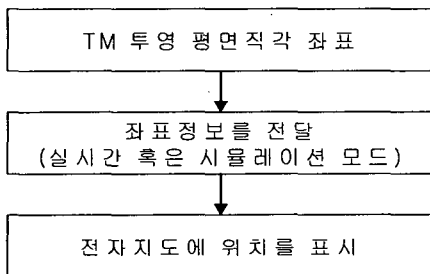


그림 3. 전자지도상에서 좌표 표시 과정
Fig. 3. Process in marking of position coordinate

위치추적은 두 가지 모드로 동작 시켰는데, 실시간 동작 모드일 경우 전송된 평면 직각 좌표는 전자지도상에 2초 간격으로 표시되며 시뮬레이션 동작모드일 경우에는 사용자 이벤트에 따라 표시되도록 하였다. 그림 3는 좌표를 전자지도상에 표시하는 과정을 보여주고 있다.

IV. 실험 고찰 및 결과

본 논문은 Windows CE 운영체제와 32Mbyte를 갖는 IPaq 3630 PDA 모델에서 PDA에 장착된 카메라로 촬영한 320×240픽셀 크기의 그레이 영상을 가지고 실험을 하였다. 또한, Visual Embedded C 4.0인 응용프로그램을 통해 차량의 번호판 실험을 위해 실제 도로상에서 카메라가 부착된 PDA에 의해 촬영한 100개의 영상을 가지고 오전, 오후, 저녁으로 다양한 시간대에서 100개의 자동차 영상을 획득하였고, 번호판에서 문자 영역을 추출한 후 효과적인 인식을 위하여 크기의 정규화 및 번호판 영역의 각 문자에 대한 최적의 카테고리 수를 생성하는 경계인수 값을 각각 표현하였다. PDA에서 차량의 번호판을 위한 전체적인 흐름은 그림 4과 같은 처리로 진행을 한다.

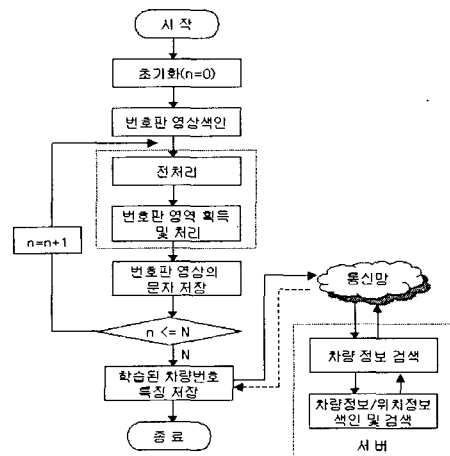


그림 4. 흐름도
Fig. 4. Flowcharts

4.1 시스템 구성

본 논문에서는 PDA에 의해 차량 정보를 자동으로 인식하고, GPS에 의해 차량 위치에 대한 정보를 획득하여 무선으로 중앙관리소와 연결하여 정보를 효율적으로 관리하는 시스템을 구현하였다.

여기서 위치정보 획득은 위치정보 획득모듈과 무선 통신모듈로 구성하였으며 시스템의 전체적인 구성은 그림 5과 같다. GPS를 이용하여 취득한 차량의 번호판 및 위치 데이터를 PDA를 통해서 중앙센터로 전송하고 중앙센터에서는 차량의 이상 유무, 도난, 방법 등의 처리 및 안전에 적용할 수 있는 시스템을 구성하였다.

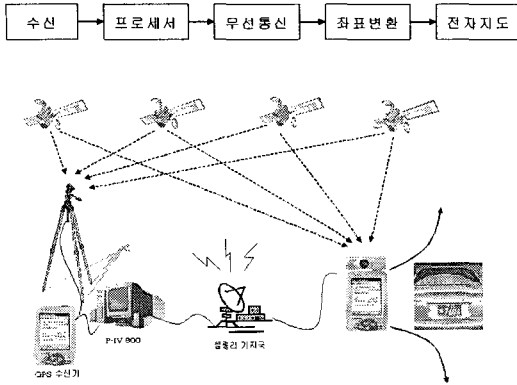


그림 5. 시스템 구성도
Fig. 5. Model of integration system

본 논문에서 개발된 위치 저장 시스템은 네트워크를 기반으로 하여 대용량의 위치 데이터를 저장하고 검색하기 위하여 그림 6과 같은 구조를 갖는다.

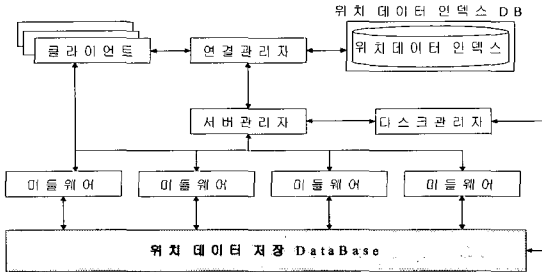


그림 6. 위치저장 시스템의 구조
Fig. 6. The structure of location storage system

그림 6과 같이 우선 위치 저장 시스템에는 크게 위치 데이터를 저장하기 위한 위치 데이터 저장 DB와 위치 데이터 인덱스 DB가 존재한다. 위치 데이터 저장 DB는 이동 객체에서 발생하는 대용량의 위치 데이터를 저장하기 위해 MS-SQL 등과 같은 데이터베이스를 통해 삽입 및 검색이 수행된다. 위치 데이터 인덱스 DB는 위치 데이터를 빠르게 검색하기 위하여 사용자의 연결 관리자에 의해서 인덱스 데이터가 저장 및 검색된다. 위치 데이터를 검색하기 위해서는 우선 클라이언트는 연결 관리자에게 검색하고자 하는 위치 데이터의 정보를 질의하고 반환된 위치 데이터의 미들웨어 정보를 이용하여 해당하는 미들웨어에 접속한다. 접속된 미들웨어에서는 위치 데이터 저장

DB에 질의를 전달하고 위치 데이터의 레코드 셋을 클라이언트로 반환하게 된다.

위치 데이터를 저장하기 위해서는 우선 클라이언트는 서버 관리자에게 위치 데이터를 저장할 수 있는 위치 데이터 저장 DB의 미들웨어에게 위치 데이터를 저장하기 위한 질의를 전달하고 성공적으로 저장되었을 경우 연결 관리자에게 저장된 미들웨어의 정보를 전달하게 된다. 연결 관리자는 성공적으로 저장된 미들웨어의 정보를 위치 데이터 인덱스 DB에 저장한다. 만약 데이터의 저장이 실패하였을 경우에는 실패한 데이터에 대한 로그를 남기게 된다.

4.2. 실험 고찰

1) 차량번호판 실험 고찰

본 논문에서는 카메라가 부착된 PDA에 의해 차량 인식을 위해 차량 번호판의 위치를 찾고 번호판의 숫자 및 문자를 인식해 내는 알고리즘을 제시하였으며, 시뮬레이션을 통하여 실시간 응용 가능성과 성능을 분석하였다. 실험에 사용된 차량 영상은 사업용과 비사업용 승용차, 승합차 및 화물차를 대상으로 하였다. IPaq 3630 PDA 모델에서 PDA에 장착된 카메라로 촬영한 320×240 픽셀 크기의 그레이 영상을 가지고 실험을 하였으며, 성능 분석 결과 PDA에서 차량의 번호판 인식의 실패한 영상의 경우는 그림자를 차량 번호판으로 오인하여 인식된 결과와 훼손된 번호판을 인식한 결과가 대부분이었다. 그림 7에서 (a)는 원영상, (b)는 조건에 의해 번호판 후보 영역으로 번호판 영역만 추출된 결과 영상이다.

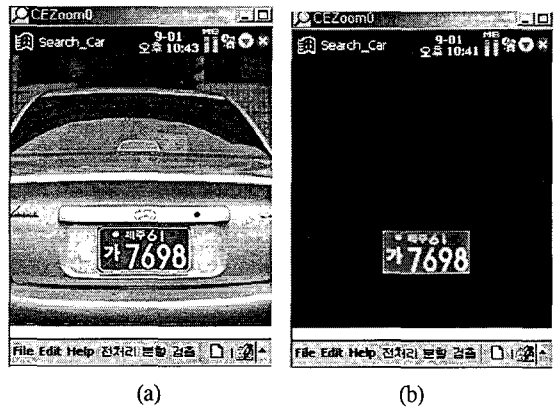


그림 7. 차량번호판 검출 (a) 원영상 (b) 번호판 영역 검출
Fig. 7. Car license plate detection (a) original image (b) detected car license plate

본 논문에서 제안한 시스템은 승용차뿐만 아니라, 대형 승합차와 대형화물차에서도 번호판 영역을 추출하는 결과를 보여주었다. 번호판 영역 추출에 대해서는 그레이 명암도 변화를 이용하여 100개의 차량 영상에 대해 각각 실험하여 번호판 영역의 추출을 비교하였다. 표 5는 보다 더 정교한 차량의 번호판내의 문자 및 숫자를 인식하기 위해 크기를 정규화 하였다. 또한 번호판 영역의 각 문자에 대하여 학습 및 인식을 각각 나누어 시켰으며 표 6는 실험을 통하여 각 문자에 대한 최적의 카테고리 수를 생성하는 경계인수 값이다.

표 5. 번호판 정규화
Table 5. Normalization

구분	관할 관청 기호	용도별 기호	차종별 기호	등록번호
크기(Pixel)	35×15	25×25	18×20	18×36

표 6. 경계인수
Table 6. Vigilance parameter

구분	관할 관청 기호	용도별 기호	차종별 기호	등록번호
경계인수	0.85	0.95	0.95	0.93

본 논문에서 번호판 추출율의 평균은 95%이었고, 처리 시간은 1.0초였다. 표 7과 8는 번호판 영역에서의 각 영역별 평균 인식률로서 각 번호판 영역의 문자들 중 등록 번호가 가장 높은 인식률을 나타내었다. 이는 등록 번호가 다른 문자들에 비하여 상대적으로 크기가 크기 때문이라고 생각된다.

표 7. 인식률
Table 7. Recognition rate

구분	관할 관청 기호	용도별 기호	차종별 기호	등록번호	전체
인식률	94%	96%	94%	97%	95%

표 8. 단계별 인식률
Table 8. Stepwise recognition to result

단계	구분	성공 횟수/실험 대상	성공률(%)
번호판 영역추출		94/100	94%
문자 영역추출		95/100	95%
문자인식		92/100	92%

표 9. 처리시간
Table 9. Processing time

구분	번호판 영역추출	문자 영역추출	문자 인식	전체
처리시간(Sec)	1.0	0.5	0.1	1.6

실험 결과에서 PDA의 제한적인 처리에도 불구하고 그레이 명암도 변화를 이용한 추출 방법에 높은 인식률을 보였으며 추출 시간에도 빠른 적응력을 보였다. 그림 8는 PDA에서 차량의 번호판이 인식된 결과 영상으로 (a)는 문자 인식 결과 영상이고, (b)는 숫자 인식 결과 영상이다.

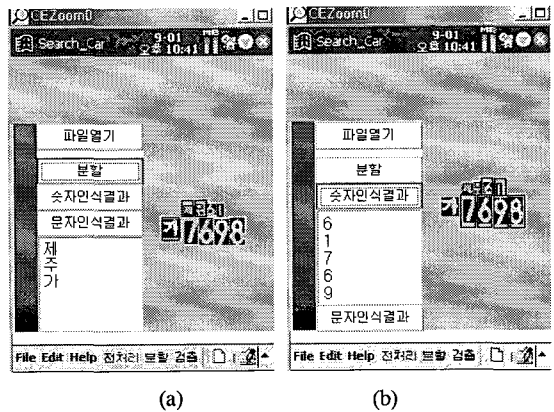


그림 8. 차량번호판 인식 (a) 문자인식 (b) 숫자인식

Fig. 8. Car license plate recognition (a) a character recognition (b) a number recognition

그림 9은 PDA 카메라를 통해 입력된 차량의 번호판을 인식 및 처리된 최종적으로 표현한 결과를 보여주고 있다.



그림 9. 번호판 영상 결과
Fig. 9. The result of composite contents detection

2) 위치 측위 실험 고찰

본 논문에서의 위치측위 기술은 차량의 번호판 인식을 통하여 차량(혹은 화물)의 위치 정보, 상태 정보를 파악하고 관제할 수 있도록 연구되었다. 기존의 서비스는 현재 C/S 환경에서 운영되고 있으며 무선 네트워크를 통한 서비스가 다소 미흡한 실정이다. 또한 실시간으로 차량의 정보를 관제 센터의 단말기, 나아가 사용자 단말기를 통하여 확인하고 확인된 상태에 따라 상황에 알맞은 지령을 전송할 수 있는 서비스를 제공한다.

그림 10과 같이 무선 인터넷상의 위치추적 시스템은 GPS 또는 위치추적 장치를 통하여 위치 정보 서버에 위치 데이터를 수집하여 지도 데이터와 결합되어 위치 소재를 파악하고 클라이언트의 요청에 따라 지도에 위치를 표시하기도 하며 문자 형태로 위치 정보를 제공한다. 또한 위치 정보를 얻기 위해 인식된 차량 번호판의 데이터를 위치 정보와 매칭시킨다.

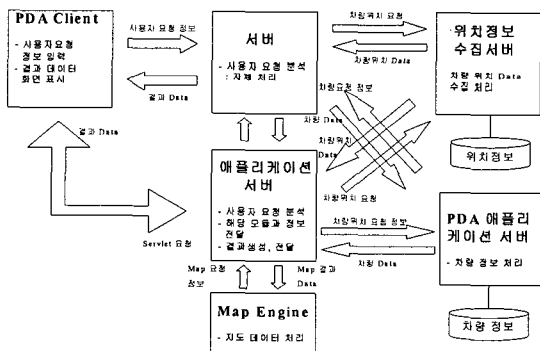


그림 10. 서비스 흐름도
Fig. 10. Services flowcharts

현장에서 PDA 카메라를 통해 입력된 차량의 번호판 및 위치 정보는 GPS 수신기를 통해 획득된 3차원 위치 정보는 NMEA 메시지 형식으로 저장되어 CDMA를 통해서 사무실로 전송한다. 사무실에서는 수신된 정보를 분석한 후 각종 작업에 사용하게 한다. PDA 등과 연계시 CDMA를 이용한 무선 인터넷 통신이 가능하고 휴대성이 뛰어나서 현장에서 위치 정보 데이터를 사무실에 송신하거나 현장의 작업을 수행하는데 효과적이라 할 수 있다. 사무실과 현장은 CDMA 무선 모뎀을 이용하여 자동으로 호출하고 응답한다. 사무실에 CDMA 모뎀을 연결하여 모뎀의 초기화 명령인 AT와 ATZ 및 이동국의 호출에 대한 응답 회수를 1회로 설정한다. 이어서 이동국에서 사무실의 전

화번호를 이용하여 At + ATDT + <IP number> + <Port number> 명령으로 호출한다. 이러한 호출은 시스템을 가동하기 시작하면서 1회 호출을 시도하고 만약 연결이 끊어지면 재 호출을 하도록 프로그램을 작성하였다. 사무실에서는 현장의 호출을 대기하고 있다가 'RING'이라는 메시지가 전송되면 곧 데이터의 송신과 수신을 수행한다. 현장의 호출은 사무실의 보정 메시지를 수신하고 GPS 수신기에 전달한다. 현장에서 호출하기 전에 우선적으로 사무실이 응답모드가 되도록 설정하였다. 호출이 이루어져 연결이 되면 GPS의 RTCM(Radio Technical Communication Maritime) 포트와 RS-232 케이블을 연결하고 통신조건이 일치되도록 한다. 사무실은 통신대기 상태가 설정되고 이어서 현장에서 호출하면 기준국에서는 RING 메시지와 접속의 성공을 나타내는 'CONNECTED 1920'과 같은 연결 및 전송 속도가 표시된다. 이어서 GPS에 의한 보정 메시지를 연속적으로 현장에 전송한다. Fig. 71는 사무실에서 현장을 호출하는 프로그램을 설계한 화면이다. 주요기능은 사무실의 응답기능과 현장의 호출 및 RTCM 보정처리로 프로그램 내부적으로 제 1 통신포트를 GPS로 하고 제 2 통신포트를 CDMA 모뎀으로 설정한 경우 사무실에서는 모뎀으로부터 'RING'과 'CONNECT'라는 이벤트가 발생하면 자동적으로 GPS 포트에 RTCM 메시지를 전달한다. 현장의 경우 전화번호로 호출하고 마찬가지로 'CONNECT'라는 이벤트가 발생하면 전송받은 보정 메시지를 바로 GPS 포트에 연결하도록 하였다.

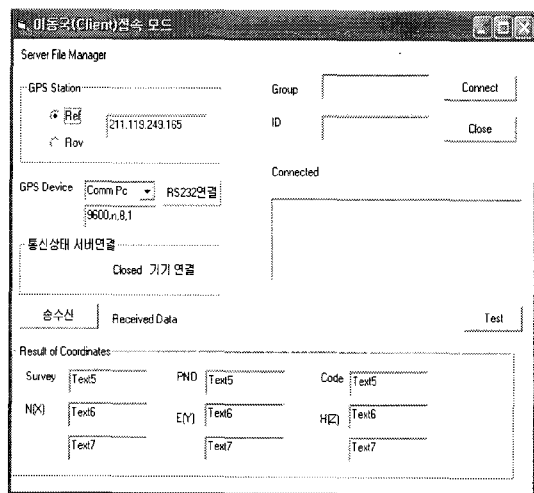


그림 11. 위치측위 연결 프로그램
Fig. 11. Action connection program

또한, 위치추적에 있어서 필요한 핵심요소 중 도형 정보는 위치추적과 차량의 위치정보인 차량번호판 인식 결과를 실시간으로 전송되면 위치 정보를 국립지리원 전자 지도에 정확하게 표현된다.

또한, 이를 바탕으로 기타 응용 서비스에 적용이 가능하다. 전자지도를 구축하기 위해서는 항공사진 촬영, 측량, 해석도화, 구조화편비 등의 과정을 거쳐야 하지만, 국립지도원 전자 지도는 기초 원시자료(전자지도 또는 종이지도 포함)를 바탕으로 하여 구조화편집 작업 위주로 구축되었다.

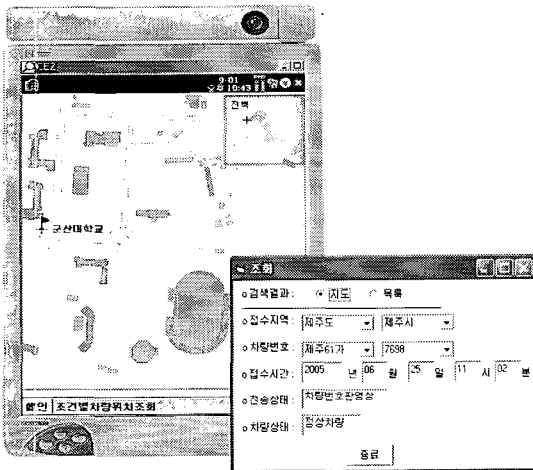


그림 12. 위치기반서비스 결과
Fig. 12. The result of local based services

V. 결 론

최근 PDA, HPC와 같은 모바일 장치의 급속한 발전과 무선 인터넷의 사용이 증가함에 따라 GPS를 기반으로 한 모바일 GIS에 대한 관심이 점차적으로 확대되고 있다. 이러한 추세를 국내외적으로 위치기반서비스를 지원하기 위한 다양한 모바일 GIS가 생겨나고 있으며, 이동 통신 업체를 중심으로 위치 추적, 경로 안내, 지역 안내 등과 같은 실생활에 밀접한 서비스를 제공하고 있다. 이와 같은 임베디드 GPS에서 사용되는 위치 데이터는 기존의 GIS에서 사용되었던 변화가 적은 대용량의 정적인 데이터보다는 특정 시간에 갱신이 빈번한 동적인 데이터가 주로 사용된다. 그리고 임베디드 GPS에서 사용되는 이동 객체의

위치 데이터는 공간 객체와 동일하게 사용되는 경우에 기존의 공간 인덱스를 변경 없이 사용할 수 있다는 장점이 있지만, 위치 데이터는 빈번한 갱신이 주된 작업이기 때문에 검색 위주의 공간 인덱스를 그대로 사용하는 것은 비효율적이다. 또한, 위치 데이터는 특성상 위치 획득의 방법에 따라 대용량으로 발생하기 때문에 이를 효과적으로 저장하기 위한 시스템이 필요하다. 제안 시스템은 차량 위치 추적 시스템 서버와 모바일 인터페이스로 구성된다. 차량 위치 추적 시스템 서버는 차량의 과거 및 미래 위치 정보를 저장, 관리하고 모바일 인터페이스에 차량 위치 검색 결과를 제공하도록 하였다. 모바일 인터페이스는 실시간으로 차량 위치 관련 정보를 서버에 요청하고 서버로부터 제공된 위치 검색 결과를 출력하는 역할을 한다. 이러한 차량 위치 추적 시스템 구현을 위하여 시스템에 적용할 차량 위치 정보를 모델링 하였으며 시스템 구성 및 처리 알고리즘으로 HBR-tree를 제시하였다. HBR-tree는 기존의 공간 인덱스를 위치 데이터 처리에 사용하는 갱신 비용이 크다는 단점을 해결하기 위하여 본 논문에서 제시한 위치 데이터 인덱스이다. HBR-tree는 2차원 해쉬 알고리즘의 장점과 R-tree 계열 인덱스의 장점을 취합하여 개발된 인덱스로서 이동 객체의 변경 연산을 효과적으로 처리할 수 있다. 또한 HBR-tree는 약간의 변경을 통하여 과거 위치 데이터에 대한 인덱스를 구성할 수 있기 때문에 이동 객체의 궤적에 대한 질의에도 신속하게 대응할 수 있다. 구현 시스템에서 제공하는 차량 위치 검색 기능은 '모든 차량의 전체 시간 구간 위치 검색 질의', '모든 차량의 특정 시간구간 위치 검색 질의', '특정 차량의 전체 시간구간 위치 검색 질의', '특정 시점에서의 차량 위치 검색 질의' 등이다. 이는 모바일 환경에서 이동 클라이언트들의 과거 및 미래 차량 위치 검색 질의를 실시간으로 처리할 수 있음을 알 수 있다. 또한 GPS와 PDA를 이용하여 대상지역의 위치정보 획득과 차량의 번호판을 영상 처리하여 실시간으로 중앙관제소에 텍스트 형태로 전송하고 이를 도면화 하였다. GPS에 의한 위치정보획득과 PDA에 의한 무선통신시스템을 활용하여 정확한 차량정보의 위치 및 위치정보를 측정하고 중앙관제소로 전송하여 관제소에서 차량의 유형, 이상여부 및 위치정보를 실시간으로 획득하여 각종 정보에 이용하는 방법을 연구하였다.

참고문헌

- [1] Barbar, D., 1999, "Mobile Computing and Database-A Survey," IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering, Vol.11, pp.108-117.
- [2] E. Lin, C. Podilchuk and E. Delp, 2001, "A Hybrid embedded video codec using base layer information for enhancement layer coding," Proc IEEE Trans. pp.1005-1008.
- [3] H. Aradhye, C. Dorai and J. C. Shim, 2001, "Study of embedded font context and kernel space methods for improved videotext recognition," Proc IEEE Trans. pp.825-828.
- [4] J. O, Smith and J. S. Abel, 2002, "Closed-form least-squares source location estimation from range-difference measurement" IEEE Trans. Acoust., speech, Signal Processing, Vol. ASSP-35, pp. 1661-1669.
- [5] K. H. Ryu and Y. A. Ahn, 2001, "Application of Moving Objects and Spationtemporal Reasoning," TimeCenter TR-58.
- [6] Michael F. Worboys, 2004, "GIS A Computing Perspective".
- [7] N. Kavvadias, A. Chatzigeorgiou, N. Zervas and S. Nikolaidis, 2001, "Memory hierarchy exploration for low power architectures in embedded multimedia applications," Proc IEEE Trans. pp. 1005-1008.
- [8] S. S. Park, Y. A. Ahn, and K. H. Ryu, 2001, "Moving Objects Spationtemporal Reasoning Model for Battlefield Analysis," Proc. of Military, Government and Aerospace Simulation part of ASTC'01, pp. 108-113.
- [9] T. Guionnet, C. Guillemost and S. Pateux, 2001, "Embedded multiple description coding for progressive image transmission over unrelizble channels," Proc IEEE Trans. pp. 1005-1008.
- [10] Y. T. Chan, K. C. Ho, 2003, "A Simple and Efficient estimator for Hyperbolic location", IEEE Trans. on Signal processing, Vol. 42, No. 8, pp. 1905-1915.
- [11] 김창우, 2000, "변위 측정을 위한 GPS 측량 적용에 관한 연구", 군산대학교 대학원 석사학위논문.
- [12] 김종우, 최계현, 김창수, 1999, "GPS 정보와 수치지도 매칭을 통한 위치확인 시스템 구현", 부경대학교.
- [13] 김기홍, 1995, "이동체 주행 안내를 위한 지리정보 데이터베이스의 설계와 구현", Master's thesis, 서울대학교.
- [14] 이용주, 2001, "수직 및 수평 명암도 변화값과 원형 패턴벡터를 이용한 차량번호판 추출 및 인식 알고리즘", 정보과학회논문지, 제8-B권 제2호, pp.195-200.
- [15] 오승, 이창진, 김창호, 2001, "위치기반서비스 분야의 표준화 동향 분석", 개방형지리정보시스템학회 학술회의 논문집, Vol.4, No.1.
- [16] 윤재관, 한기준, 2002, "LBS(Location Based Service)를 위한 기술 개발 동향", 대한전자공학회 전자공학회지, Vol.29, No.12.
- [17] 위성항법중앙사무소(<http://www.ndgps.go.kr>)
- [18] 이창주, 유상의, 이상구, 1997, "PDA의 객체 관리를 위한 알고리즘", 한국정보과학회논문지(B), Vol.24, No.3.
- [19] 양종윤, 안충현, 김경욱, 1999, "GPS와 GIS를 이용한 웹 기반 물류 모니터링 시스템", 전자통신연구원 컴소연구소.
- [20] 조형주, 정진완, 2002, "시공간 질의를 위한 인덱싱 기법", 한국정보과학회 한국데이터베이스 학술대회논문집, Vol.18, No.2.
- [21] 정명균, 김창수, 강병식, 김종우, 2000, "GPS/GIS와 무선통신을 이용한 이동물체 관제 시스템", 한국정보과학회 학술대회논문집, Vol.27, No.1.
- [22] 차득기, 2000, "실시간 DGPS에 의한 원격 측위 및 자동화 유도에 관한 연구", 경기대학교 대학원 박사학위논문.

저자소개



박 창 희(Chang-Hee Park)

1988년 2월 일본 Kinki University 경영공학과 (이공학사)
1993년 2월 일본 Kinki University (상학석사)

2003년 2월 제주대학교 대학원 정보공학과 박사과정 수료
1995년 3월~현재 제주산업정보대학 인터넷비즈니스과 교수

※관심분야: 멀티미디어시스템, 영상처리



성 미 영(Mee-young Sung)

1982년 2월 서울대학교(학사)
1987년 2월 프랑스 INSA de Lyon(공학석사)
1990년 2월 프랑스 INSA de Lyon(공학박사)

1990년~1993년 한국전자통신연구소 인공지능연구실 선임연구원

1993년~현재 인천대학교 컴퓨터공학과 교수

※관심분야: 네트워크 멀티미디어/가상현실, 실감 컴퓨팅



강 전 석(Jin-Suk Kang)

1999년 제주대학교 정보공학과(공학사)
2001년 2월 제주대학교 대학원 정보공학과(공학석사)
2005년 6월 제주대학교 대학원 정보공학과(공학박사)

2004년 8월~2006년 2월 군산대학교 BK교수

2006년 9월~현재 인천대학교 연구교수

※관심분야: 멀티미디어시스템, 영상처리



김 장 형(Jang-Hyung Kim)

1981년 2월 홍익대학교 정밀기계공학과(공학사)
1983년 2월 연세대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)

1990년 8월 홍익대학교 대학원 기계공학과 (공학박사)

1998년 3월~2000년 5월 제주대학교 전자계산소장

1984년 2월~현재 제주대학교 통신컴퓨터공학부 교수

※관심분야: CAD/CAM, 멀티미디어, 인공지능



박 종 승(Jong-song Park)

1992년 경북대학교 컴퓨터공학과 학사
1994년 2월 포항공대 컴퓨터공학 석사
1999년 2월 포항공대 컴퓨터공학 박사

2004년 3월 ~ 현재 인천대학교 컴퓨터공학과 교수

※관심분야: Computer Game, Augmented reality, 3D Vision