

博士學位論文

모바일시스템에 적합한 위치기반
서비스에 관한 연구



濟州大學校 大學院

情報工學科

康 晋 碩

2005年 7月

모바일시스템에 적합한 위치기반 서비스에 관한 연구

指導教授 金 壯 亨

康 晋 碩

이 論文을 工學 博士學位 論文으로 提出함.

2005年 7月

康晋碩의 工學 博士學位 論文을 認准함.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

濟州大學校 大學院

2005年 7月

A Study on Location Based Service for Mobile System

Jin-Suk Kang

(Supervised by professor Jang-Hyung Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement
for the degree of Doctor of Information Engineering

2005. 7.

This thesis has been examined and approved.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Thesis director, _____

2005. 7

Department of Information Engineering
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

Contents

SUMMARY	I
I. 서 론	1
II. 위치기반서비스	4
1. 위치기반서비스(LBS)	4
2. LBS에서의 영상처리	8
1) Encoding	9
2) Coordination Component	10
3. 위치 측위 기술	10
1) 측위 방식의 기본 원리	10
2) 망 기반 방식	11
3) 단말기 기반 방식	15
4) 혼합 방식	18
4. 이동 객체	19
1) 이동 객체의 종류	19
2) 위치 데이터 획득 방법	22
5. 위치데이터 처리시 문제점 및 해결방안	25
1) 데이터베이스 측면에서의 문제점	25
2) 인덱스 측면에서의 문제점	26
3) 저장 및 검색 측면에서의 문제점	27
4) 기존 문제점의 해결 방법	27
III. 위치 데이터 인덱스	30

1. HBR-tree	29
2. HBR-tree의 구조	32
1) 해쉬 테이블의 생성	32
2) HBR-tree의 생성	37
3. HBR-tree의 알고리즘	41
4. HBR-tree를 이용한 과거 위치 데이터 인덱스	44
5. 공간 데이터의 저장	45
IV. 위치추위와 LBS	48
1. NMEA 0183 Protocol과 GGA 문장	48
1) NMEA 0183 Protocol	48
2) GGA - 위치정보(Global positioning system fix data)	50
2. 좌표계	59
3. 전자지도	62
4. 위치 획득 모듈	63
IV. PDA기반 모바일 플랫폼 구현	70
1. 플랫폼의 구성	70
1) PDA 개요	70
2) 구성 요소	72
2. PDA에서 번호판 영상의 영역 해석	75
3. 응용프로그램 인터페이스 제공을 위한 전처리.....	78
1) 화질 개선	78
2) 수직 명암 값 변화분포의 영역 추출	81
3) 차량 번호판 모형과의 영상정합	84

4. PDA에서 CCD를 통한 문자인식	85
1) 이미지 변환	85
2) 흑/백 변환 방법	86
3) 라인 추출	87
4) 글자판별 및 문자인식	87
5. 문자 및 숫자 추출	91
1) 문자 추출	91
2) 숫자 추출	93
V. 실험 결과 및 고찰	97
1. 시스템 구성	98
1) 서버 관리자	100
2) 연결 관리자	101
3) 디스크 관리자	101
2. PDA에서 차량의 번호판 실험 고찰	102
3. 위치측위 실험 고찰	108
4. 실험결과 및 고찰	114
VI. 결론	115
참고문헌	118
국문초록	125

SUMMARY

A Study on a Location-Based Service for Mobile Systems

Jin-Suk, Kang

Department of Information Engineering

Graduate School of Cheju National University

Recent developments in wireless computing and GPS technology have resulted in the need and active development in application systems of location information in real-time environments, such as transportation vehicle management, air-traffic control and location-based system. Especially, studies regarding location tracking systems, which monitor a vehicle position in a control center, have been studied as applications with potential wide-use. A management system for moving objects manages spatiotemporal data, which change their location over time such as people, animals, and cars. These management systems can be applied to vehicle-location tracking, location-based services, and so on. The existing management systems only manage past or future locations of the moving objects in a separate fashion. Also, the current location tracking systems cannot provide position information that is not stored in a database at a specific time to users. On the side of memory and processing, satellite image processing systems that are previously created have poorly functioned with RDBMS and GIS and have the problem of restricted memory capabilities. Therefore, trials using the complete full scene mode is not possible, and those attempts were replaced by a Sub Scene mode.

However, the emergence of highly precise data leads to a high demand for

utilizing the full scene with a mosaic screen. According to the increased demand, the suggests manipulating the memory and the capacity of the disk through a saving procedure algorithm instead of saving in the middle of the result of the image capture, and it supports visual programming for the convenience of the end user.

In this thesis, GPS and the electronic mapping are used to realize such a system by recognizing license plate numbers and identifying the location of objects that move synchronously with simulated movement in the electronic map. As well, throughout the study, a camera attached to a PDA, one of the mobile devices, automatically recognizes and confirms 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 are transmitted to a remote server. The use of the above GPS-based system allows the measurement of topography and the effective acquisition of a car location. The information is then transmitted to a central controlling center and stored as text to be reproduced later in the form of diagrams. By getting positional information through GPS and using image-processing with a PDA it is possible to estimate the correct information of a car 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.

We designed a vehicle location tracking system that can track vehicle location using a mobile interface such as a PDA. The proposed system consists of a vehicle location retrieving server and a mobile interface. It provides not only the moving vehicle current location but also the position in the past and project future position as data which will not stored in a database for users.

[List of Figures]

Fig. 1	Basic conception of LBS	6
Fig. 2	Extended conception of LBS	7
Fig. 3	A proposal model of openLS simple feature specification	8
Fig. 4	Classification of position location technology	11
Fig. 5	Model of AOA	12
Fig. 6	Model of TOA	13
Fig. 7	Model of TDOA	13
Fig. 8	Method of TOA and AOA	14
Fig. 9	A case structure of LPM method	15
Fig. 10	Method of DGPS	16
Fig. 11	E-OTD in cambridge positioning system	17
Fig. 12	Moving point and moving region	19
Fig. 13	Distance-based location data attainment	22
Fig. 14	Group-based location data attainment	23
Fig. 15	Prediction-based location data attainment	24
Fig. 16	Moving object stored having identical MBR	26
Fig. 17	The structure of HBR-tree	32
Fig. 18	Membership at hash table	34
Fig. 19	Adjacent relation of moving object	35
Fig. 20	Search of adjacent moving object	35
Fig. 21	Neighborhood of moving object	35
Fig. 22	Moving of object	36

Fig. 23	Additive of moving object	38
Fig. 24	Lazy updating	39
Fig. 25	Mixed hash table area (1)	39
Fig. 26	Mixed hash table area (2)	40
Fig. 27	The formation hash table of concentration and non-concentration areas	41
Fig. 28	Past location data index using HBR-tree	45
Fig. 29	NMEA sentence	49
Fig. 30	Parameter of GGA sentence	50
Fig. 31	Process of detection of GPS position information	58
Fig. 32	Receiver and detection of GPS position information receiver ..	58
Fig. 33	Detection procedure of GGA sentence	59
Fig. 34	Process in map projection	61
Fig. 35	Process in Bessel ellipsoidal	61
Fig. 36	Process in cartesian coordinates transformation	62
Fig. 37	Process in marking of position coordinate	62
Fig. 38	GPS view on PDA	63
Fig. 39	Integration result	67
Fig. 40	The execution screen of spatial data obtainment	68
Fig. 41	A PDA	70
Fig. 42	Referential architecture of LBS platform	73
Fig. 43	The diagram of domain analysis method	76
Fig. 44	Preprocess	78

Fig. 45	Base mask	80
Fig. 46	3×3 weighted filter	80
Fig. 47	Original image and image enhancement	81
Fig. 48	Detection of vehicle in front and back	82
Fig. 49	Projection on the vertical and horizontal	83
Fig. 50	Projection on the vertical and horizontal	83
Fig. 51	Relative ratio of car license plates area	84
Fig. 52	A Character region detection	85
Fig. 53	Hangul and alphanumeric characters identification process ..	88
Fig. 54	Process of hangul recognition	89
Fig. 55	Process of unvoiced recognition	90
Fig. 56	The method of improved field effect	91
Fig. 57	Structure of stategraph	93
Fig. 58	A case vector	95
Fig. 59	The pattern applied to three-end point and one cross point	96
Fig. 60	The pattern applied to one-end point and one cross point	96
Fig. 61	The pattern applied two-end point	96
Fig. 62	Flowcharts	97
Fig. 63	Model of integration system	98
Fig. 64	The structure of location storage system	99
Fig. 65	Server manager	100
Fig. 66	Connection manager	101
Fig. 67	Disk manager	102

Fig. 68	Car license plate detection (a) Original image (b) Vertical filter image (c) Thresholding image (d) Detected car license plate	104
Fig. 69	Car license plate recognition (a) A character recognition (b) A number recognition	107
Fig. 70	The result of composite contents detection	107
Fig. 71	Action connection program	110
Fig. 72	GPS database	111
Fig. 73	A method of constructing database	111
Fig. 74	Services flowcharts	112
Fig. 75	Main screen	113
Fig. 76	The result of tracing services	113

[List of Table]

Table 1.	Case of query for moving point	20
Table 2.	Case of query for moving region	21
Table 3.	Comparison between moving point and moving region	21
Table 4.	Merits and demerits of the method using hash indexing ...	31
Table 5.	Merits and demerits of the method using R-tree	31
Table 6.	Insertion algorithm for HBR-tree	42
Table 7.	Search algorithm for HBR-tree	43
Table 8.	Delete algorithm for HBR-tree	43
Table 9.	binDB class justice	46
Table 10.	Establishment of NMEA on RS-232	48
Table 11.	A sentence analysis of GPGGA	50
Table 12.	A sentence analysis of GPRMC	52
Table 13.	A sentence analysis of GPGSA	54
Table 14.	A sentence analysis of GPGSV	55
Table 15.	Ellipsoidal coordinate	59
Table 16.	Function of OnInitDialog()	64
Table 17.	Content of ReceiveGpsData()	65
Table 18.	Content of SendGpsData()	68
Table 19.	A PDA classification	72
Table 20.	6 type hangul classification	89
Table 21.	Process of vowels recognition	90
Table 22.	8 bit direction code	92
Table 23.	Normalization	105

Table 24. Vigilance parameter	105
Table 25. Recognition rate	105
Table 26. Stepwise recognition to result	106
Table 27. Processing time	106

I. 서 론

컴퓨터 기술과 인터넷을 포함한 정보통신의 발달은 개인용 컴퓨터(PC)의 보급을 급격히 촉진시켰으며 개인용 컴퓨터의 확산과 더불어 핸드 헬드 PC(hand held PC), 개인 휴대 단말기(PDA: personal digital assistants) 또한 정보 통신사업의 지속적 성장과 더불어 널리 보급되고 있다. 최근 컴퓨터의 대용량화 및 고성능화에 따라 지리 정보시스템에 근거한 다양한 형태의 응용 시스템이 연구 및 개발되고 있다. 이전까지의 이러한 연구 및 개발은 주로 GIS에 대한 데이터베이스의 측면을 기준으로 많이 진행되었지만, 인터넷의 점진적인 발전으로 인하여 World Wide Web을 중심으로 한 사용자 측면의 기술로 발전되어 가고 있다. 그러나 이러한 GIS에 대한 시도는 컴퓨터가 있는 곳에서만 가능하기 때문에 아직까지는 실생활에 밀접하게 영향을 미치지 못하고 있다.

참고적으로 개인 데이터베이스 관리, MP3 플레이어, 인터넷워킹, 지리정보시스템, 음성통신, 결제 시스템 등의 다양한 서비스를 시간, 공간적 제약 없이 편리하게 사용할 수 있도록 해준다. 이런 휴대폰, 개인휴대 단말기들처럼 일반 PC의 하드디스크가 아니라 ROM, RAM등에 소형화된 OS(windows CE, 임베디드 리눅스, pSOS등)을 인식시켜 구동하는 전자제어 시스템인 임베디드 시스템을 통해 개인 휴대 단말기 뿐만 아니라, 각종 전자 제품 및 가정이나 공장에서 자동화 제어 시스템으로도 사용되고 있다. 하지만 임베디드 시스템에 관한 구현 솔루션이나 소프트웨어는 아직도 하드웨어의 발전과 비교할 경우 상대적으로 미비한 상태이다.

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. 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 대응하기에

는 여러 면에서 문제점들을 가지고 있다. 이러한 동적인 데이터를 효과적으로 처리하기 위해서는 주기억장치 데이터베이스 시스템과 무선 네트워크 기술이 필요하다. 그리고 네트워크 상에서 불명확한 연결 상태에 있는 모바일 장치에 데이터를 신뢰성 있게 보내기 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.

한편, 위치기반서비스(LBS: location based service)는 위치 확인 기술(LDT: location detection technology)을 이용해 이용자의 위치를 파악하고 이와 관련된 애플리케이션을 부가한 서비스를 가리키는 것으로 다방면에 이용이 가능해 최근 들어 더욱 주목을 받고 있는 분야 가운데 하나이다. 위치기반 서비스가 3세대를 맞이하면서 그 기능이 대폭 강화될 것으로 예상되는 이동전화에 고부가가치의 차별적인 서비스를 제공하는 데 많은 기여를 하고 있다. (윤재관 등 2002)

현재 국내에서도 TS(total station)와 PDA를 결합하여 각종 지형정보 및 위치 정보를 획득하고 있다. 또한 주변 환경 및 지형지물 등의 장애물로 인하여 많은 시간과 노력이 소요되는 실정이다. 따라서 인공위성을 이용한 GPS를 PDA에 결합할 경우 장애물에 의한 시계 불량 등을 해소할 수 있고, 현장에서 지형 정보 및 위치정보를 단시간 내에 획득하여 이를 PDA 등을 이용하여 무선으로 중앙서버에 직접 전송함으로써 작업시간의 단축 등 작업 효율을 극대화시킬 수 있을 것이다.

본 논문에서는 PDA에 의해 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 추출 할 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. 특히 팜 PDA는 직접 접근이 가능한 가변길이의 순차적인 레코드 단위의 저장 구조를 가진다. 순차적인 저장구조이기 때문에 레코드 수가 많아질수록 검색 속도가 증가하고, 접근 순서가 레코드의 정렬순서와 동일

하지 않을 경우 검색 속도가 증가한다. 또한 화면 해상도가 낮기 때문에 복잡한 공간 객체를 정확히 표현하기 어렵다. 그리고 한 레코드의 최대크기가 64KB로 제한적이다. 이를 위해서는 팜 PDA에서 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 검색에 객관성을 부여하며, 사용자가 눈으로 판단하기 어려운 차량번호를 디지털화된 영상을 가지고 처리함으로써 보다 정확한 차량 번호를 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.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로써 위치기반서비스(LBS)와 LBS에서의 영상처리의 원리 및 방법에 대해 설명하고, 이동 객체의 개념, 그리고 위치데이터의 획득에 대하여 설명하여 현재 위치 측위기술의 기본적인 원리와 그 종류에 대해 살펴본다. 그리고 기존의 위치기반서비스를 아무런 변경 없이 위치기반서비스에 적용할 때의 문제점과 기존 문제점을 해결한 방법에 대하여 기술한다. 3장에서는 시공간 인덱스의 단점을 해결하는 새로운 인덱스 방법을 제안하였으며 HBR(hash based)R-tree의 알고리즘의 특성과 이를 모바일 클라이언트에 이진 파일을 생성하는 과정을 설명한다. 4장에서는 위치기반서비스에서 위치측위를 위한 인터페이스 제공을 위해 NMEA 프로토콜과 GGA 문장 형태에 대해 분석한다. 5장에서는 PDA에서 차량의 번호판 영상 인식과 문자, 숫자인식을 위한 모바일 플랫폼을 설계 및 구현하였으며 6장에서는 실험 및 고찰으로써 PDA에서 차량의 번호판 실험을 통한 실험고찰과 위치측위 실험에 대한 단계적 고찰을 각각 표현하여 전자지도상에 위치추적 및 위치 정보 획득 모듈을 보인다. 마지막으로 6장에서는 결론으로 구성한다.

II. 위치기반서비스

1. 위치기반서비스(LBS)

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.

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 응용프로그램을 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.

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 손쉽고 신속하게 정확한 위치 정보를 실시간으로 얻을 수 있기 때문이다. 원래 미 국방성에서 민간인이 사용할 때 군사용 목적으로 사용하는 것을 막기 위해 SA(selective availability)라는 고의적인 잡음을 GPS에 넣어왔다. 그 당시에는 위치 정확도가 100m 정도였으므로 이를 보정하기 위해 DGPS(differential global positioning system) 이용하거나 기타 보조 위치 파악 장치를 사용하였다. 하지만 2000년 5월에 SA가 제거되면서 위치 정확도는 대략

10~20m 정도 되고 GPS만으로도 상당히 정확한 네비게이션이 가능하게 되었다. (H. Aradhya 2001)

그리고, 무선 데이터 통신은 이동 중에도 자유롭게 정보를 주고받을 수 있기 때문에 다양한 분야에서 채택되고 있다. 현재 뉴스 속보를 비롯한 일반적인 정보 검색은 물론 증권, 교통정보, 이동 뱅킹, 신용 카드 조회 및 결제, e-mail 송수신, 원격 검침, 현장 업무 등의 용도로 활용되고 있으며 그 범위는 더욱 확장되고 있다. 특히, 무선 데이터 통신은 최근 급부상하고 있는 임베디드 GPS에 적합한 통신 서비스로써 새로운 서비스의 형태를 가능하게 하고 있다.

임베디드 GPS 서비스는 이와 같은 무선 데이터 통신 기술과 GPS의 위치 추적 기능을 이용하여 화물 위치 추적 서비스, 무선 휴대 단말기를 통해 지도 정보를 기반으로 한 관광 정보, 교통 정보, 지역 정보를 제공할 수 있다. 또한, 보행자 네비게이션 시스템, 관광지 지리 정보 안내, 외근 현장 업무용 지리 안내, 원거리 시설물의 설계도 확인, 이동 중 지리 정보 필요시 실시간 제공 등에 다양하게 활용될 수 있다. 최근의 임베디드 GPS는 위치 기반 서비스를 기반으로 하여 통합되는 추세이다. (E. Lin 2001)



일반적으로 LBS는 이동 통신망을 기반으로 하여 사람이나 사물의 위치를 정확하게 파악하고 이를 활용하는 응용 시스템 및 서비스라고 정의된다. 3GPP(3rd generation partnership project)의 TS22.071에서는 LBS를 위치 기반의 응용 제공이 가능한 네트워크를 이용한 표준화된 서비스라고 정의하고 있다. 그리고 OGC(openGIS consortium)에서는 LBS를 위치 정보에 접속, 제공 또는 위치 정보에 의해 작용하는 모든 응용 소프트웨어 서비스라고 정의하고 있으며, 미국 연방통신위원회(FCC: federal communications committee)에서는 이동식 사용자가 그들의 지리학적 위치, 소재 또는 위치 정보에 의해 작용하는 모든 응용 소프트웨어 서비스라고 정의하고 있으며, FCC에서는 이동식 사용자가 그들의 지리학적 위치, 소재 또는 알려진 존재에 대한 서비스를 받도록 하는 것이라고 정의하고 있다.

일반적인 의미에서의 LBS는 이동 통신 기술의 발달과 함께 휴대폰, PDA, HPC 등 휴대용 단말기를 이용하여 위치를 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 Fig. 1과 같이 LBS의 기본 개념도를 제시하였다. (최혜욱 2001)

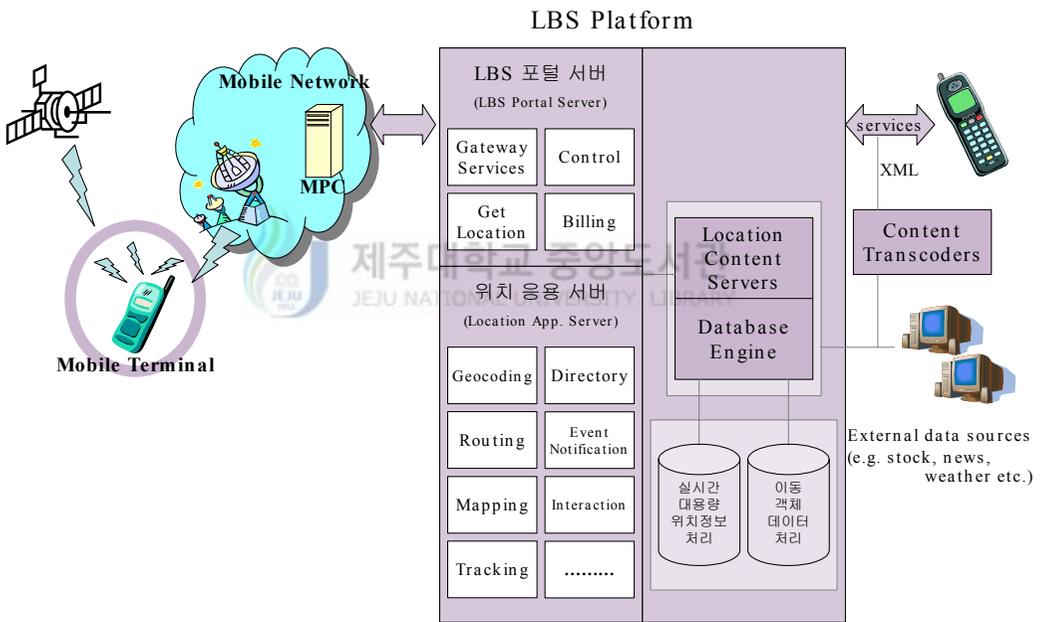


Fig. 1 Basic conception of LBS

LBS를 위해서는 첫 번째로 위치 콘텐츠 제공을 위한 위치 콘텐츠 서버(location content servers)가 필요하다. 두 번째로 위치 콘텐츠를 처리하고 사용자에게 부가 서비스를 제공하는 위치 응용 서버(location application servers)가 필요하다. 위치 콘텐츠 서버와 위치 응용 서버는 위치 응용 프로그램 부분에 해당된다. 세 번째는 기존의

무선 IP 플랫폼을 위치 응용 서버와 위치 서비스 클라이언트(location service clients)를 통합하는 기능을 갖는 게이트웨이 서비스가 있다. 게이트웨이 서비스는 이동 통신망 IP 플랫폼과 같이 동작하는 위치 처리 플랫폼에 해당된다. 게이트웨이 모바일 위치 센터(GMLC: gateway mobile location center)도 위치 처리 플랫폼에 속한다. 마지막으로 고객의 이동 단말 장치(mobile terminals)와 인터페이스에 직접 작용하는 위치 서비스 클라이언트가 있다. 위치 파악을 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어는 위치 측위 기술 부분에 해당된다.

이러한 LBS의 기본 개념에 고객 관계마케팅(CRM: customer relationship management), 작업 관리 등과 같은 운영 지원 시스템(OSS: operation support system) 부분을 추가시킨 것이 Fig. 2의 LBS의 확장된 개념도이다. 운영 지원 시스템에는 일반적인 LBS가 아닌 기업이나 공공기관 업무 관련 CRM, 내부 시설 관리, 외부 시설 관리, 현장 지원 등의 업무들이 포함된다. 이러한 구조는 LBS가 일반적인 서비스뿐만 아니라 기업 또는 공공기관의 업무와도 밀접하게 관련되어 있음을 보여준다.

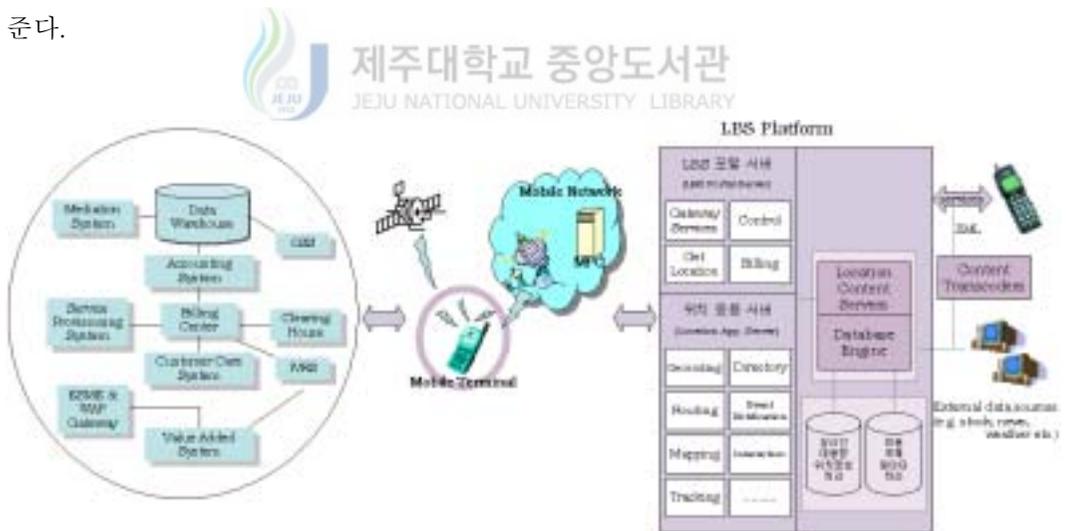


Fig. 2 Extended conception of LBS

LBS에 대한 관심이 높아지면서 국내외의 여러 단체들이 LBS에 필요한 다양한 항목들에 대하여 표준화를 수행하고 있다. 그 중에서 OGC는 위치 기반의 공간 정보와

관련된 제반 정보 처리 문제들을 해결하기 위해 OpenLS(open location services)를 제안하고 있다. OpenLS는 주로 모바일 인터페이스 장치들에 의해 요청된 LBS 사이의 상호 운용성을 지원하는 인터페이스, 프로토콜, 스키마 등의 명제를 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. LBS를 제공하기 위하여 OpenLS에서 사용되는 공간 데이터 유형은 기존의 openLS simple feature specification의 기반으로 하고 있다. Fig. 3은 openGIS simple feature specification에서의 geometry 모델을 보여주고 있다. (윤재관 등 2002)

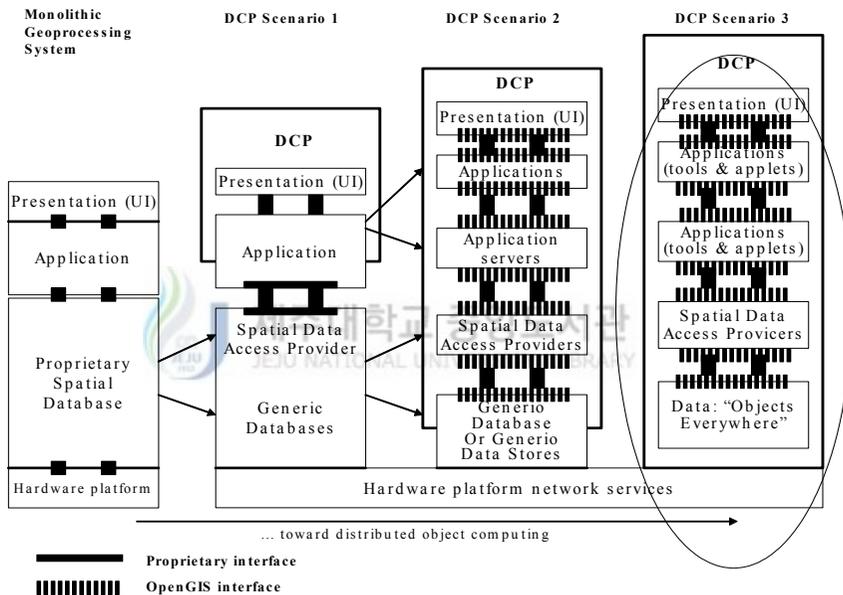


Fig. 3 A proposal model of openLS simple feature specification

2. LBS에서의 영상처리

LBS에서의 영상처리는 사용자의 무선 단말기에 적합하도록 콘텐츠를 변환하여 전송하는 기능을 담당한다. 시스템 구성은 외부에서 요청한 텍스트 콘텐츠를 유무선 단

말기 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 스마트 카드 등 상이한 좌표계 간의 상호 변환을 지원하는 좌표 요소, POI(point of interest) 및 위치 기반 콘텐츠의 연계 인터페이스를 지원하는 콘텐츠 요소로 이루어진다.

1) 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.

(1) 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) Image Encoder

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

- 출력 이미지 포맷 지원 결정 기능을 제공한다.
(BMP, WBMP, NBMP, SIS, GIF, JPEG)
- 스크린 픽셀 정보 결정 기능을 제공한다.
- 출력 이미지 칼라로 혹은 흑백 이미지 결정 기능을 제공한다.
- 출력 이미지 칼라 depth 결정 기능을 제공한다.

- Format conversion을 제공한다.
- Scaling 변경 기능을 제공한다.
- Gray scale 변경 기능을 제공한다.
- Quality reduction(JPEG) or color depth reduction(GIF) 기능을 제공한다.
- 이미지의 표현 내용을 텍스트로 표현한다.

2) 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.

3. 위치 측위 기술



1) 측위 방식의 기본 원리

일반적으로 지상의 무선측위 시스템에서의 위치 측정 방법은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 기지국(BS: base station)에서 이동국(MS: mobile station)으로부터 보내온 신호의 도래각(AOA: angle of arrival)을 측정하여 BS를 기준으로 MS로부터 오는 신호의 방향을 찾아내어 MS의 위치를 구하는 방식과 전파전달 시간을 측정하여 위치를 구하는 방식이 있다. 전파전달 시간 측정 방식을 다시, MS와 BS 사이의 전파도달 시간(TOA: time of arrival)을 측정하는 방법과 두 개의 BS으로부터의 전파도달 시각의 상대적인 차(TDOA: time difference of arrival)를 측정값으로 이용하는 방법으로 나눌 수 있다.

현재 위치측위 기술은 기존 망을 활용하는 방법, 독자적인 새로운 망을 이용하는 방법 및 GPS를 이용하는 방법 등으로 나누어 진행되고 있다. 이러한 기술 개발 방법을 무선 위치측위를 수행하는 일반적인 기준에 따라서 다시 구분하여 보면 망 기반

방식, 단말기 기반 방식, 그리고 혼합 방식으로 분류할 수 있다. Fig. 4에서는 위치측위를 위한 기술을 분류하여 보여주고 있다. (최병길 2000)

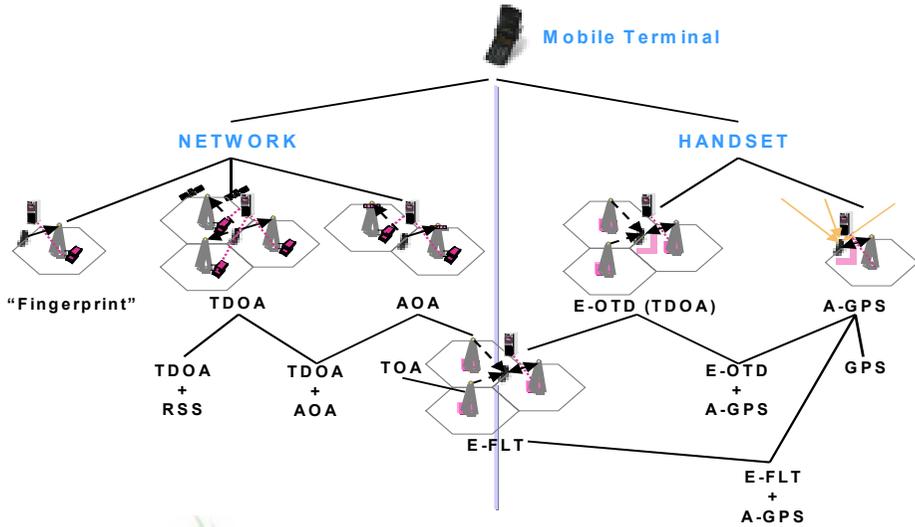


Fig. 4 Classification of position location technology

2) 망 기반 방식 (Lee, Y. and William, C. 1993)

망 기반 방식에는 기지국에서 단말기로부터 들어오는 신호의 도래각을 측정하여 단말기의 위치를 구하는 AOA(angle of arrival) 방법, 전파의 도달 시간을 이용하는 방법으로 전파 전달 시간을 측정하여 위치를 구하는 TOA(time of arrival) 방법, 그리고 두 개의 기지국으로부터 전파 도달 시각의 상대적인 차를 이용하는 TDOA(time difference of arrival) 방법, 라디오 카메라를 이용하여 위치를 측위하는 주파수 패턴 매칭 방식(LPM; location pattern matching) 등이 있다.

AOA 방법에서는 두 개의 기지국에서 단말기로부터 오는 신호의 방향을 측정하여 방위각을 구하고 이것을 이용하여 단말기의 위치를 구한다. 따라서 최소한 2개 이상의 기지국으로부터 전파가 수신가능 해야 측정이 가능하다. Fig. 5에서와 같이 하나의 기지국에서 측정된 신호의 방향은 하나의 방향각(LOB ; line of bearing)을 형성하여 동작한다. 이들 LOB 2개 이상의 교점이 단말기의 위치가 된다. 이차원 평면에서 두 개의 LOB가 있으면 단말기의 위치를 구할 수 있다. 그러나 두 개의 LOB만

가지고는 위치 값을 결정하지 못하는 경우가 생길 수 있으므로 실제 시스템에서는 3개 이상의 LOB을 이용하게 된다. 이 방법의 특징으로는 단말기에는 별도의 장비가 필요 없다는 것과 기존의 단말기에서도 위치측위가 가능하다는 장점이 있다.

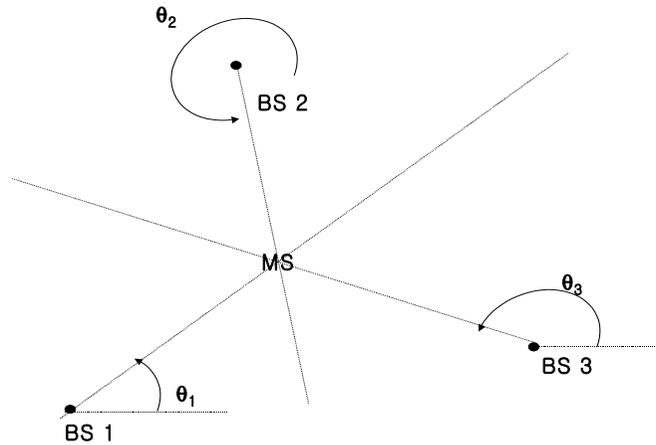


Fig. 5 Method of AOA

TOA 방식은 단말기와 기지국간의 전파전달 시간을 측정하여 거리를 구하는 방식이다. 기지국에서의 도착시간을 측정하기 위하여 적어도 3개 이상의 기지국으로부터 전파가 수신 가능하여야 한다. 동작 원리는 Fig. 6와 같이 단말기로부터 여러 기지국에 도래한 전파 도착시간의 측정값으로부터 각 기지국을 중심으로 한 원들을 생성하여 단말기의 위치를 측정한다.

이 원리는 GPS 위성이 개인의 위치를 파악하는 원리와 동일하다. 따라서 TOA를 수행하기 위하여 기본적으로 기지국과 단말기가 모두 정확하게 동기시각을 유지하여야 하고 기지국에서 단말기로부터 신호가 언제 출발했는지를 알기 위해 시각 표시 (time stamped)를 해야 한다.

일반적으로 고도를 고정시킨 상황에서는 최소 3개의 기지국이 필요하고 고도를 고려한다면 최소한 4개 이상의 기지국에 대한 위치와 각 기지국까지의 의사거리를 알아야 한다. 이 방법 역시 단말기에는 별도의 장비를 사용하지 않아도 되는 장점이 있다.

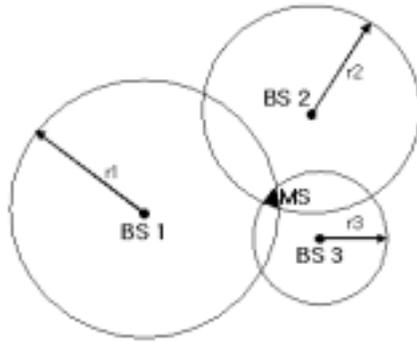


Fig. 6 Method of TOA

TDOA 방식은 항법을 위한 시스템에서 널리 사용되고 있으며 서로 다른 곳에서 송신한 신호의 도달 시간차를 이용하여 위치를 결정한다. 즉, 두 기지국에서 단말기 까지 거리의 차에 비례하는 전파 도달 시간차가 측정되고, 두 기지국에서 거리 차가 일정한 곳에 각각의 기지국을 초점으로 하는 쌍곡선을 생성하게 된다. 이때 두 쌍곡선이 교차하는 지점에 단말기가 위치하게 된다.

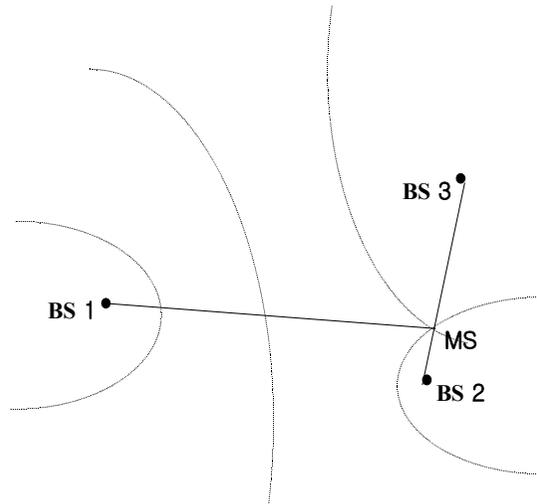


Fig. 7 Method of TDOA

Fig. 7은 3개의 기지국으로부터 2개의 쌍곡선이 얻어지고, 이 두 쌍곡선의 교점이 단말기의 위치가 된다는 것을 보여주고 있다. TDOA의 측정은 일반적으로 상호 상관 방법을 사용하므로 기지국의 시각동기화에 영향을 받지 않고, 단말기도 별도의 장비가 필요 없다는 장점이 있다.

위치추위 기술에는 지금까지 언급한 기술의 한 가지만 사용하는 것이 아니라 이들을 결합하여 더욱 우수한 정확도와 신뢰도를 얻는 방식이 있다. 즉, TOA와 AOA 또는 TDOA와 AOA를 같이 결합하여 쓰기도 하는데, 도심에서 3개 혹은 그 이상의 LOS(line of sight) 신호 성분을 확보하기가 쉽지 않은 상황을 극복할 수 있는 좋은 방법 중 하나이다.

Fig. 8은 TOA 방식과 AOA 방식을 결합한 방법으로 하나의 기지국에서도 측위를 수행할 수 있다.

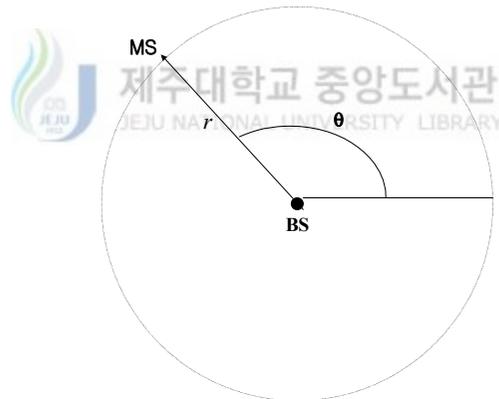


Fig. 8 Method of TOA and AOA

이외에 무선 측위 기술로는 곳곳에 설치된 신호원(原)으로부터 비콘(beacon) 신호를 수신하여 측위를 수행하는 사인포스트(signpost) 방식, 전파의 Finger print를 데이터베이스화하여 측위를 수행하는 LPM(location pattern matching) 방식 등이 개발되고 있다. Fig. 9에서는 라디오 카메라를 이용하여 위치를 결정하는 주파수 패턴 매칭(LPM) 방식으로 구성된 예를 보여주고 있다.

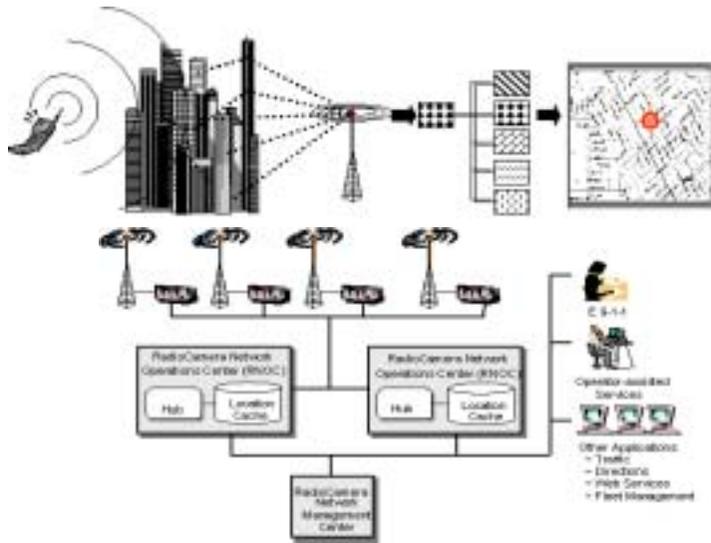


Fig. 9 A case structure of LPM method

3) 단말기 기반 방식 (T. S. Rappaport 1996)

단말기 기반 방식에는 단말기에 GPS 수신기 등 신호 수신장치를 추가로 장착하며 망 기반 방식에 비해 위치 정확도가 높으나 높은 빌딩이 많은 도심지역, 나무가 많은 산림지역이나 실내에서 신호의 수신에 간섭을 받아 위치를 결정하지 못하는 문제가 있으며 위치를 측위하는 GPS 방식(WAG ; wireless assisted GPS), DGPS (differential GPS), IDGPS(Inverted DGPS) 등이 있다.

단말기 기반 방식의 작동원리는 매우 단순한데 근본적으로 삼각측량의 원리를 사용하고 있다. 전형적인 삼각측량에서는 알려지지 않은 지점의 위치가 그 점을 제외한 두 각의 크기와 그 사이 변의 길이를 측정함으로써 결정되는데 비해 단말기 기반 방식에서는 알고 싶은 점을 사이에 두고 있는 두 변의 길이를 측정함으로써 그 지점의 위치를 결정하게 된다. 인공위성으로부터 수신기까지의 거리는 각 위성에서 발생시키는 부호 신호의 발생 시점과 수신 시점의 시간 차이를 측정한 다음 여기에 빛의 속도를 곱하여 계산한다. 실제로 위성의 위치를 기준으로 수신기의 위치를 결정하기 위해서는 이 거리 자료 이외에도 위성의 정확한 위치를 알아야 하는데 이 위성의 위치를

계산하는 데는 GPS 위성으로부터 전송되는 궤도력을 사용 한다

단말기 기반 방식에서 GPS를 사용할 때 어떤 제 2의 장치가 수신기 근처에 존재하여 현재 수신 받는 자료가 얼마만큼 빗나간 양이라는 것을 수신기에게 알려줄 수만 있다면 위치결정의 오차를 극소화시킬 수 있다. 이와 같은 원리를 사용하는 방법이 DGPS 기술이다. 이 방식은 통상 100m가량의 이차원 측위 오차(2 DRMS)를 가지고 있는 일반 GPS 수신기를 보완하기 위해 나온 기술이다.

위성 신호 중 하나이며 표준 위치 측정 서비스에서 항법 데이터 및 위치 계산을 위해 필수적인 C/A(coarse acquisition code) 코드만 사용할 경우 10~30미터 이상의 정밀도로 위치를 결정하는 것은 현실적으로 불가능 한데 이것은 수신기가 결정하는 위성까지의 거리 자료에 여러 가지 오차 요인이 복합적으로 영향을 미치기 때문이다. Fig. 10과 같이 DGPS 방식에서는 이점을 보완하기 위해 측정된 기준국에서 사용자에게 오차 항(RTCM SC-104)을 전송하여 오차를 제거함으로써 사용자 위치의 정확도를 향상시킨다. 즉, 만약 어떤 제 2의 장치가 수신기 근처에 존재하여 지금 현재 수신 받는 자료가 얼마만큼 빗나간 양이라는 것을 수신기에게 알려줄 수 있다면 위치결정의 오차를 극소화시킬 수 있다는 원리를 이용한 것이다. 현재 미 국방성 보고에 의하면 군용 GPS에 비해 민간 GPS 이용의 정밀도를 낮은 편이며, SA(selective availability)가 시행 중 일 때는 더욱 정밀도가 떨어지게 되는데 단독으로 작동되는 수신기가 자신이 계산하고 있는 위치 정보가 오류를 판단할 수 있는 방법이 없다.

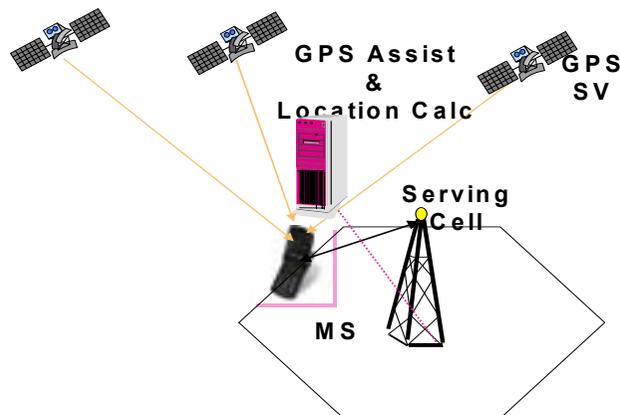


Fig. 10 Method of DGPS

IDGPS(inverted differential global positioning system)에서는 이동 사용자가 자신의 대략적인 위치를 관제국에 전송하고, 관제국에서는 DGPS의 기준국을 설치하여 여기에서 계산한 보정 정보를 이용해 보다 정확한 사용자의 위치를 계산하는 기술을 활용한다. IDGPS의 종류로는 후처리(post processing) DGPS와 실시간(real-time) DGPS가 있는데 후처리 DGPS는 위치, 거리 등을 알려고 할 때 관측이 먼저 행해지고 이 때 저장했던 측량자료를 후처리하여 위치를 보정해 주는 기술이고 실시간 DGPS는 수신기가 수신을 받는 즉시 기준 수신기는 보정 값을 계산해 바로 이동 수신기로 전송하는 기술을 사용하는 방법이다.

IDGPS에서는 위성의 관측성이 좋은 곳에 기준국(reference station)용 GPS 수신기를 설치하고 정밀하게 측정된 자신의 위치와 GPS위성 신호를 받아 수신기로 계산된 위치를 비교하여 오차항을 계산한다. 이동 사용자는 자신의 위치값을 관제국으로 통신망을 통해 전송하거나 노트북 등에 저장하여 관제국으로 가져오게 된다. 관제국은 사용자의 위치 정보를 받아 기준국의 오차항 값을 적용하여 두 수신기간의 공통 오차를 제거함으로써, 단독 GPS의 경우 보다 정확한 위치를 계산할 수 있다. 일반적으로 IDGPS는 DGPS방식과 비교하여 정확도에 차이가 없다고 알려지며 후처리 방식은 별도의 통신망이 없이 구성할 수 있어 통신비용이 절감된다는 특징이 있다.

4) 혼합 방식

혼합 방식은 위치 측정의 정확성을 높이기 위해 두 가지 이상의 위치 측정 방법을 이용하는 방식이다. 대표적인 혼합 방식으로 E-OTD(enhanced - observed time difference)가 있다.

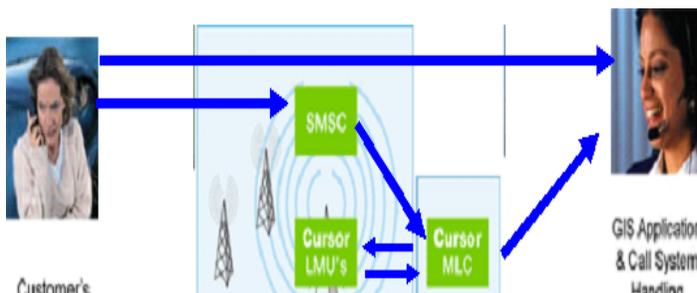


Fig. 11 E-OTD in cambridge positioning systems

E-OTD는 3개의 기지국으로부터 전송되는 신호의 도착 시간을 단말기가 측정하고, 각 기지국에서 TOA 위치 정보를 획득하여 이것을 위치 센터(location centre)에 전달하여 위치 결정 과정을 거쳐 보다 정확한 위치 정보를 제공한다. 이 기술은 영국 캠브리지 포지셔닝 시스템(cambridge positioning systems)에 의해 개발되었으며, E-OTD 기술은 저렴한 비용으로 GSM 네트워크 상에서 50m 정확도 수준의 휴대폰 위치추적을 가능하게 해 주는 장점으로 인해 미국은 물론 세계 주요 이동통신업체들이 채택하고 있다. Fig. 11는 캠브리지 포지셔닝 시스템에서의 E-OTD 수행 과정을 보여 주고 있다. 여기서 이동 위치 센터(cursor mobile location centre)는 단말기와 위치 측정 유닛(cursor location measurement Units)으로부터 위치 측정에 관련된 정보를 받아 단말기의 위치를 결정한다. (최병길 등 2000)

지금까지 언급된 세 가지 방법들에 대하여 장단점을 분석하여 보면 다음과 같다. 먼저 네트워크 기반의 위치추위 방법의 경우 수 개의 기지국을 이용하여 전파의 도달시각, 도래각도 등을 비교하여 위치 값을 결정하게 되므로 단말기에 별도의 장비 또는 비용을 들일 필요가 없으므로 비용 측면에서 큰 부담이 없다. 다만 위치추정 방법에 따라서 단말기의 위치 오차가 많이 발생할 수 있으므로 오차의 한계를 극복하는 것이 큰 관건이다. 만약 정밀을 요하지 않는 서비스라고 하면 이러한 방법을 활용하여 서비스하여도 무방할 것이다.

다음으로 단말기 기반의 위치추위 방식의 경우 단말기 등에 보조 장비를 사용하게 되므로 별도의 장비를 구입해야 하는 불편함이 있다. 또한 서비스를 제공 받을 수 있는 사용자도 별도의 장비를 구입한 사람에 국한된다는 단점이 있다. 그러나 비교적 정확한 위치 값을 결정할 수 있다는 장점이 있고 양질의 서비스가 가능하다는 특징이 있다. GPS를 이용한 방법 같은 경우에 서비스의 음영지역이 나타날 수 있는 등 아직 해결해야 할 몇 가지 문제가 있기도 하나 기술이 발전함에 따라 지상의 가상위성을 이용하는 Pseudo Lite 방법 등 몇 가지 새로운 대안이 제시되고 있다.

마지막으로 혼합방식을 사용하는 경우 한 위치의 측정을 두 가지 이상의 방법을 이용하여 측정하여 정확성을 높이는 이외에 사용 환경에 따라서 여러 가지 방식을 교차하여 사용할 수 있다는 장점이 있다. 예를 들어 사용자의 위치가 실내외로 옮겨다님에 따라서 각각의 위치에서 측정가능한 방법을 사용하여 위치정보를 제공할 수 있으므로 서비스의 연속성을 가질 수 있다.

4. 이동 객체

본 절에서는 이동 객체의 종류, 위치 데이터 획득 방법, 위치 데이터 처리 시 문제점, 기존 문제점의 해결 방법에 대하여 설명한다.

1) 이동 객체의 종류

이동 객체는 시간이 흐름에 따라 객체의 위치 영역과 같은 공간 정보가 연속적으로 변화하는 객체를 말하며 크게 이동 점(moving point)과 이동 영역(moving region)으로 나눌 수 있다.

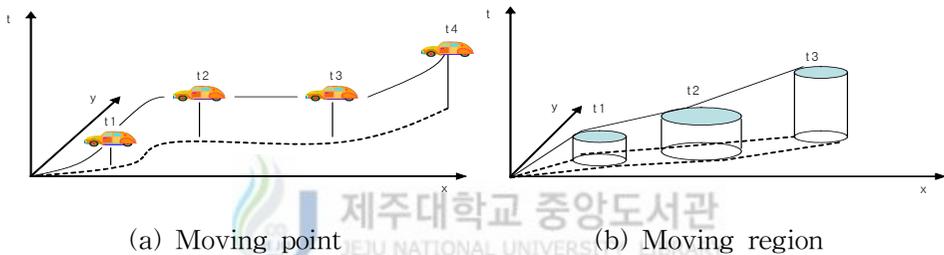


Fig. 12 Moving point and moving region

이동점은 Fig. 12(a)에서 보여주는 바와 같이 시간에 따라 객체의 위치가 변하는 것으로 이러한 이동 점의 예는 임베디드 시스템 사용자, GPS 장비를 갖춘 택시, 배, 비행기 등이 있다.

이동점에 대한 질의는 이동 객체의 위치에 대한 질의이다. 예를 들어 “2005년 4월 30일 오후 1시 30분에 011을 이용하는 사용자들은 어느 위치에 있는가?”와 같이 이동점의 위치를 묻는 질의 결과 값은 그 시점의 이동 점 객체의 위치를 나타내는 점을 반환한다. 또한, 이동점과 관련한 질의들은 객체의 이동 경로나 방향, 거리 등에 대한 질의들로 Table. 1과 같다. (Kwon, D 2002)

Table. 1 Cases of query for moving point

이동점	질의
임베디드 사용자	A 지역을 지나가는 사용자의 위치는?
동물	우리나라에 서식하는 겨울 철새인 가마우지의 이동 경로를 보이시오.
차	승객이 요구한 위치에서 가장 가까운 택시는?
배	한 시간 이내에 부산항에 도착 예정인 선박은?

이동 영역은 Fig. 12(b)에서와 같이 시간에 따라 객체의 위치뿐만 아니라 모양까지 변하는 것으로 한 국가의 행정 구역이나 오존층의 변화, 폭풍의 이동 경로, 암세포의 상태 등을 예로 들 수 있다.

이러한 이동 영역 객체는 시간에 따라 위치와 모양이 변하며 특정 시점에 대한 질의는 그 시점에 이동 영역이 존재하는 위치와 모양을 표현하는 영역을 반환한다. 예를 들어, “태풍이 가장 활발한 움직임을 보일 때 태풍의 크기를 보이시오”와 같이 이동 영역에 대한 질의는 특정 시간에 이동 객체의 위치와 모양에 대한 질의일 수 있으며 이와 관련된 질의들은 Table. 2와 같다.

Table. 2 Cases of query for moving region

이동 영역	질의
국가	고구려의 영토가 가장 넓었을 때의 국가 경계는 어떤 모습이었는가?
폭풍	2002년 8월 우리나라에 영향을 미쳤던 15호 태풍 ‘루사’의 이동 경로 및 영향 지역을 보여라

Table. 3은 이동점과 이동 영역의 차이를 알기 쉽게 요약한 것이다.

Table. 3 Comparisons between moving point and moving region

	이동 점	이동 영역
대상 예	임베디드 사용자, 차량, 비행기	태풍의 이동, 오존층의 변화
질의 예	<ul style="list-style-type: none"> - “화재가 난 곳과 가장 가까운 소방차의 위치는 어디인가?” - “437번 비행기의 이동 경로를 보이시오” 	<ul style="list-style-type: none"> - “2002년 8월 10일 오전 10시에 태풍의 위치와 모양을 보이시오” - “1900년부터 2000년 까지 오존층의 변화를 보이시오”
질의 반환 값	객체의 위치	객체의 위치 및 크기나 모양



2) 위치 데이터 획득 방법

임베디드 GPS에서는 이동 객체의 저장 및 검색뿐만 아니라 이동 객체의 위치 데이터 획득 시스템에 큰 영향을 미치게 된다. 이동 객체의 위치 데이터를 획득할 때 유의할 점은 대용량 이동 객체의 위치를 얻는데 발생하는 통신 비용을 최소화하여야 한다는 것이다.

위치 데이터 획득의 기본 개념은 이동 객체의 위치 정보 변동량이 적으면 위치 획득 간격을 늘리고, 변동량이 크면 위치 획득 간격을 줄이는 것이다. 또한, 과거의 위치 정보를 기반으로 미래의 위치 정보의 변화를 예측함으로써 위치 획득 요청을 줄일 수 있다. 위치 데이터의 획득 전략은 일반적으로 다음과 같이 구분된다. (Yun, J. K 2003)

(1) 정적 위치 데이터 획득 정책

정적 위치 데이터 획득 정책은 위치 획득 시간 간격을 일정하게 정하여 위치를 획득하는 방법이다. 이러한 획득 방법은 데이터별로 모든 이동 객체의 획득시간 간격이

동일하다. 레이어는 공통된 특성을 가지는 이동 객체의 집합으로, 사람 레이어, 차 레이어 등이 있을 수 있다. 이 방법은 단순한 방법인 동시에 적은 양의 이동 객체에 대해서는 효과적이며, 특히 위치 획득 모델링의 비교 대상으로써 이용된다. 즉, $\Delta t = 1$ 인 정적 위치 획득 방법과 다른 위치 획득 모델 방법의 위치 획득 횟수, 거리의 변화, 면적의 변화 등 성능을 평가하기 위해서 사용되는 모델이다. (Good Chile, M. F. 1991)

(2) 거리 기반 위치 데이터 획득 정책

거리 기반 위치 데이터 획득 정책은 Fig 13와 같이 이동 객체의 이동 량의 변화를 이용하여 획득 시간 간격을 조정하는 것이다. 기본 개념은 이동 량의 변화가 큰 경우에는 획득 시간 간격을 줄이고, 이동량의 변화가 적은 경우에는 획득 시간 간격을 늘여서 통신 부하를 줄이는 방법이다. 이 모델의 중요 요소는 거리 변화 문턱 값 (threshold value)를 두는 것이다. lower, upper bound 값을 설정하여, 이 영역에 포함되어지는지 아닌지에 따라서 획득 회수가 달라진다.

즉, 레이어별로 그 특성을 파악하여 lower bound와 upper bound의 값을 다르게 해야 한다. 이런 경우 레이어별로 그 bound의 값이 고정되어 있는 경우이고, 이러한 bound를 레이어별이 아닌 이동 객체별로 가지고 있어서 동적으로 그 특징을 파악하여 최적의 bound를 설정하는 방법도 있을 수 있다. (Good Chile, M. F. 1991)

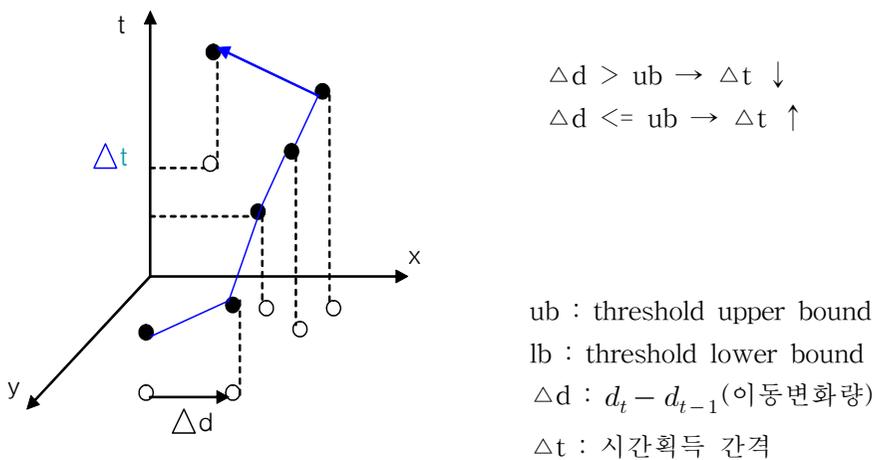


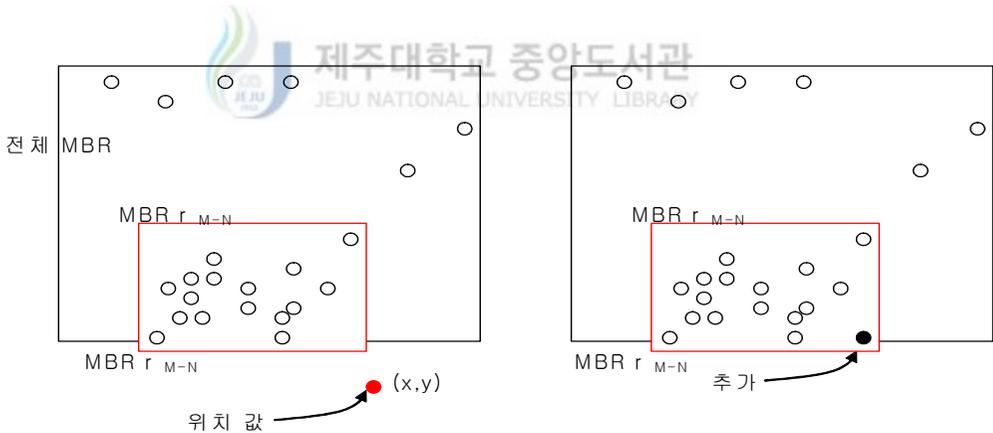
Fig. 13 Distance-based location data attainment

(3) 그룹 기반 위치 데이터 획득 정책

그룹 기반 위치 데이터 획득 정책은 이동 객체가 특정 시간대에 특정 지역에 군집하였다가 그 지역을 벗어날 때까지의 획득 시간 간격을 늘여서 통신 부하를 줄이는 방법이다.

이 방법은 이동 객체의 최근에 위치한 곳들의 MBR(minimum bounding rectangle)을 중심으로 하여, 추가로 획득된 이동 객체의 위치가 MBR에 포함되는지 안 되는지를 판단하여 위치 데이터 획득 간격을 조정한다. 여기서 MBR에 포함되지 않지만, 근접한 곳으로의 이동에 대하여서도 포함되는 것으로 간주하기 위하여 MBR 증가 rate ($0 < r < 1$)을 두어서 MBR의 크기를 확대한다.

이 방법의 주요 파라미터로는 최근 n 개의 객체에 대한 MBR과 MBR 증가 rate인 r 이다. 마찬가지로 레이어별로 그 특성을 파악하여 파라미터를 다르게 설정할 수 있다. Fig. 14은 그룹 기반 위치 데이터 획득 방법을 보여준다. (Good Chile, M. F. 1991)



$$MBR_{M-N} \text{Contain}(x, y) = \text{false} \rightarrow \Delta t \downarrow$$

MBR_{M-N} : 최근 N 개 이동체에 대한 MBR

$MBRr = MBR + MBR^*r, 0 < r < 1$: area 증가 rate

Fig. 14 Group-based location data attainment

(4) 예측 기반 위치 데이터 획득 정책

예측 기반 위치 데이터 획득 정책은 과거 이동 객체의 정보(방향, 속도)를 이용하여 다음 이동 위치를 예측하는 것이다. 하지만 이 방법은 많은 위험이 따른다. 왜냐하면 과거 이동 정보를 이용하는 데에는 한계가 있고, 이동 객체별로 복잡한 예측 모델을 적용하기에는 그 오버헤드가 크기 때문이다. 따라서 이 정책은 가장 기본적인 벡터 정보(방향, 속도, 시작점)를 가지고 위치를 예측하며, 이동 정보의 정확도를 보장하기 위해서 Fig. 15과 같이 일정 횟수까지는 실제 위치를 획득한 후 통신 부하를 고려하여 위치를 예측하게 된다. (Good Chile, M. F. 1991)

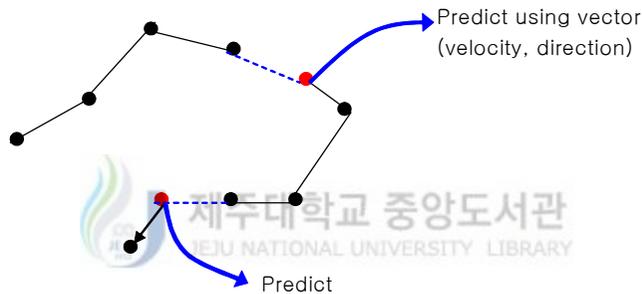


Fig. 15 Prediction-based location data attainment

5. 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.

1) 데이터베이스 측면에서의 문제점

임베디드 환경의 위치 기반 서비스에서 가장 기본적인면서도 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 한다. 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. 그리고 위치 데이터는 시간의 변화에 따라 급변하기 때문에 이전에 사용되는 데이터베이스 시스템 및 GPS를 사용하기에는 문제가 있다. 따라서 이동 객체의 공간적 요소, 비공간적 요소를 효과적으로 표현하고 위치 데이터의 신속한 변경을 반영하기 위해서는 이동 객체 전용의 데이터베이스 시스템이 필요하다.



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.

이로 인해 삽입(삭제) 시 동일한 MBR을 갖는 객체들의 저장할(삭제할) 위치를 검색하기 위한 디스크 I/O 횟수가 증가가 발생하게 된다. 또한, 질의 시 노드의 중복 방문으로 인한 디스크 I/O 횟수의 증가로 많은 비용이 든다는 문제점을 가지고 있다. Fig. 16은 동일한 시공간 정보를 갖는 이동 객체들을 기존의 R-Tree 기반 시공간 인덱스 기법에 적용하였을 경우 동일한 시공간 정보가 여러 노드에 분산 저장되는 것

을 보여준다.

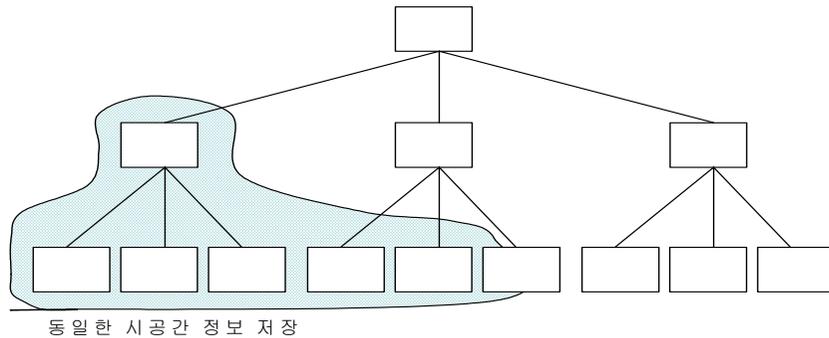


Fig. 16 Moving object stored having identical MBR

Fig. 16에서 동일한 시공간 정보에 대한 검색을 수행할 경우 R-Tree 기반 시공간 인덱스의 노드를 여러 번 중복 방문하여야 하기 때문에 디스크 I/O 횟수가 증가되어 비효율적이다.



3) 저장 및 검색 측면에서의 문제점

임베디드 GPS 분야의 위치 기반 서비스에서 주된 구성 요소는 이동 객체의 위치 정보이며 이러한 위치 정보는 GPS를 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 GPS를 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 정책

에 의해서 위치 데이터가 획득될 때마다 데이터베이스에 존재하는 기존의 위치 데이터가 변화되어야 하는데 기존의 데이터베이스 시스템 및 GIS로는 이를 효과적으로 반영하기 어렵다. 그러므로 이동 객체의 위치 데이터를 신속하게 처리하기 위해서는 디스크를 기반으로 하는 데이터베이스시스템 보다는 주기억 장치의 데이터베이스 시스템을 이용하는 것이 좀더 효과적이므로 본 논문에서는 다음과 같은 특징을 적용하여 효율적인 처리를 하고자 한다. 그 특징은 다음과 같다.

- 메모리내의 고성능 데이터 저장 및 검색을 지원함으로써 각 연산들의 예측 가능한 빠른 응답시간을 보장
- 데이터 전체가 메모리에 상주하는 주기억 장치 데이터 시스템
- 데이터가 공유 메모리에 상주하기 때문에 여러 개의 프로세스가 접근이 가능하며, 또한 한 프로세스가 여러 데이터베이스에 접근 가능
- 3단계의 패스워드에 의한 보안과 2가지의 잠금을 지원
- 실시간 스케줄링은 운영체제의 우선순위 선점 스케줄링에 기반 하여 프로세스 차원에서 관리
- 프로세스 메모리 잠금과 공유 메모리 잠금을 이용해 동시성 제어
- 테이블 생성 시 최대로 저장할 수 있는 레코드의 수를 지정
- 한 레코드나 열들 중의 하나의 값 또는 입력 영역 내에 값의 변화가 있으면 발생하는 이벤트 지원
- 메모리에 있는 데이터를 파일로 출력하는 업로드, 파일에 있는 데이터를 메모리에 적재하는 로드 유틸리티 제공

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 MBR을 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 영역

의 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-tree를 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 GIS에서는 주로 지도 데이터가 저장 및 검색이 되었기 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.



Ⅲ. 위치 데이터 인덱스

공간데이터는 양이 크고 복잡한 공간 연산을 필요로 한다. PDA에서 공간 데이터를 효율적으로 처리 및 검색하기 위해서는 데이터양을 감소시키고 공간 색인 기법을 적용한 저장 구조로 데이터를 변환하는 것이 필요하다. PDA는 공간 데이터를 수용할 수 있는 저장 공간이 적고 저장 구조가 데이터베이스 형태의 직접 접근이 가능한 순차적인 가변길이 레코드 단위의 저장 구조이다.

본 논문에서는 기존의 공간, 시공간 인덱스의 단점을 해결하는 새로운 위치 데이터 인덱스 방법을 제안한다. 본 장에서는 HB(Hash Based)R-tree의 동기 및 특성, 구조 알고리즘, HBR-tree를 이용하는 과거 위치 데이터 인덱스의 장점에 대하여 설명한다.

1. HBR-tree



이동 객체의 표현 방법은 이동 객체가 데이터베이스에 저장되는 대상에 따라 크게 이동 객체 위치를 저장하는 방법과 이동 객체에 대한 시간 함수를 저장하는 방법으로 나눌 수 있다.

첫 번째 방법은 이동 객체가 저장되는 기하학적 상태에 따라 점 데이터로 표현하는 방법과 선 데이터로 표현하는 방법으로 구분할 수 있다. 일반적으로 이동 객체는 주기적인 이동 객체 정보 수집을 통하여 점, 선 데이터 타입으로 저장될 수 있으므로 이동 객체를 공간 객체처럼 처리할 수 있다. 이동 객체를 공간 객체처럼 처리하게 되면 기존의 공간 인덱스를 이용하여 이동 객체를 인덱싱할 수 있는 장점이 있다. 그러나 이와 같은 방법은 이동 객체의 수가 증가할수록 변경 연산 비용이 크게 증가하는 단점이 있다.

두 번째 방법으로 이동 객체를 시간의 함수로 표현하는 방법은 첫 번째 방법에 비

해서 인덱스 변경 비용이 비교적 적게 든다는 장점이 있다. 그러나 이동 객체의 변경을 정확히 표현하는 수식을 찾는 것이 어렵고, 질의 때마다 이동 객체의 위치를 복잡한 계산을 통해서 산출해내야 하는 문제점이 있다. 이동 객체의 위치는 2차원의 점으로 표현될 수 있으므로 기존의 공간 인덱스를 이용하여 인덱싱 할 경우에 다음과 같은 문제가 발생한다. 고정 격자 파일은 이동 객체의 위치를 키 값으로 해쉬하는 방법을 사용하여 비교적 간단한 과정으로 인덱스가 가능하다는 장점이 있다. 그러나 데이터 집합이 비정규 분포(특정 지역에 밀집)일 경우 특정 셀에 지속적인 오버플로우가 발생하여 인덱스의 성능이 저하되는 문제가 발생한다. 이동 객체는 주기적으로 이동하기 때문에 밀집 지역을 빈번하게 발생시키기 때문에 고정 격자 파일의 성능 저하가 발생된다.

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. 이동 객체의 위치 변경으로 인한 빈번한 인덱스의 갱신 문제는 해쉬 함수를 이용하여 줄일 수 있다.

이동 객체의 위치 변경은 대부분 기존 공간 객체의 변경으로 볼 수 있다. 기존의 공간 인덱스는 대부분 갱신 연산보다는 검색 연산을 중점적으로 고려하였으나, 이동 객체 데이터베이스에서는 빈번한 갱신 연산을 고려한 인덱스 구조가 필요하다. 공간 객체의 위치 변경은 트리 기반의 인덱스 구조에서 삭제 후 재 삽입 연산으로 이루어진다. 트리 기반의 인덱스에서 삭제와 재 삽입 연산은 인덱스의 병합과 분할을 초래하기 때문에 위치 변경이 빈번한 이동 객체를 위한 인덱스로는 적합하지 않다. Table. 4과 5는 해쉬 인덱스를 이용하는 방법과 R-tree를 이용하는 방법의 장단점에 대하여 각각 설명한다.

Table 4 Merits and demerits of the method using hash indexing

구분	특성
장점	이동 객체의 위치를 키 값으로 해쉬하는 방법을 사용하여 비교적 간단한 과정으로 인덱스가 가능하고 검색이 빠름
단점	데이터 집합이 비정규 분포(밀집)일 경우, 특정 영역 셀에 지속적인 오버플로우가 발생하여 인덱스의 성능이 저하되는 문제가 발생함
	해쉬 인덱스를 구성할 전체 영역에 대한 설정이 어려움(예, 영역의 범위가 최소값과 최대값 여부에 따라 다름)
	밀집 지역에서의 해쉬는 셀 간의 거리가 짧아야 하고 이동 객체가 없는 곳에서는 셀 간의 거리가 길어야 함(즉, 다른 해쉬 함수를 사용할 수 있어야 함)

Table 5 Merits and demerits of the method using R-tree

구분	특성
장점	R-tree는 높이 균형 트리 구조이기 때문에 데이터의 분포와 관계없이 우수한 성능을 나타냄
단점	이동 객체의 계속되는 위치 변동으로 인한 인덱스의 빈번한 갱신으로 전체적인 인덱스의 성능 저하가 발생함

일반적으로 이동 객체에 대한 현재 인덱스를 구성할 경우에 이동 객체의 특성에 따라서 그룹을 지을 수 있다. 즉, 지하철을 타고 가는 경우, 버스를 타고 가는 경우, 고속도로를 가는 경우, 인도를 걸어가는 경우 등 대부분의 경우는 동일한 영역을 일정하게 이동하다가 새로운 이동 객체의 추가 및 다른 영역으로 이동하는 이동 객체의 삭제가 일어나게 된다. 그러므로 그룹에 대한 MBR을 이용하여 해쉬 테이블을 구성하고 이에 대한 MBR 정보를 R-tree를 이용하여 구성하게 되면 기존의 해쉬 기반 공간 인덱스의 단점을 해결할 수 있고, 또한 R-tree의 문제점인 인덱스의 빈번한 변경으로 인한 전체적인 인덱스의 성능 저하가 발생하는 문제점도 해결할 수 있다.

2. 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 Fig. 17과 같다.

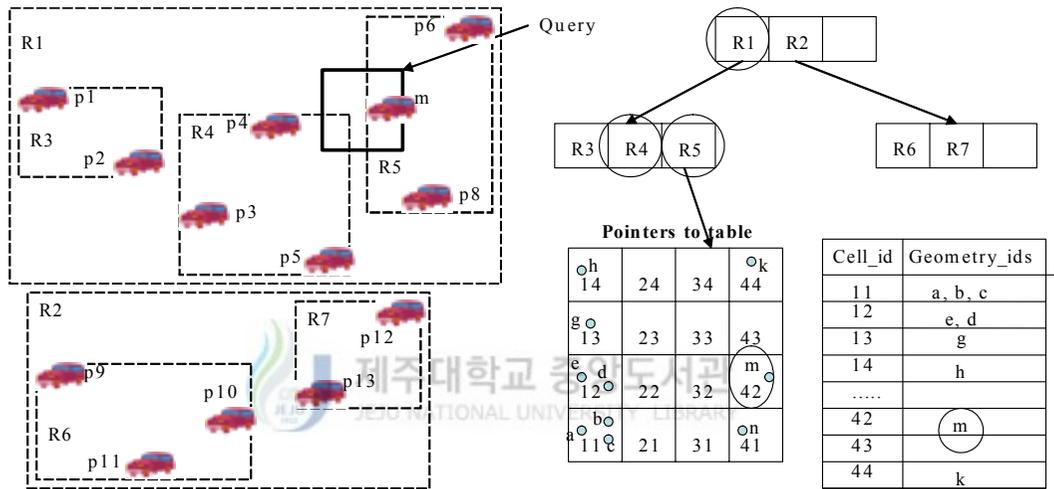


Fig. 17 The structure of HBR-tree

HBR-tree에서 영역에 대한 질의가 들어오면 R-tree의 트리에서 해당하는 MBR을 검색하게 된다. 그림 17에서와 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 전체적인 MBR의 검색은 R-tree에서 일어나게 되므로 빈번한 이동 객체의 변경에도 빠른 처리가 가능하게 된다.

1) 해쉬 테이블의 생성

HBR-tree에서는 전체 공간 도메인을 해쉬 함수를 통해 작은 범위로 축소시키게 된다. 예를 들면, 특정 지역의 지도를 가로, 세로의 일정한 영역으로 나누었을 때 각

각의 격자는 해쉬 테이블의 하나의 셀(cell)에 매핑될 수 있다. 즉, d-차원을 구성하는 각 i 축(단, $1 \leq i \leq d$)을 m_i 구간으로 나누어 전체 공간 도메인을 $k = m_1 \times m_2 \times \dots \times m_d$ 개 셀들의 집합으로 구성되는 공간으로 변환한다. d-차원 공간의 임의의 좌표는 (v_1, v_2, \dots, v_d) 와 같이 표현된다. 해쉬 테이블에서는 각 축의 값에 대한 공간 해쉬 함수 값들인 $(f_1(v_1), f_2(v_2), \dots, f_d(v_d))$ 을 해당 좌표의 셀 주소(cell address)로서 사용한다. HBR-tree에서 사용하는 i 축을 위한 공간 해쉬 함수 $f_i(v_i)$ 는 식 (1)과 같다. (단, $1 \leq i \leq d$).

$$f_i(v_i) = \frac{v_i - \min_i}{\frac{\max_i - \min_i + 1}{m_i}} \quad (1)$$

\max_i 와 \min_i 는 각각 공간 데이터베이스에 존재하는 모든 공간 객체들의 i 축의 값에 대한 최대값과 최소값이다. m_i 는 i 축을 구성하는 구간의 수이다. 즉, i 축은 m_i 개로 나누어진다. 그러므로 셀 주소는 $(0, 0, \dots, 0) \sim (m_1, m_2, \dots, m_d)$ 의 범위에 존재하게 된다. m_i 의 값이 $\Delta i (\max_i - \min_i + 1)$ 에 근접한다면, 즉 m_i 의 값이 커지면 셀의 크기가 작아지기 때문에 이동 객체는 밀집 상태이게 되어 오버플로우가 많이 발생하게 된다. m_i 의 값이 1에 근접한다면 즉 m_i 의 값이 작아지면 셀의 크기가 커져서 셀에 속하게 되는 이동 객체가 많아지게 되므로 인접한 이동 객체를 찾는 것이 쉽지만 메모리 공간을 많이 차지하게 된다. 그러므로 m_i 는 이동 객체의 밀집도에 따라서 결정하는 것이 바람직하다.

전체 공간 도메인은 해쉬 함수를 통해 작은 셀들로 나누어지고 각각의 셀들은 해당 셀에 소속된 공간 객체들의 개수와 객체에 대한 참조 포인터를 갖는다. 셀에 소속된 이동 객체는 다음과 같이 정의된다.

정의 1 (소속) : 다음과 같은 경우에 공간 객체 o 는 셀 c 에 소속된다. ($o \in c$ 로 표현). d-차원에 존재하는 점 공간 객체 o 의 좌표 값을 (v_1, v_2, \dots, v_d) 이라 하고 $c \min_i$ 와

$cmax_i$ 는 각각 셀 c 의 i 축에 대한 최소 값과 최대 값이라고 할 때 다음 조건을 만족하면 o 는 c 에 소속된다.

$$\forall i : cmin_i \leq v_i < cmax_i \quad (\text{단, } 1 \leq i \leq d) \quad (2)$$

2차원 공간에서 이동 객체가 셀에 소속되는 예제를 Fig. 18에 나타내었다. Fig. 18에서 이동 객체 $o1$ 은 셀 주소가 (4,2)인 셀에 소속되어 있고 이동 객체 $o2$ 는 셀 주소가 (3,3)인 셀에 소속되어 있다.

14	24	34	44
13	23	33	43
12	22	32	42
11	21	31	41

Fig. 18 Membership at hash table

정의 2 (인접) : 이동 객체 \bullet 와 동일한 셀에 소속된 이동 객체들은 이동 객체 \bullet 와 인접해 있다.

Fig. 19은 Fig. 20에서 사용된 이동 객체의 인접 관계를 보여준다. 여기서, 이동 객체 $o2$, $o3$ 는 인접해 있으나, 이동 객체 $o1$, $o4$ 는 인접해 있지 않다. Fig. 20에서 원의 영역으로부터 검색되는 이동 객체에 대하여 인접 질의가 요구된다면 검색되는 객체 $o2$ 가 포함된 셀은 (3,3)이고 이 셀에 소속되어 인접한 객체는 $o3$ 가 된다.

$\begin{matrix} \circ \\ \circ 14 \circ \\ \circ \end{matrix}$	24	$34 \begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \\ 44 \\ \circ \end{matrix}$
$\begin{matrix} \circ \\ 13 \\ \circ \end{matrix}$	23	$\begin{matrix} \circ 2 \circ 3 \circ \\ \circ 33 \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \\ 43 \\ \circ \end{matrix}$
$\begin{matrix} \circ 1 2 \circ \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ 4 \\ 22 \\ \circ \end{matrix}$	32	$\begin{matrix} \circ 1 \\ \circ 42 \\ \circ \end{matrix}$
$\begin{matrix} \circ \\ 11 \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \circ \\ \circ 21 \circ \\ \circ \circ \end{matrix}$	31	$\begin{matrix} \circ \\ 41 \\ \circ \end{matrix}$

$\begin{matrix} \circ \\ \circ 14 \circ \\ \circ \end{matrix}$	24	$34 \begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \\ 44 \\ \circ \end{matrix}$
$\begin{matrix} \circ \\ 13 \\ \circ \end{matrix}$	23	$\begin{matrix} \circ 2 \circ 3 \circ \\ \circ 33 \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \\ 43 \\ \circ \end{matrix}$
$\begin{matrix} \circ 1 2 \circ \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ 4 \\ 22 \\ \circ \end{matrix}$	32	$\begin{matrix} \circ 1 \\ \circ 42 \\ \circ \end{matrix}$
$\begin{matrix} \circ \\ 11 \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \circ \\ \circ 21 \circ \\ \circ \circ \end{matrix}$	31	$\begin{matrix} \circ \\ 41 \\ \circ \end{matrix}$

Fig. 19 Adjacent relation of moving object Fig. 20 Search of adjacent moving object

정의 3 (이웃) : K를 모든 셀들의 집합이라고 할 때 neighbor(c)로 표현되는 셀 c의 이웃은 다음과 같이 정의된다.

$$neighbor(c) = \left\{ cc \mid cc \in K \text{ and } |cc_{max_i} - c_{max_i}| \leq \left\lceil \frac{max_i - min_i + 1}{m_i} \right\rceil \text{ for all } i = 1, d \right\} \quad (3)$$



이웃은 현재 선택된 이동 객체와 근접한 이동 객체가 이웃한 셀에 포함되어 있을 경우 이를 검색하기 위해서 사용된다. Fig. 21에서 이동 객체 o1이 포함된 셀 c와 이웃하는 셀들은 {(2,1), (2,2), (2,3), (3,1), (3,3), (4,1), (4,2), (4,3)}이다.

$\begin{matrix} \circ \\ \circ 14 \circ \\ \circ \end{matrix}$	24	$34 \begin{matrix} \circ \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \\ 44 \\ \circ \end{matrix}$
$\begin{matrix} \circ \\ 13 \\ \circ \end{matrix}$	23	$\begin{matrix} \circ 33 \circ \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \\ 43 \\ \circ \end{matrix}$
$\begin{matrix} \circ 1 2 \circ \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ 4 \\ 22 \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \\ c \\ \circ 32 \\ \circ 1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ 1 \\ \circ 42 \\ \circ \end{matrix}$
$\begin{matrix} \circ \\ 11 \\ \circ \end{matrix}$	$\begin{matrix} \circ \circ \\ \circ 21 \circ \\ \circ \circ \end{matrix}$	31	$\begin{matrix} \circ \\ 41 \\ \circ \end{matrix}$

Fig. 21 Neighborhood of moving object

정의 4 (이동) : 이동 객체의 위치 좌표 x, y 가 시간 t 에 대하여 다음과 같은 공식이 성립할 때 이를 이동이라고 한다.

$$\bar{x}(x) = \bar{x}(x_0) + \bar{v}_x(t - t_0), \text{ where } t \geq t_0 \quad (4)$$

$$\bar{y}(y) = \bar{y}(y_0) + \bar{v}_y(t - t_0), \text{ where } t \geq t_0 \quad (5)$$

위치 좌표의 이동은 점 객체의 이동에 대한 벡터 값이므로 $\bar{x}(t)$ 와 $\bar{y}(t)$ 는 특정 시간대에 이동한 위치 데이터의 좌표 x 좌표와 y 좌표를 의미한다. $\bar{x}(t_0)$ 와 $\bar{y}(t_0)$ 는 이동 객체의 처음 발생 위치 좌표를 나타내며, $\bar{v}_x(t - t_0)$ 와 $\bar{v}_y(t - t_0)$ 는 현재 시간 t 에 초기 시간 t_0 부터 이동한 거리의 벡터 값을 의미한다. Fig. 22은 이동 객체가 이동된 결과를 보여준다.



Fig. 22 Moving of object

정의 5 (이탈) : 이동 객체가 시간이 흐름에 따라서 이동하게 될 경우 다음 조건을 만족할 때 이탈이라고 한다.

$$\exists i : \min_i > v_i \text{ or } \max_i \leq v_i \quad (\text{단, } 1 \leq i \leq d) \quad (6)$$

Fig. 22의 경우 o_3 는 해쉬 테이블의 \max_i 값을 x 좌표가 벗어나 해쉬 테이블의 어떤 셀에도 소속되지 않으므로 이탈에 해당한다.

2) HBR-tree의 생성

이동 객체의 위치 데이터를 처리하기 위해서는 단일한 해쉬 테이블을 사용하면 많은 이동 객체를 하나의 해쉬 테이블 내에 저장하기 어렵다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해서는 해쉬 테이블 내에 저장될 수 있는 이동 객체수를 제한하거나 여러 개의 해쉬 테이블을 이용하여 이동 객체의 위치 데이터를 저장하면 된다. 그러나 해쉬 테이블의 이동 객체수를 제한한다는 것은 효과적이지 못하고 여러 개의 해쉬 테이블을 생성하면 각 해쉬 테이블이 담당하고 있는 격자를 별도로 관리하여야 할 필요가 있다. 즉, 위치 데이터가 여러 개의 해쉬 테이블 중에 어느 해쉬 테이블에 존재하는지를 판단하기 위한 방법이 필요하다.

일반적으로 이동 객체의 위치 데이터를 획득하게 되면 특정 시간에 획득된 이동 객체를 그룹으로 관리하게 된다. 이때, 그룹으로 발생된 위치 데이터들의 MBR을 알 수 있다. 그러므로 그룹으로 발생된 위치 데이터를 해쉬 테이블에 저장하고 이 해쉬 테이블의 MBR을 이용하여 R-tree를 구성하게 되면 위치 데이터의 빈번한 갱신은 해쉬 테이블에서 처리되고 해쉬 테이블의 관리 및 영역 질의는 R-tree를 이용하여 처리된다. 결론적으로 HBR-tree에서는 R-tree의 빠른 검색과 해쉬 테이블의 빠른 갱신을 동시에 얻을 수 있다.

(1) 이동 객체의 위치 데이터 삽입

본 논문에서는 이동 객체가 일종의 그룹을 이룬 형태로 입력이 되는 것을 가정하고 있다. 실세계에서의 이동 객체는 일반적으로 그룹을 이루면서 동일한 궤적으로 이동한다. 즉, “100번 버스를 이용하는 시민들”은 버스의 이동하는 궤적에 따라 위치 데이터가 발생되게 된다. 그러므로 이러한 이동 객체의 위치 데이터는 위치 획득 단계에서 그룹으로 나누어 HBR-tree에 입력되게 된다.

특정 시간에 Fig. 23(a)와 같은 새로운 위치 데이터 그룹이 삽입이 되면 Fig. 23(b)와 같이 이 위치 데이터 그룹에 해당하는 해쉬 테이블이 만들어진다. 위치 데이터 그

룹에 의해 생성된 해쉬 테이블 h14는 Fig. 23(c)와 같이 HBR-tree에 삽입이 된다. 삽입된 h14는 Fig. 23과 같이 R7의 자식 노드에 삽입이 된다. 만약 h14에 소속된 위치 데이터를 검색하고자 한다면 루트 노드에 R2를 검색하고 R6, R7을 찾고, R6, R7을 검색하여 h14를 찾은 후 해쉬 함수를 이용하여 위치 데이터를 검색하게 된다.

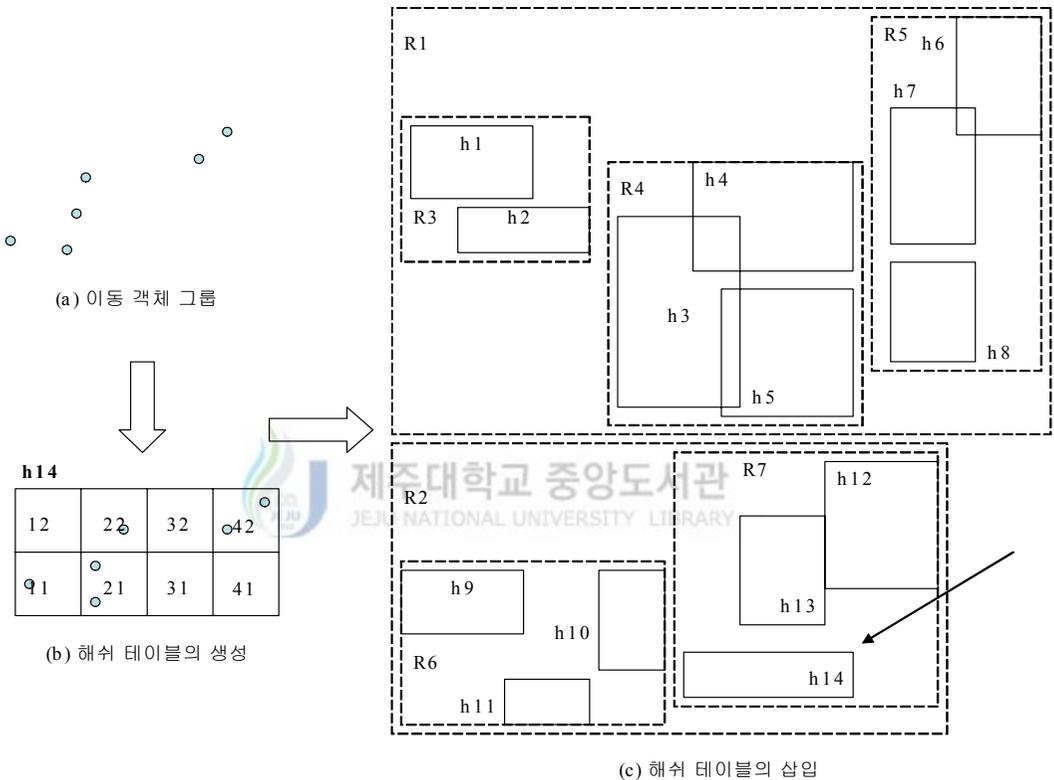


Fig. 23 Additive of moving object

(2) 이동에 따른 해쉬 영역의 분할 및 Lazy 갱신

이동 객체의 그룹이 이동할 경우 위치 획득 시간이 짧으면 Fig. 24와 같이 HBR-tree의 갱신이 빈번하게 일어나야 하는 경우가 발생한다. Fig. 24에서는 이동 객체 그룹(그룹: 버스, 승용차 등)이 이동을 함에 따라 R2, R3, R4, R5의 해쉬 테이블에 대한 MBR이 계속적으로 발생하는 경우를 예를 든 것이다. 이 경우에 HBR-tree

에 대한 인덱스 갱신이 자주 발생되므로 비효율성이 발생하게 되는데 이를 해결하기 위해서는 위치 획득 시간을 늘리거나 lazy 갱신과 같은 방법을 수행하여 HBR-tree의 빈번한 트리 재조정을 막아야 한다. 본 논문에서는 lazy 갱신을 이용하여 인덱스 갱신이 빈번하게 일어나는 것을 해결하였다.

이동 객체의 위치 데이터를 획득하였을 때 해쉬 테이블이 Fig. 25과 같이 구성된다면 회색의 영역에 대하여 메모리 중복이 발생하게 된다. 이 경우에 중복되는 영역은 해쉬 테이블에서 동일한 영역을 동시에 가지기 때문에 불필요한 메모리 공간을 사용하게 되므로 HBR-tree에서는 분할(split)이 수행된다. Fig. 25은 이와 같은 해쉬 테이블의 MBR이 중복되었을 경우 중복된 영역 R3가 분할되어 R4와 R5로 나뉘는 것을 보여준다.

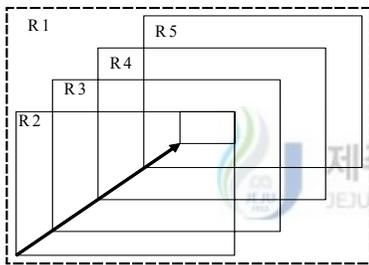


Fig. 24 Lazy updating

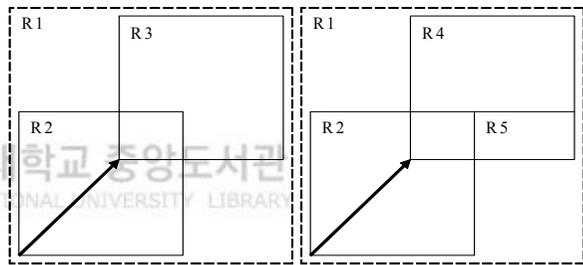


Fig. 25 Mixed hash table area(1)

해쉬 테이블에 대한 MBR의 중복은 Fig. 26과 같은 경우도 있을 수 있다. 현재 이미 구성된 MBR R1에 R10에 대한 MBR이 삽입되었을 경우 R11에 있는 위치 데이터가 이미 구축된 HBR-tree에 소속되는 경우에는 이미 구축된 해쉬 테이블에 위치 데이터를 삽입하고 구축된 HBR-tree에 포함되지 않는 경우에는 소속되지 않는 위치 데이터가 형성할 수 있는 최소의 MBR을 별도로 구성한다. Fig. 26의 경우에는 R11이 추가되면서 R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10의 해쉬 테이블에 소속된 위치 데이터는 이미 생성된 HBR-tree에 삽입되고 이에 소속되지 않은 위치 데이터는 별도의 해쉬 테이블을 만들고 그에 대한 MBR인 R12와 R13이 HBR-tree에 새로 삽입된다.

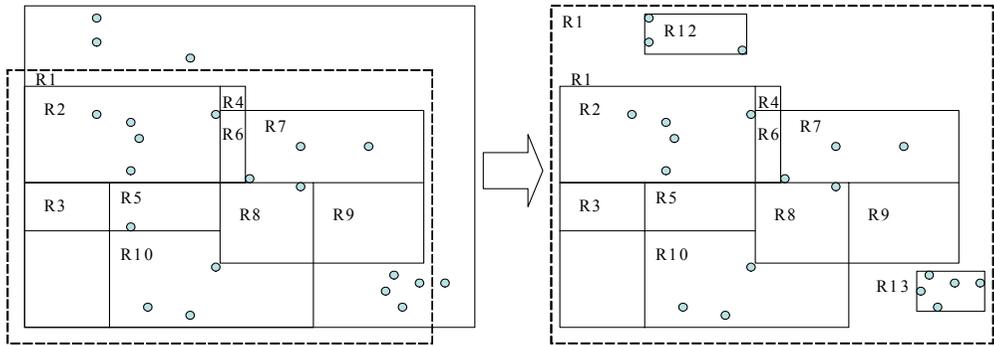


Fig. 26 Mixed hash table area(2)

(3) 다중 해쉬 함수의 사용

이전의 해쉬 인덱스에서는 지도 데이터의 좌표에서 최소 값과 최대 값을 이용하여 해쉬 테이블을 구성하였다. 이와 같은 경우 바다, 강, 농경지 등과 같은 이동 객체가 소속될 수 없는 셀에서는 메모리 공간의 낭비가 발생하게 되고, 또한 전 구간에 대하여 같은 해쉬 함수를 사용하기 때문에 이동 객체가 밀집되어 있는지 밀집되어 있지 않은지 판단하기 어려우며, 밀집된 지역에서는 해쉬 함수에 의해 오버플로우가 많이 발생하지만 밀집되지 않은 지역에서는 이웃된 몇 개의 셀에서도 이동 객체가 수십 개 정도밖에 되지 않는 경우가 발생한다. 이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 밀집 지역과 비밀집 지역에서 서로 다른 해쉬 함수를 사용할 수 있도록 함으로써 위와 같은 문제를 해결하였다.

Fig. 27는 해쉬 함수에서 m_i 의 값을 늘릴 경우에 발생하는 해쉬 테이블의 크기를 보여주고 있다. m_i 의 값이 커지면 셀의 크기가 작아지는 밀집 지역이 발생하게 되고 m_i 의 값이 작아지면 셀의 크기가 커지는 비밀집 지역이 발생하게 된다. 밀집 지역에서는 셀의 간격이 작으면 작을수록 검색되는 양이 적어지기 때문에 하나의 이동 객체에 인접한 이동 객체를 신속히 검색할 수 있고, 비밀집 지역에서는 셀의 간격이 커지면 클수록 쉽게 현재 셀 및 이웃된 셀에 소속된 이동 객체를 검색할 수 있게 된다.

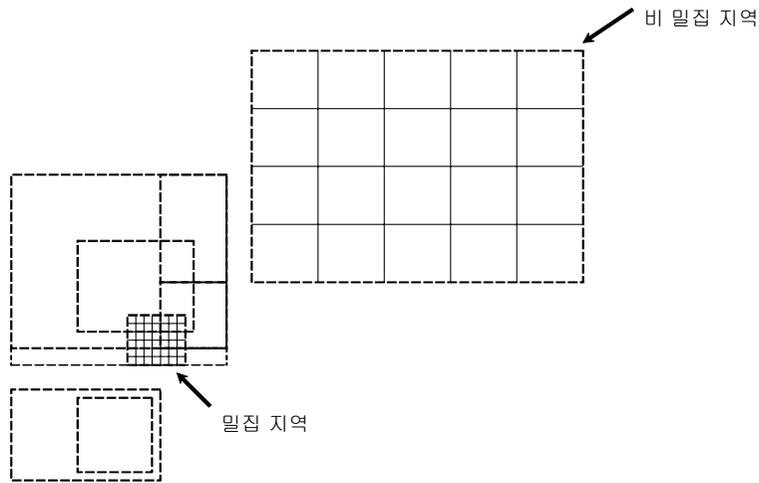


Fig. 27 The formation hash table of concentration and non-concentration areas

3. MBR-tree의 알고리즘



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

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 구성한

다. 구성된 MBR을 R-tree에 추가한다. Table. 6은 해쉬 함수에서 이동 객체가 삽입 될 때의 알고리즘을 보여준다.

Table. 6 Insertion algorithm for HBR-tree

<p>Algorithm InsertData(p)</p> <p>Input p : array of points</p> <p>Output The new HBR-tree that result after insertion of p</p> <p>Begin</p> <ol style="list-style-type: none"> 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). <p style="padding-left: 40px;">SplitAndAdjust(cn)</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>End</p>



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 Table. 7와 같다.

Table. 7 Search algorithm for HBR-tree

<p>Algorithm SearchData(W)</p> <p>Input W : search window(MBR)</p> <p>Output All object overlapping W</p> <p>Begin</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>End</p>
--

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 Table. 8와 같다.

Table. 8 Delete algorithm for HBR-tree

<p>Algorithm DeleteData(T, e)</p> <p>Input T : HBR-tree rooted at node T, e : Index entry(id, hRect)</p> <p>Output The new HBR-tree that results after the deletion of e</p> <p>Begin</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Using the search procedure, find a leaf cn where entry e is located

Table. 8 Delete algorithm for HBR-tree (계속)

<p>2. Remove e from cn. Call $SplitAndAdjust(cn)$.</p> <p style="padding-left: 2em;">$SplitAndAdjust(cn)$</p> <p>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</p> <p>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.</p> <p>End</p>
--

4. HBR-tree를 이용한 과거 위치 데이터 인덱스



HBR-tree를 이용하게 되면 약간의 변형을 통하여 이동 객체의 과거 위치에 대한 정보를 지속적으로 저장할 수 있게 된다. 이것은 일반적으로 위치 기반 서비스에서 일어나는 질의의 종류가 현재 위치 검색뿐만이 아니라 이동 객체의 궤적을 구하는 질의도 사용되기 때문에 특정 시간 동안의 이동 객체에 대한 과거 위치 정보도 지속적으로 저장하고 있어야 한다. 즉, 이동 객체의 과거 위치에 대한 인덱스도 필요하다. 그러나 과거 위치 데이터 인덱스는 위치 데이터가 발생하는 만큼 지속적으로 인덱스를 유지하여야 하기 때문에 이를 유지하기 위한 비용이 크다.

본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 다음과 같은 과거 위치 데이터 인덱스를 사용하였다. 그림 3-16은 HBR-tree를 이용한 과거 위치 데이터 인덱스를 보여준다. 즉, 각 셀이 존재하는 이동 객체의 ID를 이용하여 특정 시간에 대한 객체들의 리스트를 지속적으로 유지하게 된다. 만약 특정 시간에 대한 이동 객체를 검색하고자 하면 시간에 대한 리스트를 검색함으로써 이동 객체를 찾을 수 있게 된다.

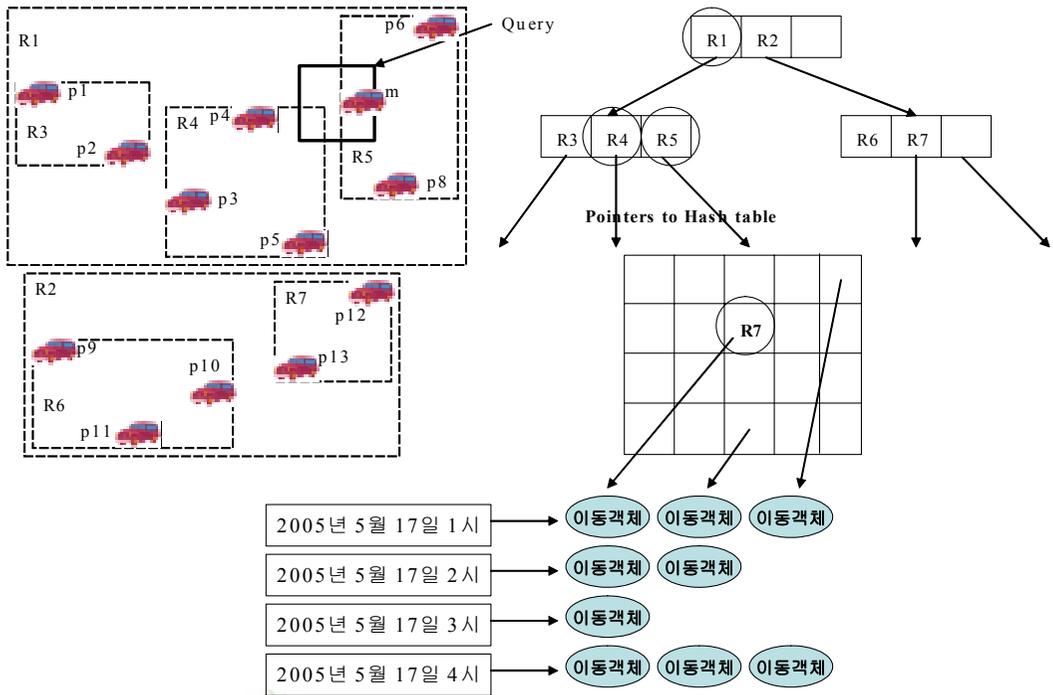


Fig. 28 Past location data index using HBR-tree

Fig. 28에서는 이동 객체 p7에 대한 현재 위치 데이터는 HBR-tree에서 지속적으로 갱신된다. 그리고 현재 위치 데이터가 갱신되는 순간에 이전의 현재 데이터는 과거 위치 데이터가 되고 과거 위치에 대한 데이터는 시간의 리스트에 계속적으로 추가된다. 만약, 시간의 궤적에 대한 질의가 요구되면 우선 시간에 대한 과거 위치 데이터의 리스트를 얻은 후, 리스트를 순차적으로 검색하면서 시간 궤적에 해당하는 과거 위치 데이터를 검색하게 된다.

5. 공간 데이터의 저장

모바일 장치는 CPU의 처리 능력이 낮고 저장 공간이 적은 단점을 가지고 있기 때

문에 이전의 데스크 탑 컴퓨터에서 사용되는 방식을 그대로 적용하기에는 어려운 점이 많다. 우선 클라이언트의 요청에 의하여 처리된 공간 데이터는 모바일 장치에 파일의 형태로 저장되어야 한다. 파일의 형태는 텍스트 형태와 이진 형태가 있는데 모바일 장치에서 텍스트 형태를 사용하는 것은 데이터가 커지는 단점이 있고, 텍스트 파일을 읽는 루틴이 이진 파일을 읽는 루틴에 비하여 상당히 느린 단점을 가지고 있다. 실제로 25,000여 개의 폴리곤을 저장하기 위하여 텍스트 파일은 800~900kb 이상의 크기를 차지하지만 이진 파일은 300~400kb의 크기를 차지한다. 또한 25,000여 개의 폴리곤을 읽어오는 시간도 iPAQ과 같은 모바일 클라이언트에서 이진 파일은 2~3초가 소요되지만 텍스트 파일은 20~25초가 소요된다.

클라이언트에서 이진 파일을 생성하기 위해서는 GIS에 저장되어 있는 공간 데이터를 추출하여 직접 이진 파일로 변환하는 변환틀이 필요하다. Table. 9는 이진 파일을 생성하기 위한 클래스이다. 생성자인 BinDB는 이진 파일로 생성하고자 하는 파일 이름과 레이어의 타입을 인자로 입력받는다. AddData는 이진 파일에 데이터를 저장하는 함수로 공간 데이터 타입의 점의 개수, 레이어 번호 그리고 db_point 값을 인자로 입력받는다. ReadAll은 생성된 이진 파일의 데이터를 모두 읽어 제대로 저장되었는지 검증하는 함수이며, WriteCount는 전체 공간 객체의 개수를 저장하는 함수이다.

Table. 9 binDB class justice

```
typedef enum {BD_POINT, BD_MULTILINE, BD_POLYGON} gistype;
class binDB
{
private:
    FILE      *fp;
    int       total_size;
    char      f_name[128];
    gistype   f_type;
protected:
```

Table. 9 binDB class justice (계속)

```
public:
    _fastcall binDB(const char *filename, gistype type);
    void _fastcall AddData(int count, int layer, db_point *pt);
    void _fastcall ReadAll();
    void _fastcall WriteCount();
    _fastcall ~binDB();
```



IV. 위치 측위와 LBS

위치 정보는 무선 인터넷 시장이 확산 되면서 무선 인터넷의 새로운 애플리케이션 으로서 등장했다. 이러한 위치 기반의 서비스를 제공하기 위해서는 무선 위치를 측위 할 수 있는 LBS 기술 및 구축이 필요하다. LBS는 사용자의 현재 위치를 파악하여 이를 각종 서비스와 연계, 제공하는 위치기반 서비스로 높은 정확도의 다양한 적용분 야로 사용할 수 있다. LBS에서 위치 측위를 위해서는 다른 장비와 연결할 수 있는 인터페이스를 통해 NMEA 프로토콜을 설정하면 GGA 문장 형태로 분석할 수 있다.

1. NMEA 0183 Protocol과 GGA(global positioning system fix data) 문장



1) NMEA 0183 Protocol

해양 기자재들 간의 통신을 위한 전기적 인터페이스 및 데이터 프로토콜의 정의인 NMEA 0183 프로토콜은 1983년도 National Marine Electronic Association에 의해 정의된 인터페이스 프로토콜이다. 이는 항법장치, 즉 GPS나 DGPS 등을 인터페이스 하기 위한 표준 프로토콜로 간단하고 이해하기 쉬운 ASCII 형태도 구성되어 있다. 이를 이용해 수신기에서 출력되는 데이터가 별다른 변환 과정을 거치지 않고 PC로 전송하여 GPS 관련 정보를 구할 수 있다. Table 10.은 RS-232에 대한 NMEA의 설정을 보여준다.

Table. 10 Establishment of NMEA on RS-232

Baud Rate	4800
Data Bits	8 (Bit 7 set to 0)
Stop Bits	1 개 2
Parity	None
Handshake	None

이에 있는 각 문자를 Exclusive-OR를 한 값을 표시한다. 이 값이 일치하지 않은 경우는 통신에 문제가 있는 경우이므로 그 Line을 사용하면 안된다.

-**CR-LF** : 맨 마지막에 붙는다. 각 문장은 82자 까지 가능하다.

2) GGA - 위치정보(global positioning system fix data)

본 논문에서 GPS 수신에서 출력하는 여러 NMEA 0183 문장 중에서 현재 이동 물체의 시간 및 경·위도 좌표, 고도를 제공하는 GGA 문장만을 검출하고, 검출된 GGA 문장 중에서 위치 추적에 필요한 정보만을 다시 검출하는 과정을 표현하고 사용한 방법을 구현한다. Fig. 30는 GGA 문장의 파라미터들을 보여준다.

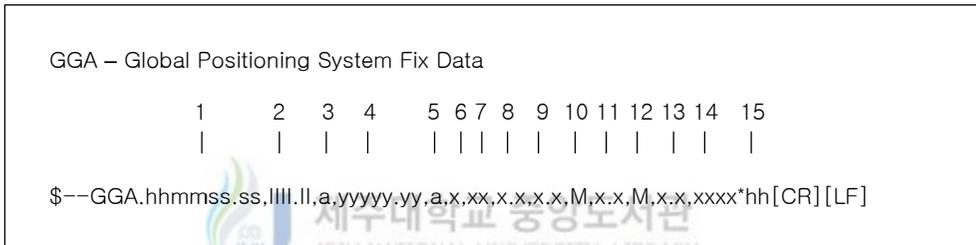


Fig. 30 Parameters of GGA sentence

본 절에서는 GPGGA, GPRMC, GPGSA, GPGSV의 네 항목이 사용되었는데 GPS 수신기에서 기본적으로 제공된다. 좀 더 고급형의 경우는 더 많은 문장의 출력 여부와 출력시간 등을 사용자가 셋팅 할 수 있게 되어 있다. 더불어 제조사들이 각 문장을 만드는 경우도 있는데 그 경우는\$P로 시작한다. 본 절의 실험고찰에서는 네 가지 문장을 중심으로 간단한 GPS Viewer를 고찰하고자 한다. 먼저, GGA 문장을 살펴보면 첫째로 GPGGA는 Table. 11과 같다.

Table. 11 A sentence analysis of GPGGA

	Field	Example	Comments
1	Sentence ID	\$GPGGA	Global positioning system fixed data
2	UTC Time	92204.999	hhmmss.sss

Table. 11 A sentence analysis of GPGGA (계속)

	Field	Example	Comments
3	Latitude	4250.5589	ddmm.mmmmm
4	N/S Indicator	S	N = North, S = South
5	Longitude	14718.5084	dddmm.mmmmm
6	E/W Indicator	E	E = East, W = West
7	Position Fix	1	0 = Invalid, 1 = Valid SPS, 2 = Valid DGPS, 3 = Valid PPS
8	Satellites Used	4	Satellites being used (0-12)
9	HDOP	24.4	Horizontal dilution of precision
10	Altitude	19.7	Altitude in meters according to WGS-84 ellipsoid
11	Altitude Units	M	M = Meters
12	Geoid Separation		Geoid separation in meters according to WGS-84 ellipsoid
13	Separation Units		M = Meters
14	DGPS Age		Age of DGPS data in seconds
15	DGPS Station ID	0	
16	Checksum	*1F	
17	Terminator	CR/LF	

각 항목의 분석 내용은 다음과 같다.

2번 항목은 시각이다. 아주 정확한 시각이므로 PDA나 노트북의 시각 동기화에 보편적으로 많이 사용된다. 단 세계 표준시이므로 우리나라에서는 9시간을 더해 주어야 한다. 날짜까지 알려면 GPRMC에서 처리하면 된다. 그리고 각 GGA 문장 마다 시간이 조금씩 차이가 나는데 이는 각 문장이 생성되는 시점이 차이가 나기 때문이다.

3번과 5번은 각각 경도와 위도를 나타낸다. 일반적으로 경위도에는 도, 분, 초를 사용하는데 여기서는 도와 분만을 사용한다. 위도의 경우는 앞에 두 자가 도이고 경도의 경우는 앞에서 세자가 도에 해당한다. 그 뒤의 숫자는 분을 나타내며 초는 분으로 환산되어 있다. 그래서 가령 도, 분, 초로 환산하려면 소수점 밑에 숫자에 60을 곱해야 한다.

- 도, 분, 초의 간단한 환산 : $0.5589\text{분} * 60 = 33.534\text{초}$

4번과 6번은 동경과 서경, 북위와 남위를 나타내므로 우리나라에서는 N, E 밖에 볼 수 없다.

7번은 위치의 결정이 되었는지를 가리킨다. 만약 0이라면 계산된 위치를 믿을 수 없으므로 사용하면 안 된다. 처음 켜올 때나 위성신호가 잘 수신이 안되는 지역에서 흔히 볼 수 있다. 1번이나 그 외의 숫자일 경우는 사용 가능하다.

8번은 현재 수신되는 위성의 개수이다.

10번은 평균해수면(MSL : mean sea level)을 기준으로 한 고도이다. GPS는 수평오차보다 수직오차가 크다.

12번은 MSL과 Geoid의 고도차이다. 마이너스 값이 나올 수도 있지만, 보통 GPS수신기에는 NULL 처리가 되 있다. WGS-84는 타원체를 기준으로 표현된 경위도 좌표를 뜻한다.

13번과 14번은 고도의 단위이다.

다음은 GPRMC에 관한 내용이다

Table. 12 A sentence analysis of GPRMC

	Field	Example	Comments
1	Sentence ID	\$GPRMC	Recommended Minimum Specific GNSS Data

Table. 12 A sentence analysis of GPRMC (계속)

	Field	Example	Comments
2	UTC Time	92204.999	hhmmss.sss
3	Status	A	A = Valid, V = Invalid
4	Latitude	4250.5589	ddmm.mmmm
5	N/S Indicator	S	N = North, S = South
6	Longitude	14718.5084	dddmm.mmmm
7	E/W Indicator	E	E = East, W = West
8	Speed over ground	0	Knots
9	Course over ground	0	Degrees
10	UTC Date	211200	DDMMYY
11	Magnetic variation		Degrees
12	Checksum	*25	
13	Terminator	CR/LF	

RMC는 Recommended Minimum Specific GNSS Data의 약자이다. 말뜻 그대로 네비게이션에 일반적으로 필요한 데이터 항목으로 GPS에서 가장 중요한 위치를 가져올 수 있다. GPGGA에서 지원을 안 하지만 흔히 많이 쓰는 것이 속도와 방향, 날짜 등이다. GPGGA에서는 시간만 표현할 수 있지만, 이 문장에서는 속도와 방향은 GPVTG에서 날짜는 GPZDA에서 가져온다.

2번은 UTC time이다. GPGGA항목과 동일하며 NMEA에서는 이렇게 동일한 항목이 여러 문장에 걸쳐 나온다. 10번의 날짜항목과 같이 연산하면 완전한 날짜와 시간을 얻을 수 있다. 역시 9시간을 더해야 한다.

3번은 GPGGA의 7번 항목인 Position Fix라 할 수 있다. 간편하게 A와 V로 표시한다. V일 경우는 위치정보를 신뢰할 수 없는 경우이다.

4번부터 7번은 GPGGA와 동일하다.

8번은 속도이다. 해양용이라 역시 Knots단위로 되 있다. GPVTG에서는 Km/h도 지

원하다. Km/h로 바꾸려면 1.852를 곱하면 된다.

9은 진행 방향이다. 진북을 중심으로 시계방향으로 0~359까지의 각도가 주어진다. 여기서 말하는 진북은 WGS-84 타원체를 중심으로 한 것이다.

11번은 자북과 9번에서 말한 진북과의 차이를 각도로 표시한 것이다. 가령 나침반으로 정밀하게 측정할 때 유용하다. 그러나 GPS에서는 보편적으로 NULL로 채워져 있다.

다음은 GPGSA에 관한 내용이다

Table. 13 A sentence analysis of GPGSA

	Field	Example	Comments
1	Sentence ID	\$GPGSA	GNSS DOP and active satellites
2	Mode 1	A	A = Auto 2D/3D, M = Forced 2D/3D
3	Mode 1	3	1 = No fix, 2 = 2D, 3 = 3D
4	Satellite used 1	1	Satellite used on channel 1
5	Satellite used 2	20	Satellite used on channel 2
6	Satellite used 3	19	Satellite used on channel 3
7	Satellite used 4	13	Satellite used on channel 4
8	Satellite used 5		Satellite used on channel 5
9	Satellite used 6		Satellite used on channel 6
10	Satellite used 7		Satellite used on channel 7
11	Satellite used 8		Satellite used on channel 8
12	Satellite used 9		Satellite used on channel 9
13	Satellite used 10		Satellite used on channel 10
14	Satellite used 11		Satellite used on channel 11
15	Satellite used 12		Satellite used on channel 12
16	PDOP	40.4	Position dilution of precision
17	HDOP	24.4	Horizontal dilution of precision
18	VDOP	32.2	Vertical dilution of precision
19	Checksum	*0A	
20	Terminator	CR/LF	

GSA는 GNSS DOP and Active Satellite의 약자이다. GPGSA와 다음에 나올 GPGSV는 navigation에 필요하다기 보다는 GPS의 수신 상태를 점검하는데 주로 이용된다. 현 위치에서 잡히는 각각의 위성상태를 알 수 있기 때문에 두 문장을 이용하여 위성의 배열 상태를 천공도로 표시할 수 있다.

2번과 3번은 GPS작동 모드에 대한 항목이다. 위에서 보듯 흔히 A와 3으로 되어있다. 간단히 설명하면 2D모드란 높이의 변화가 없이 경위도만 변한다고 가정하고 위치를 계산하는 모드이면 3D모드는 경위도와 높이가 다변하는 경우이다. 측량용의 고가 GPS의 경우는 경위도를 고정하고 높이만을 계산하는 모드도 있다.

4번부터 15까지는 수신기에 잡힌 GPS위성의 번호가 나와 있다. 흔히 12채널 GPS수신기라고 하는 것은 바로 위성신호를 12개 까지 수신할 수 있다는 의미이다. 대부분의 GPS수신기는 12채널을 보편적으로 사용한다.

16번부터 18까지는 위성의 측위 오차에 관한 항목이다. 수신기에서 4개 이상의 위성이 감지되더라도 수신기는 PDOP이 최소인 위성 4개의 배열을 잡아 위치를 계산해낸다. PDOP은 수신기 위치를 꼭 지점으로 각각의 위성이 이르는 사각뿔의 체적에 반비례한다. 체적이 큰 경우가 측위 오차가 적게 되는데 이는 위성이 널리 퍼져 오차가 상쇄되기 때문이다. 수직방향은 상쇄되는 면이 없기 때문에 수평오차보다 크게 된다.

VDOP은 수직오차를 HDOP은 수평오차를 말한다.

$PDOP = \sqrt{HDOP^2 + VDOP^2}$ 의 관계가 성립한다. 최적 값은 1.0으로 대개 6이하로 사용한다.

다음은 GPGSV에 관한 내용이다

Table. 14 A sentence analysis of GPGSV

	Field	Example	Comments
1	Sentence ID	\$GPGSV	GNSS Satellites in View
2	Number of messages	3	Number of messages in complete message (1-3)

Table. 14 A sentence analysis of GPGSV (계속)

	Field	Example	Comments
3	Sequence number	1	Sequence number of this entry (1-3)
4	Satellites in view	10	
5	Satellite ID 1	20	Range is 1-32
6	Elevation 1	78	Elevation in degrees (0-90)
7	Azimuth 1	331	Azimuth in degrees (0-359)
8	SNR 1	45	Signal to noise ration in dBHZ (0-99)
9	Satellite ID 2	1	Range is 1-32
10	Elevation 2	59	Elevation in degrees (0-90)
11	Azimuth 2	235	Azimuth in degrees (0-359)
12	SNR 2	47	Signal to noise ration in dBHZ (0-99)
13	Satellite ID 3	22	Range is 1-32
14	Elevation 3	41	Elevation in degrees (0-90)
15	Azimuth 3	69	Azimuth in degrees (0-359)
16	SNR 3		Signal to noise ration in dBHZ (0-99)
17	Satellite ID 4	13	Range is 1-32
18	Elevation 4	32	Elevation in degrees (0-90)
19	Azimuth 4	252	Azimuth in degrees (0-359)
20	SNR 4	45	Signal to noise ration in dBHZ (0-99)
21	Checksum	*70	
22	Terminator	CR/LF	

\$GPGSV,2,1,07,07,84,025,47,04,51,289,48,20,40,048,47,02,32,203,46*74

\$GPGSV,2,2,07,01,23,101,47,13,20,131,32,24,19,268,40*49

GSV는 GNSS Satellite in View의 약자이다. 각각 위성의 상태에 대해 나와 있는 문

장이다. 여기서 주의해야 할 것은 GSV는 한 문장에 4개의 위성에 대한 정보만이 나와 있다. 그러므로 위성이 12개일 경우는 세 문장이 연속으로 나오고 가령 7개일 경우는 두 문장이 나오게 된다.

2번이 바로 총 문장 갯수를 나타낸다. 위의 예에서는 위성이 10개 이므로 3으로 되어 있다.

3번은 몇 번째 문장인지를 가리킨다. 다음의 예처럼 총 문장이 2일 때는 1과 2가 순서대로 나오게 된다.

\$GPGSV,2,1,07,07,84,025,47,04,51,289,48,20,40,048,47,02,32,203,46*74

\$GPGSV,2,2,07,01,23,101,47,13,20,131,32,24,19,268,40*49

4번은 총 보이는 위성의 개수이다. 바로 위의 예를 보면 위성개수가 7개이므로 두 번째 문장에서는 3개의 위성에 대한 설명만 나온다.

5번부터 8번 항목이 위성 한 개에 대한 내용이다. 같은 내용이 위성 개수에 따라 반복이 된다.

5번은 위성번호로 각 위성마다 가지는 고유번호가 나오게 된다. GPGSA에 나온 위성 번호와 일치한다.

6번은 고도 각으로 90도 까지 나온다. 7번은 방향각으로 북쪽을 중심으로 0~359도 까지 나온다. 이 항목을 이용하여 위성의 위치를 표시할 수 있다.

8번은 위성에서 수신된 전파강도로 0~99까지 나온다. 각 위성의 수신 상태를 표시 할 수 있다.

Fig. 31는 이동물체 시스템의 직렬포트를 통해 전송된 GPS 위치정보 중 위치추적에 필요한 정보만을 검출하여 전송하는 전체과정을 나타낸다.

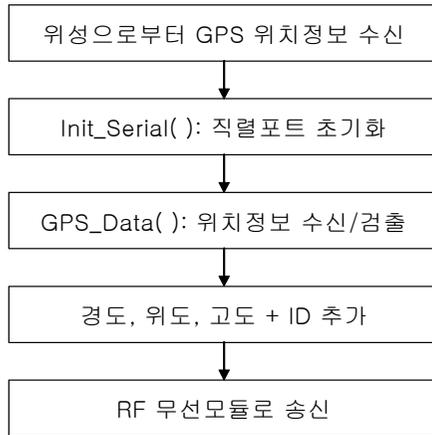


Fig. 31 Process of detection of GPS position information

Fig. 32는 GPS 위치정보 수신과 검출과정의 기본이 되는 Main 함수의 처리 과정을 보여주고 있다. Main 함수는 초기화 처리 및 GGA 문장 중 위치추적에 필요한 정보만을 검출하여 기지국으로 전송하는 기능을 한다.

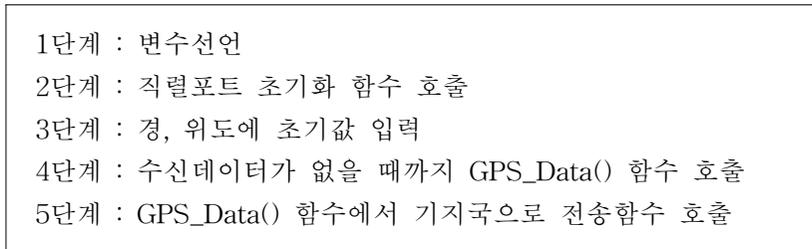


Fig. 32 Receiver and detection of GPS position information

Fig. 33는 GPS 수신기로 수신되는 여러 데이터 중 위치관련 정보를 포함하고 있는 GGA 문장만을 검출한 후, 각 문장에서 실질적으로 필요한 정보만을 다시 검출하는 과정을 나타낸다. 이와 함께 다수의 이동물체를 고려하여, 각 이동물체에 ID를 추가한 후 무선 모듈을 통해 기지국으로 전송하게 된다.

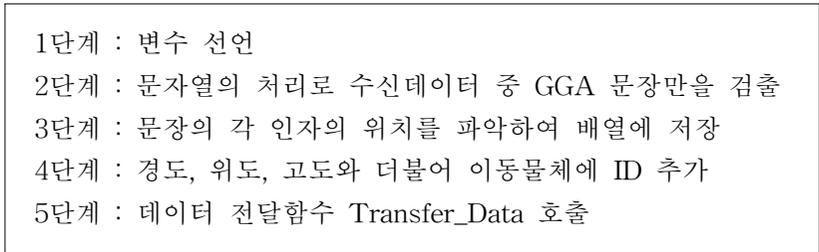


Fig. 33 Detection procedure of GGA sentence

위의 과정을 거쳐 GPS 위성 정보는 무선 모듈을 통해 기지국으로 전송된다. 전송 시 GGA 문장임을 알려주는 메시지, 경·위도 좌표, 고도, 이동물체의 ID 만을 전송하므로 GPS 위성정보를 모두 전송한 뒤 기지국에서 필요로 하는 위치정보를 검출하는 시스템에 비해 효율성이 뛰어나다.

2. 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. Table. 15는 본 논문에서 사용된 WGS-84, Bessel 타원체의 경·위도 좌표와 관련된 특징을 나타내는 것으로, 두 타원체간에 약간의 차이가 있음을 알 수 있다.

Table. 15 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 (7)과 같다.

$$\begin{aligned} X_k &= (N+h) \cdot \cos\phi \cos\lambda \\ Y_k &= (N+h) \cdot \cos\phi \sin\lambda \\ Z_k &= \left(\frac{b^2}{a^2}N+h\right) \cdot \sin\phi \end{aligned} \quad (7)$$

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

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

이다.

본 논문에서는 거리산출이나 측량계산, 수학에서 대단히 널리 사용되는 횡 메르카토르 투영 평면직각 좌표인 국립지리원의 전자지도를 사용하여 GPS를 장착한 이동 물체의 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.

따라서 전자지도와의 호환을 위해 좌표변환부에서는 우리나라의 지형에 맞는 Bessel 타원체의 경·위도 좌표로 변환한 후, 평면직각 좌표로 변환하는 과정을 거쳐야 한다. Fig. 34는 Bursa-Wolf 변환 모델 혹은 Molo-densky-Badekas 변환 모델을 사용하여 WGS-84 타원체의 경·위도 좌표로부터 Bessel 타원체의 경·위도 좌표로 변환하는 과정과, 가우스-크뤼거(gauss-kruger) 투영법으로 우리나라 지형에 맞는 평면직각 좌표로 변환하는 과정을 보여준다.

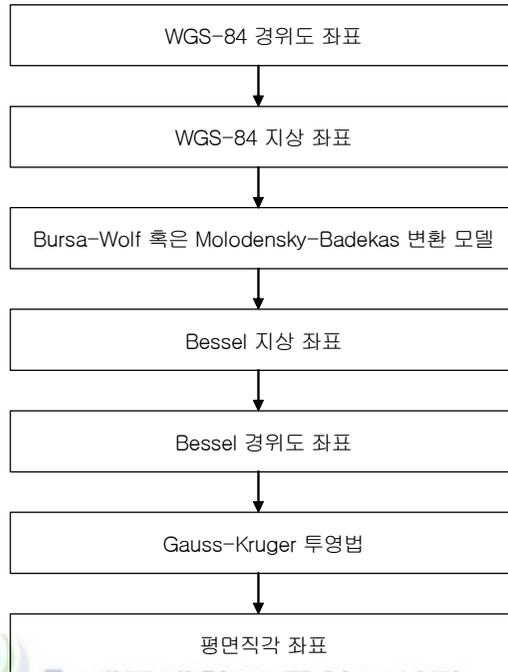


Fig. 34 process in map projection

Fig. 35은 두 가지 변환 모델을 적용하여 WGS-84 타원체의 경·위도 좌표를 Bessel 타원체의 경·위도 좌표로 변환하는 과정이다.

- 1단계 : 경/위도, 고도 입력
- 2단계 : 경/위도의 도, 분, 초 단위를 도단위로 변환
- 3단계 : 도단위를 리디안 값으로 변환
- 4단계 : 단반경 및 황곡률 반경 계산
- 5단계 : WGS-84의 지심 좌표 X_W, Y_W, Z_W 계산
- 6단계 : 지심좌표 X_W, Y_W, Z_W 를 Bessel 지심 좌표로 변환
- 7단계 : Bessel 지심 좌표를 Bessel 경/위도 좌표로 변환
- 8단계 : Bessel 경/위도 좌표를 출력

Fig. 35 Process in Bessel ellipsoidal

Fig. 36은 전자지도상에 위치정보를 표시하기 위해 가우스-크뤼거 투영법을 이용하여 Bessel 타원체의 경·위도 좌표를 평면직각 좌표로 변환하는 과정이다.

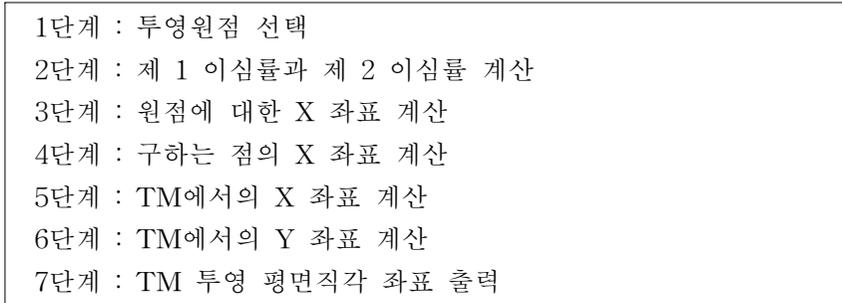


Fig. 36 Process in cartesian coordinates transformation

3. 전자지도



이동물체의 위치를 실시간으로 모니터링하기 위해서는 정확한 전자지도의 제작과 이를 기반으로 한 지리정보시스템의 구현이 필수적일 것이다. 전자지도란 축척별로 분류된 종이지형도 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.

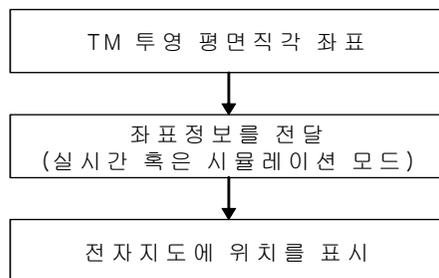


Fig. 37 Process in marking of position coordinate

COM Port, NMEA Sentence Viewer, Date & Time, Speed, 진행방향 등이 표시되며 맨 밑의 화면은 천공도이다. 왼쪽의 동심원에는 머리 위에 떠있는 위성의 배치도이며 그 다음 숫자는 위성 번호이다. 그 다음 Bar의 색은 천공도의 위성과 일치하며 그 안의 검은 막대는 위성 신호의 수신 상태를 보여주고 있다. Serial 통신부분은 GPS-Emulator에서 사용한 Class를 그대로 사용하였으며 Table. 16은 OnInitDialog()의 일부를 보여주고 있다.

Table. 16 Function of OnInitDialog()

```

m_comboPort.ResetContent();
CString      strPort;
for (int i = 0; i < 4; i++) {
    strPort.Format(_T("%d"), i+1);
    m_comboPort.InsertString(i, strPort);
}
// 일단은 COM1 이 열린다.
m_comboPort.SetCurSel(0);
int port = m_comboPort.GetCurSel() + 1;

// port를 개방한다.
BOOL        bRet = m_ge.OpenConnection(port);
if (bRet == FALSE) AfxMessageBox(L"COM Port Open Error!");

// 천공도를 그리기 위해 NcSatelliteView로 subclassing을 한다.
m_sv.SubclassDlgItem(IDC_STATIC_SV, this);
m_sv.SetGSV(&m_nmea.Gsv);

m_bContinue = TRUE;

// 통신용 thread를 시작한다.
AfxBeginThread((AFX_THREADPROC)ReceiveGpsData,(LPVOID)(this))

```

Table. 17 Content of ReceiveGpsData()

```

UINT ReceiveGpsData(LPVOID pArg)
{
    CGpsViewDlg*    pWnd = (CGpsViewDlg*) pArg;
    NcGpsEmul*      pGE = &pWnd->m_ge;

    CString strT;
    int          r, n, p;

    char    strNMEA[1024], strSentence[1024], strAll[2048], strRemnant[1024];

    DWORD dwRead;
    BOOL  bRet;
    strRemnant[0] = 0;
    r = 0;

    while (1) {
        dwRead = 1024;

        // 최대 1024byte씩 읽어 온다.
        bRet = pGE->Receive((void*)strNMEA, dwRead);
        if (!bRet) {
            continue;
        }

        *(strNMEA+dwRead) = 0;

        // 이전에 parsing이 안된것에 새로 읽은 내용을 덧붙인다.
        strcpy(strAll, strRemnant);
        strcat(strAll, strNMEA);

        p = 0;
        n = dwRead + r;
        for (int i = 0; i < n; i++) {

```

Table. 17 Content of ReceiveGpsData() (계속)

```

        if (strAll[i] == '\n') {

                strncpy(strSentence, strAll+p, i+1-p);
                strSentence[i+1-p] = 0;
                p = i+1;

                // WideCharater로 변환된다.
                strT = strSentence;

                // 문장을 처리한다.
                pWnd->ProcNMEA(strT);
        }
}
// parsing이 안된 나머지를 옮겨 놓는다.
r = n-p;
strncpy(strRemnant, strAll+p, r);

strRemnant[r] = 0;
}

```

Fig. 63은 PDA에서 신뢰성이 떨어지는 무선 인터넷을 사용하고, 위치 기반 서비스와 같은 사용자가 요구하는 지역의 데이터 전송에 대한 중요도가 크기 때문에 필요한 데이터를 먼저 추출하는 데이터 추출기를 통해 공간 연산 및 알고리즘, 클라이언트의 처리 결과를 공간, 비공간 및 위치 데이터 형태로 저장하기 위해 실시간으로 데이터를 추출한 결과를 보여주고 있다.




 Fig. 39 Integration result
 제주대학교 중앙도서관
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 39은 위치정보획득 모듈의 실행 화면을 보여주고 있다. 프로그램은 Microsoft 사의 Visual C++을 사용하여 개발하였으며 GPS를 통하여 받은 위성신호를 PDA를 이용하여 CDMA 방식으로 중앙관제소로 전송하게 된다. 위치정보획득모듈은 현장의 GPS에서 획득한 위성신호와 기준국에서 보내오는 보정신호를 이용하여 정밀한 3차원 위치좌표를 획득할 수 있도록 개발하였다. 로봇선의 GPS에서 수신한 위성신호는 센서에서 NMEA-0183 표준 메시지의 형태로 출력되는데, 3차원 위치좌표, 위성상태 등 매우 다양한 정보를 포함하고 있다. 이러한 NMEA 메시지는 RS-232 통신 포트를 통하여 PDA에 곧바로 입력된다.

여기서 NMEA-0183은 "National Marine Electronics Association"의 위원회 번호로서 이 위원회는 해상 전자 장치의 인터페이스의 표준을 정하는 것을 목적으로 발족되었다. 이 표준은 GPS 수신기의 인터페이스에도 널리 사용된다.

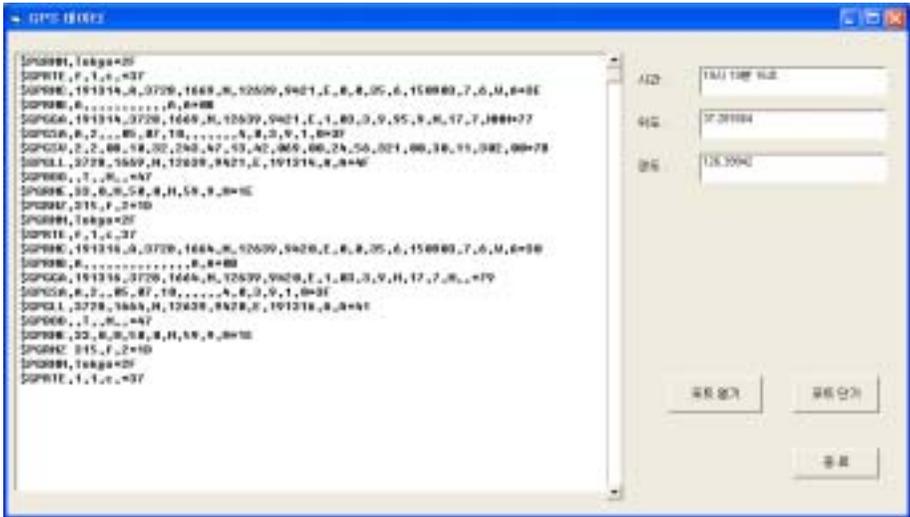


Fig. 40 The execution screen of spatial data obtainment

Fig. 40은 모듈 개발시 데이터가 올라오 처리되는지를 확인하기 위해 화면에 출력하였으나, 실제 처리 과정에서는 화면 출력하지 않고 내부 처리 된다. 본 논문에서는 4800으로 포트를 개방하여 사용하였으며, 다음은 SendGpsData의 내용을 보여주고 있다.

Table. 18 Content of SendGpsData()

```

UINT SendGpsData(LPVOID pArg)
{
    CGpsEmulDlg*      pWnd = (CGpsEmulDlg*) pArg;
    NcGpsEmul* pGE = &pWnd->m_ge;
    CString          strBuf;
    CString          strEdit;
    int              nLine;
    int              nChar;
    LPCTSTR          pB;
    strEdit.Empty();
    CStdioFile pf;
    // NMEA 데이터 파일을 연다.
    BOOLbRet = pf.Open(pWnd->m_strFile, CFile::typeText | CFile::modeRead);
}

```

Table. 18 Content of SendGpsData() (계속)

```

if (!bRet) {
    pWnd->m_editOut.GetWindowText(strEdit);
    strEdit += "File Open Error\r\n";
    pWnd->m_editOut.SetWindowText(strEdit);
    return 1;
}

// 한 문장씩 읽어서 처리한다..
while (pf.ReadString(strBuf)) {
    // End Button을 눌렀을 때 빠져나온다.
    if (pWnd->m_bContinue == FALSE) return 0;
    // 한문장이 82자 안에 들어와야 한다.
    if (strBuf.GetLength() > 82) {
        return 0;
    }
    strBuf += "\r\n";
    strEdit += strBuf;
    // 화면에 출력
    pWnd->m_editOut.SetWindowText(strEdit);

    nLine = pWnd->m_editOut.LineFromChar(strEdit.GetLength());
    pWnd->m_editOut.LineScroll(nLine);

    if (nLine > 50) strEdit.Empty();

    nChar = strBuf.GetLength();
    pB = strBuf.GetBuffer(nChar);

    // 데이터를 보낸다.
    pWnd->m_ge.Send((void*)pB, nChar);
    strBuf.ReleaseBuffer();

    Sleep(200);
}

```

V. PDA기반 모바일 플랫폼 구현

본 논문에서 PDA용 실시간 임베디드 시스템 플랫폼은 클라이언트, 미들웨어, 실시간 GIS 엔진으로 구성되고 실시간 모바일 GIS는 실시간 GIS 플랫폼, 분산 위치 저장 시스템, 백엔드 GIS로 구성된다. 본 장에서는 실시간 임베디드 시스템 플랫폼을 구성하고 있는 각 구성요소에 대하여 설명하고자 한다.

1. 플랫폼의 구성

1) PDA 개요

PDA는 손에 들고 다닐 수 있는 크기의 일종의 초소형 컴퓨터이다. PDA는 노트북이나 펜 컴퓨터 또는 휴대용 단말기(handheld terminal)와는 달리 입력방식이 키보드가 아니라 일반적으로 터치스크린을 이용한 입력방법을 쓰고 있으며, 또한 기억장치로 하드디스크를 쓰지 않고 RAM, ROM을 기억장치로 사용한다.



Fig. 41 A PDA

(1) 프로세서

PDA는 전자수첩보다 훨씬 강력한 기능을 가져야 하기 때문에 고성능 프로세서를 요구한다. 그렇지만 노트북용 모바일 프로세서는 너무 크고 전력소비량도 크기 때문에 적합하지는 않다. 또한 기존의 PC의 CPU보다는 전력 소모가 적으며 초절전 고성능의 RISC형 프로세서를 선호하고 있다.

(2) 운영체제

미국의 Geoworks 사가 개발한 GESO를 필두로 하여 Windows OS와 유사한 인터페이스와 무선통신을 지원하는 Magic cap과 문자인식, 객체 지향적 저장장치기능, 유무선 통신기능 등을 지원하는 IBM사의 Workspace등 10여 가지에 이른다.

(3) 입출력방식

PDA의 중량 및 크기를 감소시키기 위한 방법 중 하나로써 PDA는 화면(LCD)에 부착된 디지털타이저에 필기 문자를 입력하여 프로세서로 하여금 이를 인식하도록 하는 방법을 사용하고 있다.

(4) 저장장치

PDA는 일반적으로 RAM과 ROM만을 가지며 이를 일반 PC의 하드 디스크로 사용하고 있다. 그렇기 때문에 PDA 저장능력은 그 한계가 있으며 이에 따라 다양한 확장 메모리(CF 메모리)를 부가적으로 설치해 사용 할 수 있도록 하고 있다.

(5) 형태적 분류

개인휴대정보 단말기란 의미의 PDA는 HPC (handheld-PC), Palm, CellVic, Smart Phone, 또는 전자수첩과 유사한 Electronic Orgnaizer 등으로 다양하게 불려지고 있으며 그 내용은 Table 19. 과 같다.

Table. 19 A PDA classification

분류	형태	주요기능
Handheld PC	Clamshel Type with Keyboard	스프레드쉬트 기능을 가지는 초소형 노트북 형태의 휴대형 단말기 - PC와 연결가능하며 PC보조용으로 사용 - Keyboard 입력방식과 내장 모뎀을 채택
Palm	Pad Type with out Keyboard OSD Touch panel	- 개인 정보관리를 주 기능으로 하는 일반 용도의 Standart Handheld Organizer - PC와 프로그램 및 Data 접속 가능 - 입력장치는 필기인식, 터치스크린 사용 - 대부분 통신 기능을 Option으로 제공
Smart Phone	CellularPhone OSD Touch Pad	- 휴대전화와 결합하여 개인정보 관리, E-Mail 작성, 인터넷 검색 등에 활용 - 통신 기능에 중점 - 입력장치는 펜 입력, 터치스크린 방식

(이창주 등 2002)

2) 구성 요소

본 논문에서 사용된 실시간 GIS 플랫폼은 사용자의 위치 정보, 공간 데이터 그리고 비공간 데이터를 관리하기 위한 실시간 GIS 엔진, 알고리즘 처리 및 질의 처리를 위한 미들웨어, 사용자에게 지도 데이터를 통해 자기 자신의 위치를 보여주고 질의를 입력받는 클라이언트로 구성된다. 그리고 부가적으로 실시간 GIS 엔진에 지도 데이터를 로딩하기 위한 백엔드 GIS, 위치 추적이나 위치 검색에 사용되는 위치 데이터를 저장하기 위한 분산 위치 저장 시스템이 추가되어 실시간 모바일 GIS를 구성한다. Fig. 42은 실시간 모바일 GIS의 전체적인 구성도를 보여준다. 우선 모바일 장치인 모바일 클라이언트에서는 사용자의 질의 및 위치 정보를 게이트웨이인 미들웨어로 전송하게 되고, 미들웨어에서는 질의 및 알고리즘을 처리하기 위해 실시간 GIS 엔진에 접근하게 된다. 실시간 GIS 엔진은 질의 및 알고리즘을 처리하기 위하여 주기억 장치에 존재하는 공간 데이터 및 위치 데이터를 반환하게 되고 이 과정에서 대

용량의 위치 데이터의 저장 및 검색을 위한 분산 위치 저장 시스템과 공간 및 비공간 데이터를 주기억 장치에 적재하기 위한 백엔드 GIS를 사용하게 된다.

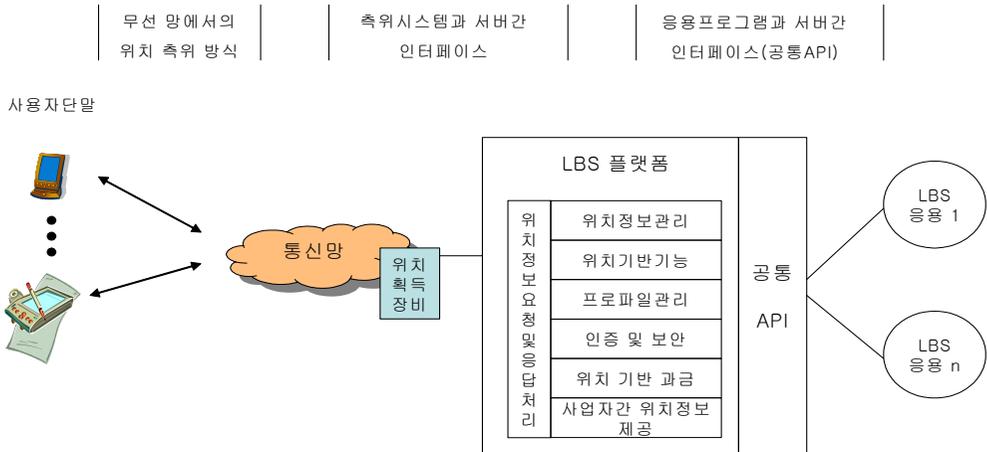


Fig. 42 Referential architecture of LBS platform



(1) 위치 정보 획득

개인 및 집단 사용자들의 위치 정보를 이동 통신망 위치획득 시스템으로부터 획득하기 위한 인터페이스 규격들은 명시한다. 또한 제공하는 서비스별로 위치 정확도 우선순위 및 QoS에 따른 효율적인 처리기능들을 명시하고 위치 정보 전달 방식도 즉시 또는 지연 방식과 같이 지정함으로써 응용 서비스 개발 범위를 다각화할 수 있다.

(2) 위치정보 관리

이동통신망 위치획득 시스템으로부터 획득한 위치정보를 관리함에 캐싱이나 중복 요청 방지 등의 기능을 사용하여 빈번한 요청에 따라 망부하를 효과적으로 조절하고 위치 정보의 이력을 관리하여 위치기반 서비스를 지원한다.

(3) 위치기반 기능

위치기반 응용서비스를 위해 LBS 플랫폼에서 기본적으로 제공해야 하는 개인 및 집단 위치 확인 및 제공 기능을 포함하여 추적 및 이동경로, 트리거 기능들을 지원하

기 위한 고려 사항들이 포함된다.

(4) 프로파일 관리

개인 사생활 침해 방지 및 서비스별 특성화를 위하여 사용자 및 서비스 단위의 프로파일 항목과 관리 방식을 서술한다.

(5) 인증 및 보안

위치 정보 제공에 따른 사용자 인증 및 보안을 위해 가입자 인증 및 개별 인증 시스템에 의한 서비스별 접근 권한 제어 방식의 사용자 위치 정보 보호 기능 및 보안 요구사항들을 포함한다.

(6) 사업자간 위치정보 제공

사업자간 연동을 통한 위치정보의 상호 제공을 위해 표준 규격 및 공통 API를 기반으로 한 전달 방식과 타 사업자간 인증 방안에 대하여 구체적으로 기술한다.



(7) 기타

망 부하 최소화나 시스템 부하 분산 및 장애 처리 기능, 통제 관리 기능 등을 제공하는 시스템 성능 관리 기능과 LBS 플랫폼 전체 시스템을 제어 및 관리하는 시스템 모니터링 기능 그리고 LBS 플랫폼과 타 시스템과의 인터페이스 기능이 있다.

본 논문에서의 실시간 모바일 GIS는 모바일 컴퓨팅 시스템, 위치 정보 시스템, GIS를 연동한 형태로서 모바일 컴퓨팅 시스템이 갖추어야 될 요구 사항, 위치 정보 시스템이 갖추어야 될 요구 사항, 그리고 GIS가 갖추어야 될 요구 사항을 모두 수용하였다. 또한 이동하는 클라이언트가 효율적으로 서버 측의 자원에 접근하는 방법과 지도 데이터의 전송을 위한 신뢰성 있는 방법도 제공한다. 실시간 모바일 GIS가 갖고 있는 특성은 다음과 같다. 우선 클라이언트, 미들웨어, 실시간 GIS 엔진의 구조를 통하여 GIS 데이터 서버의 공간 데이터를 클라이언트가 부담을 줄이면서 이용할 수 있고 TCP/IP를 이용하여 클라이언트, 미들웨어, 실시간 GIS 엔진 사이에 신뢰성 있는 정보를 전송할 수 있다. 또한 Windows CE, Embedded Linux 같은 PDA 상의 운

영체제를 통해서 실시간 GIS 엔진의 공간 데이터를 볼 수 있다. 그리고 Shareware GIS, Legacy GIS, Internet GIS 등과 같은 기존에 사용되고 있는 여러 가지의 GIS를 연결하여 사용할 수 있는 분산 시스템으로의 확장성도 제공한다.

2. PDA에서 번호판 영상의 영역 해석

최근에 무선 인터넷의 발달로 휴대성과 편리성이 뛰어난 PDA와 같은 무선 휴대 단말기의 사용이 증가하고 있다. 이러한 PDA에 카메라를 장착하여 그 카메라를 이용하여 명함을 디지털화하여 저장하거나, 디지털화 한 후에 명함의 정보인 문자 및 숫자 인식을 거쳐 저장하여 관리하거나 메모나 수첩을 이용하여 관리를 한다면 더욱 효율적이고 편리하다. 일반적으로 자동차의 번호판 등의 영상은 문자 및 숫자, 배경 등의 서로 다른 유형의 영역들로 구성되며 각 유형은 그 성격이 서로 다르므로 유형별로 영역을 분류한 후, 분류된 유형별로 알고리즘을 적용하거나 필요로 하는 유형의 영역만을 추출하여 알고리즘을 적용하는 것이 효율적이다. 특히, 자동차의 번호판 인식 시스템에서는 문자 및 숫자 영상 영역만이 관심의 대상이므로 문자 영역만을 추출하여 문자 및 숫자를 인식하기 위한 영역 해석 과정이 필수적이라 할 수 있다.

차량의 번호판 영상에 대한 영역 해석 방법은 먼저 번호판 영상을 정보가 있는 영역인 정보 영역과 정보가 없는 영역인 배경 영역으로 분할하는 영역 분할과 분할된 정보 영역을 다시 문자 영역, 그림 영역, 선 영역 등의 영역으로 분류하는 영역분류 과정으로 구분할 수 있다.

기존의 영역 분할 방법에는 차량 번호판 영상의 블록 신호의 활동도를 이용하는 블록 기반 영역 분할 방법으로서 영상을 블록으로 나눈 다음 각 블록의 분산을 이용하는 방법, 에지 정보를 이용하는 방법, 그리고 DCT 에너지를 이용하는 방법 등이 있다. 또는 각 블록의 분산, 에지 화소의 수, 또는 특정 주파수 대역에서의 DCT 에너지를 각각 역치(threshold)와 비교하여 정보 영역과 배경 영역으로 분할한다.

이들 방법 이외에도 번호판 영상을 먼저 번호판의 글자와 그림에 의한 흑화소와 배경에 의한 백화소로 이진화 한 다음 그 결과 영상을 이용하여 영역을 분할하는 런

길이 평활화(run length smoothing) 방법과 투영 윤곽(projection profile) 분석 방법 등이 있다. 런 길이 평활화 방법에서는 수평, 수직 방향으로의 흑 화소들 사이의 백 화소들의 개수가 역치보다 작으면 그 백 화소들을 흑화소로 치환하여 영역을 분할하였고, 투영 윤곽 분석 방법에서는 이진 영상을 수평 및 수직 방향으로 투영하여 얻은 흑 화소의 히스토그램을 이용하여 영역을 분할한다. 한편, 영역 분류에 관한 방법으로는 영역의 크기와 흑 화소 밀도, 그리고 문자열의 인접성을 이용하는 방법과 문자열의 반복성을 이용하는 방법, 흑 화소 분포의 밀집성을 이용하는 방법이 있다. 인접성을 이용하는 방법은 인접한 문자들의 소 영역들로 분할된 문자 영역이 그 크기가 그림 영역의 크기보다 작고 문자 영역의 경우 흑 화소의 밀도가 일정한 범위내의 값을 가진다는 점을 이용한다. 또한 번호판 영상에서 비슷한 크기의 문자들이 자간, 줄간을 경계로 다수 분포 되어 있다는 점을 이용하였다. 문자열의 반복성을 이용하는 방법에서는 문자 영역은 문자열과 그 사이에 있는 공백이 반복적으로 나타나므로 이진 영상을 수평 방향으로 투영하여 얻은 문자열에 의한 흑 화소의 히스토그램이 문자열 사이의 공백을 경계로 반복적으로 나타남을 이용하여 영역을 분류한다.

마지막으로 흑화소 분포의 밀집성을 이용하는 방법은 분할된 영역에서의 흑화소와 백화소의 서로 바뀌는 총 횟수를 역치와 비교하여 문자 영역과 그림 영역으로 분류한다.

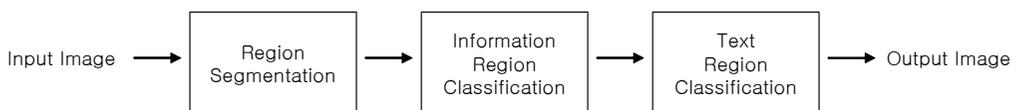


Fig. 43 The diagram of domain analysis method

그런데 차량의 번호판 영상은 일반 영상과는 달리 문자열 개수가 적고, PDA로 차량의 번호판 영상을 획득 하므로 불균일한 조명이나 그림자의 영향으로 영상 전체에 대한 밝기 차이가 크게 나는 경우가 많다.

이는 PDA에 장착된 카메라로 얻어지는 차량의 번호판 영상은 240×320 픽셀의 반사형 TFT LCD 형태의 해상도로 16비트 65,536 컬러를 지원한다. 이는 고해상도의 스캐너나 디지털 영상 획득 장치를 통하여 얻은 일반 영상에 비하여 해상도가 떨어

진다. 또한 손으로 든 상태에서 영상을 획득하기 때문에 조명이 불균일하거나 그림자가 있는 경우가 많다. 그러므로 영상 전체에 걸쳐서 문자 또는 숫자와 배경의 밝기 분포가 일정하지 않고 국부적으로 심한 변화를 보이면서 문자 또는 숫자와 배경의 밝기 값이 뚜렷하게 구분되지 않을 수가 있다. 따라서 PDA로 획득한 번호판 영상에 전역 이진화를 적용하면 우수한 이진화 결과를 얻기가 어렵다. 그리고 PDA로 획득한 번호판 영상은 일반 영상과는 달리 문자/숫자의 분포 밀도가 낮고, 라인의 개수가 작으며 거리 대비 크기도 일정하지 않다. 따라서 화소 단위로 역치를 구하여 이진화를 수행하면 잡음의 영향으로 이웃 화소에 문자/숫자 화소가 없는 배경 화소가 문자/숫자로 잘못 결정되는 경우가 발생하여 이진화 성능이 떨어질 수 있다. 예를 들어, 시야의 한 곳을 바라보고 있을 때 시야의 다른 곳에서 갑작스런 자극의 변화가 발생되면 우리의 주의가 그곳으로 자동적으로 옮겨가게 된다. 이와 같이 시야의 갑작스런 자극 변화에 의해 발생하는 주의를 외인성 주의(exogenous attention)라고 부른다. 시야의 한 곳에 일단 주의를 주어진다면 일반적으로 그 부위의 자극 탐지 민감도나 해상력이 증가되는 것으로 알려져 있다. 이러한 주의 효과는 주의 착점 부근의 정보 처리를 받고 있는 세포 단위들의 활성화역(activation threshold) 감소와 수용장의 축소에서 기인되는 것으로 가정되고 있다. 세포 단위들의 활성화역이 낮아지면 민감도가 높아지고 결과적으로 정보 처리 속도가 촉진되는데 바로 이러한 변화를 시야에 제시된 역(threshold) 부근의 자극 탐지 실험(정상철, 현주석과 정찬섭, 1997, 1998; Handy, Kingston과 Mangun, 1996)과 자극 변별 실험(Moran과 Desimone, 1985), 선분 운동 착시 실험(Hikosaka, Miyauchi와 Shimojo, 1993a; Steinman, Steinman과 Lehmkuhle, 1995, 1997)등이 보고되고 있다. 또한 모든 화소에 대하여 역치를 구하므로 많은 계산량을 필요로 하며 비교적 넓게 차지하는 문자 화소를 포함하지 않는 배경 영역에서도 역치를 구하므로 비 효율적이다. 그러므로 화소 단위로 역치를 구하는 것 보다 국부 영역에서 역치를 구하는 것이 더 효율적이다. 그리고 QF(quadratic filter), AQF(adaptive QF)와 같은 전처리 필터들은 영상 전체의 특성에 따라 전처리를 수행하기 때문에 밝기 변화가 심한 영상에 대해서는 밝은 영역과 어두운 영역의 특성이 서로 다르기 때문에 영상을 개선하는 데는 한계가 있다. 또한 일반 영상에 비해 문자의 분포 밀도가 낮은 명함 영상에 대해서는 비 효율적이다. 따라서 영상 전체에 대하여 전처리를 수행하기 보다는 영상을 문자/숫자 영역과 배경 영역으로 분리한 다음

문자 및 숫자 영역 내의 밝기 변화가 비슷한 국부 영역에 대해서 전처리를 수행하는 방법이 필요하다.

3. 응용프로그램 인터페이스 제공을 위한 전처리

PDA 카메라를 통해 입력 받는 정지 영상(still image)에서 중요한 부분은 차량의 번호판 영역을 검출해 내는 알고리즘이라 할 수 있다. 기존에 연구된 방법에는 명암 정보를 이용한 번호판 영역 추출방법과 에지검출과 허프만 변환을 이용한 특징추출 방법이 있다. 명암 정보를 이용한 추출 방법은 주위 환경에 민감하게 작용하기 때문에 주위 환경에 의한 잡음이 생길 경우 인식율이 떨어지며, 특징 추출 방법은 번호판 영역에 수직, 수평 성분을 가지고 추출하는 방법이기 때문에 번호판 테두리에 잡음이 나, 훼손이 있을시 인식율이 떨어지고 처리시간이 길어 실시간 처리에는 적합하지 않다.



본 논문에서는 고주파 강조 필터(high-frequency emphasis filter)를 사용하여 입력된 영상의 화질을 개선하고, 수직 명암 값 분포 변화와 차량 번호판 모형을 이용한 부분 영상 정합을 통해 번호판 영역을 추출 하였다. 이때 변환 처리된 영상의 데이터 표현은 순차적구조로 PDA 저장 공간에 저장하는 것이 아니라 효과적이고, 빠른 검색 처리를 위해 색인 인덱스 구조로 저장하여 번호판 영역의 특징을 추출한다.



Fig. 44 Preprocess

1) 화질 개선

PDA용 카메라로 촬영 입력된 영상은 320 * 240 크기의 해상도를 가지며, 스무딩(흐림) 현상이 매우 심하다. 따라서 차량 번호판 영역을 정확하게 추출하기 위해 영

상의 화질 개선 작업이 필요하다. 이는 거친 표본 추출이나 잡음 때문에 데이터에 좋지 않은 미세한 변동이나 불연속성 등이 있을 때, 이런 변동이나 불연속성을 약하게 하거나 제거하여 매끄러운 모양으로 하는 조작을 하여야 한다. 더불어, 번호판 테두리는 영상에서 고주파 성분이므로 고주파 영역, 즉 영상에서의 세부적인 윤곽선 부분만을 강조하기 위해 고주파 강조 필터를 사용하여 화질을 개선하였다. 공간 영역에서의 평활화 조작의 가장 간단한 것으로는 근접 화소와의 단순한 평균화 연산이 있다. 한편 주파수 영역에서의 처리로서, 저역 통과 필터에 의해 고주파 성분을 제거하는 방법이 있다. 이들 처리에서는 잡음 등을 제거함과 동시에 모서리 등의 중요한 정보를 실수로 손상시키는 일이 있고, 모서리 선부에 대해서는 이것을 검출해서 정보를 보존하도록 하였다. 이런 성질을 잘 만족시키게 하기 위해서는 영상을 침예화시켜주는 고역 필터를 사용하거나 경계선 검출과 같은 필터가 필요하며, 이를 위한 다음의 두 가지 방법이 있다. (J. R, Parker 1997)

(1) Cubic 연산자

일반적으로 영상을 증진시키기 위해서 가장 많이 쓰이는 연산자 중 하나가 UM(unsharpening masking) 연산자이다. 하지만 이것은 고역 필터를 사용하므로 잡음 영상에 매우 민감하다. 이에 비해 Cubic 연산자([Ramponi95])는 경계선 감지기와 고역 필터를 동시에 사용하여 경계선 감지기로 검출된 경계선 부분만 고역 필터를 통과시킴으로써 경계선을 보다 날카롭게 만들고 잡음을 더욱 감소시킬 수 있다. 이를 수식으로 나타내면 식 (8)과 같다.

$$f(i, j) = g(i, j) + z(i, j) \quad (8)$$

$$z(i, j) = (a-c)^2(2b-a-c) + (d-e)^2(2b-d-e) \\ + (f-h)^2(2b-f-h) + (g-i)^2(2b-g-i)$$

※ $f(i, j)$: 강화된 영상의 (i, j) 의 명도값

※ $z(i, j)$: 경계선 감지기와 라플라시언 필터를 통해 나오는 영상의 (i, j) 의 명도값

f	e	i
a	b	c
g	d	h

Fig. 45 Base Mask

(2) 3×3 가중치 필터

Fig. 46와 같은 가중치를 가진 3×3 필터를 사용하여 영상의 경계선을 강화시킨다. 이 연산자는 이산적인 라플라시언 연산자의 일종으로 경계선을 강화 시킬 뿐 아니라 조명이 고르지 못한 영상에서 조명을 균일하게 만들어주는 효과가 있다. $f(i, j)$ 가 강화된 영상의 (i, j) 의 명도값이고, $g(i, j)$ 를 필터링 조작을 행하는 영역에 해당하는 화소의 명도값이라 할 때, 이를 수식으로 나타내면 식 (9)과 같다.

$$f(i, j) = g(i, j) * M(i, j) \quad (9)$$

$$\text{단, } M(i, j) = \begin{bmatrix} -2 & 1 & -2 \\ 1 & 6 & 1 \\ -2 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

-2	1	-2
1	6	1
-2	1	-2

Fig. 46 3×3 weighted filter

Fig 47은 PDA의 카메라에 잡음이 심한 원 영상을 특정한 응용에 적합하도록 영상의 경계선을 강화 시킨 후 화소 값을 반전시켜 어두운 그레이 레벨(화소 값)은 밝은 그레이 레벨로 또는 그 반대로 변환하여 화질을 개선 결과를 보여주고 있다.



(a)

(b)

Fig. 47 Original image and image enhancement

$$\begin{aligned}
 g(x,y) &= Af(x,y) - f_L(x,y) \\
 &= (A-1)f(x,y) + f(x,y) - f_L(x,y) \\
 &= (A-1)f(x,y) + f_H(x,y)
 \end{aligned} \tag{10}$$

※ ($f(x,y)$): 원 영상, $f_H(x,y)$: 고역통과필터영상, A : 상수

2) 수직 명암 값 변화분포의 영역 추출

차량의 영상을 입력으로 받아 가장 먼저 해야 할 일은 그 영상 내에서 번호판의 위치를 찾아내는 것이다. 일반적으로 차량을 앞면이나 후면에서 번호판을 중심으로 촬영하여 얻어낸 영상을 보면 배경을 제외했을 때 번호판의 세로축만 제외하면 세로 선이 거의 없다. 따라서 x 방향 성분 - 가로 성분을 제외하면 번호판의 두 세로 선을 구할 수 있다. 결국 세로 성분만을 추출해 내는 수직필터(vertical filter)를 사용하고 히스토그램을 분석해보면 번호판의 위치를 찾아낼 수 있다. 이러한 특징을 이용하여 먼저 수직 필터를 적용하여 수직 에지를 구하고, 아래에서 위로 20픽셀 단위로 수평으로 검색하면서, 영상이 수평부분에 명암값 변화 분포를 조사한다. 이때 명암값 변화 분포가 일정값 이상일 때 그 영역을 번호판의 세로 영역으로 한다. 이렇게 추출된 세로 영역은 하나 이상이며, 이때 추출된 영역부분을 번호판의 후보영역으로 한다.

수직 에지 성분은 다음과 같다. 3×3 수직공간필터의 구성은 식(11)과 (12)와 같다.
(이용주 등 2001)

$$\begin{aligned}
 g(x, y) = & M1^* f(x-1, y-1) + M2^* f(x-1, y) \\
 & + M3^* f(x-1, y+1) + M4^* f(x, y-1) \\
 & + M5^* f(x, y) + M6^* f(x, y+1) \\
 & + M7^* f(x+1, y-1) + M8^* f(x+1, y) \\
 & + M9^* f(x+1, y+1)
 \end{aligned} \tag{11}$$

$$M = \begin{pmatrix} M1 & M2 & M3 \\ M4 & M5 & M6 \\ M7 & M8 & M9 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \tag{12}$$

공간영역 필터링(spatial filtering)은 여러 가지 유형의 공간적인 변화를 제거하기 위해 사용될 수 있다. 이 필터링 과정에는 공간 저주파 통과 필터(spatial low pass filter), 공간 고주파 통과 필터(spatial high pass filter), 중앙값 필터(median filter), 수평 성분 필터(horizontal filter)등이 있다. 공간 저주파 필터는 수평방향의 신호를 강화시키는 효과가 있고, 공간 고주파 필터는 경사진 방향의 신호를 강화시킨다.



Fig. 48 Detection of vehicle in front and back

Fig. 48는 입력된 번호판 영상의 공간적 특성을 적용하여 수평 성분 필터를 적용하여 차량 번호판의 영역을 검출한 결과를 보여주고 있다.



Fig. 49 Projection on the vertical and horizontal

Fig. 49는 수평 성분 필터 및 수직 성분 필터를 적용한 영상에서 가로축의 프로젝션과 세로축의 프로젝션을 구해서 표시해 보면 Fig. 50과 같다. Fig. 50의 프로젝션을 이용하면 쉽게 번호판의 위치를 찾을 수 있다. 먼저 가로축의 프로젝션을 이용하여 번호판의 두 세로축을 구할 수 있다.

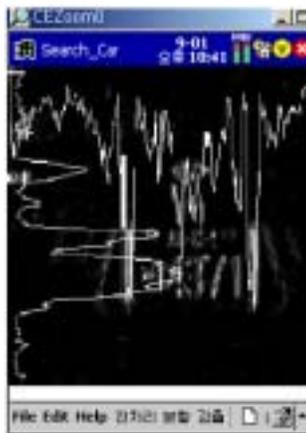


Fig. 50 Projection on the vertical and horizontal histogram

그 다음에 ROI(region of Interest)를 번호판의 두 세로축 사이로 축소하여 번호판의 두 가로축을 구할 수 있다. 번호판의 가로·세로 비율은 2:1로 이미 규격화되어 있으므로 이 비율에 맞도록 체크한다. 이런 방식으로 번호판의 위치가 찾아지며 Fig. 49는 수직축과 수평축에 대한 프로젝션을 보여주고 있다.

3) 차량 번호판 모형과의 영상정합

번호판 내부의 문자 또는 숫자 위치를 알아내는 일을 하기 위해서는 번호판의 규격을 이용하면 작업을 보다 쉽게 할 수 있다. 번호판은 규격에 의해서 모두 같은 비율로 제작되므로 번호판의 위치만 찾으면 내부 문자나 숫자의 위치는 바로 찾을 수 있다. (황영환 등 1994)

영상 정합을 하기 위해서는 비교하기 위한 두 개 이상의 대상이 있어야 한다. 여기서는 차량 번호판의 특징을 이용하여 앞에서 추출된 차량의 세로 영역과 정합 하고, 비교할 이진화된 차량 번호판 모형을 만든다. 이때 다음과 같은 번호판의 고유 특징을 이용한다. 첫째, 차량 번호판의 비율은 가로 세로가 2:1의 비율을 가진다. 둘째, 차량 번호판과 내부에 있는 문자는 서로 대조적인 명암값을 갖는다. 셋째, 차량 번호판의 상단부와 하단부 비율은 1 : 2이다.

Fig. 51은 차량 번호판 영역의 고유 특징인 상대 비율을 보여 주고 있다. 영상정합을 통한 번호판 영역 추출 시간을 단축하기 위해 차량의 세로 영역에서 수직 윤곽선을 검출하고, 명암값 분포를 조사하여 추출된 차량 후보영역에 대해 번호판 모형을 정합 시켜 검출한다.

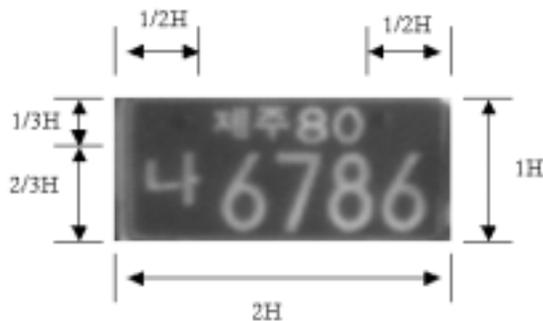


Fig. 51 Relative ratio of car license plate area

Fig. 52의 비율을 가지고 번호판 내부의 영역 구분을 1차적으로 할 수 있는데, 이런 경우 각 비율이 정수 값으로 변환되는 과정에서 생기는 오차가 있으므로 보정이 필요하게 된다. 문자와 문자 사이에서는 명암의 값들이 작게 되므로, 보정은 비율로 구해진 좌표에서 몇 픽셀(pixel) 정도를 변화시키면서 명암 값이 크게 작아지는 곳으로 하여 실시하게 된다.



Fig. 52 A Character region detection

4. PDA에서 CCD를 통한 문자인식

1) 이미지 변환

Fig. 52과 같이 실제 전처리나 인식 대상 그림은 흑/백의 이진 그림이다. 그러나 인식 대상 차량의 번호판의 광원의 밝기 등의 차이로 스캐너에서 일관된 임계값으로 흑/백을 바꾸면 실제 인식 대상인 흑/백의 그림은 상당히 손실될 우려가 있다. 그러므로 스캐너에서는 256 그레이 영상을 받고 이것을 분석해서 최적의 임계값을 찾아내는 작업이 필요하며 Fig. 52은 적당한 밝기를 모든 차량의 번호판에 적용하기는 무리가 있으므로 PDA에 부착되어 있는 CCD 카메라를 통해 영상을 입력 받을시 256 그레이 영상에 대한 밝기를 정해서 조정해준다.

2) 흑/백 변환 방법 (H. Antonacopoulos 2001)

(1) 타일법

이 방법은 전체 그림에서 흑 또는 백의 비율을 알고 있을 때 사용할 수 있는 방법으로 이 비율에 근접하는 임계값을 찾아내면 된다. 즉 이 방법의 단점은 흑 또는 백의 비율을 이미 알고 있어야 한다는 단점이 있다.

(2) 모드법

그레이 그림의 각 레벨당의 히스토그램을 구하면 흑과 백 영역은 가우스 분포를 가지게 된다. 그러므로 이 히스토그램은 2개의 산과 1개의 골을 가지는 형태를 갖게 되므로 이 골을 임계값으로 하는 방법이다. 이 방법은 이 골이 분명하지 않은 경우가 대부분이므로 아주 깨끗한 그림이 아니면 적용하기 힘든 방법이다.

(3) 미분법

임의의 농도 주변의 차이를 구해서 이것을 관찰하여 임계값을 구하는 방법으로 각 그림의 경계에서는 농도 값이 큰 차이가 나므로 이 차이가 가장 많이 나는 농도를 갖는 값을 임계값으로 정하는 방법이다.

이 방법은 경계 부분의 농도가 균일하게 변하지 않고 복잡하게 변하는 경우에는 엉뚱한 값이 나올 수 있는 단점이 있다.

(4) 판별 분석법

주어진 화상이 1, 2, ... L의 전부에서 L 레벨의 농도값을 가졌을 때, 임계값을 k라 하고 k 이상의 농도를 갖는 화소와 이것보다 작은 값을 갖는 화소의 2그룹으로 나누고 각각을 클래스 1, 클래스 2라 한다. 각각의 클래스의 화소수와 평균 농도의 분산을 $c_1, a_1, v_1, c_2, a_2, v_2$ 전체 농도 평균을 a_0 라 한다. 이 클래스간의 분산을 최대화하는 k 값을 구하고 그 값을 임계값으로 결정한다. 이 방법은 비교적 정확하나 실행 시간이 많이 걸리는 단점을 가지고 있다.

(5) 가변역치법

이 방법은 고정된 임계값을 사용하는 것이 아니라 소 영역별로 임계값을 따로 구해서 전체 영역을 처리한다. 본 논문에서의 문자인식의 경우는 “판별 분석법”과 “가변 역치법”을 혼합해서 사용하였다. 그리고 각 영역의 경계에서는 각 임계값을 중첩하는 방법을 사용해서 경계에서 발생하는 계단 형상을 극복하였다.

3) 라인 추출

PDA의 CCD 카메라에서 입력되어진 차량의 번호판 그림은 가운데 중심 라인을 기준으로 상하에 인접라인이 들어온다. 그러므로 이 인접한 라인을 제거하는 작업이 필요하다. 제거는 다음의 순서에 의한다.

- ① 이지지 상/하의 경계에 걸쳐진 흑점 또는 백점을 찾고 PO라 한다.
- ② PO와 인접하는 흑점 또는 백점의 외곽선을 추적해서 중심에 가장 근접하게 접근한 Y좌표를 구하고 이 것을 PY_max로 한다.
- ③ PY_max가 상하의 임의의 값보다 적게 들어온 것을 고른다.
- ④ 선택된 임의의 값보다 적은 PY_max 값보다 작거나 큰 흑점 또는 백점은 인접 라인으로 보고 제거

위 방법으로 대부분의 인접 라인을 제거한 후 실제 라인을 만든 후 중앙 라인만 남기고 나머지 라인을 제거하는 방법도 병행해서 사용하였다.

4) 글자판별 및 문자인식

(1) 한글 및 영, 숫자 판별

한글 및 숫자의 구조적 특징과 글자 폭을 이용, 판별하여 한글자의 처리 정보는 가로로 긴 모음을 갖는 한글의 높이, 폭, 세로로 긴 모음을 갖는 한글의 높이, 폭 등을 이용한다. Fig. 53는 한글 및 숫자에서 개별 글자의 유형을 판별하여 인식하는 부분으로 이진 처리된 문자 분할 영상에서 각각 한글과 숫자의 판별과정을 보여주고 있다.

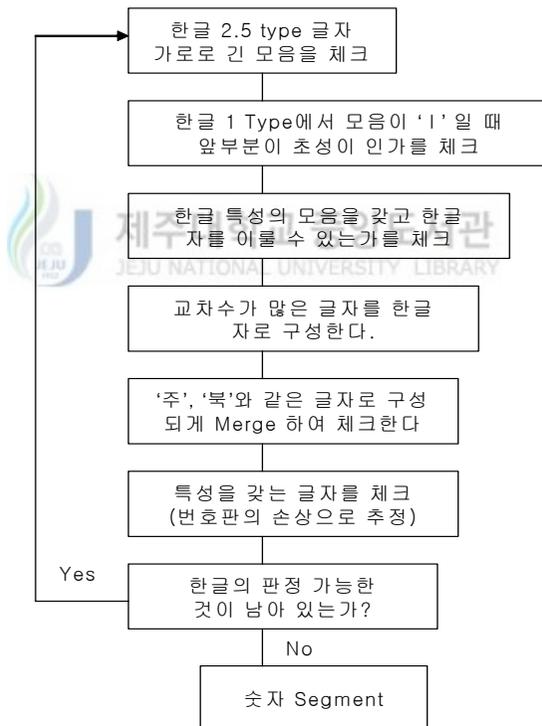
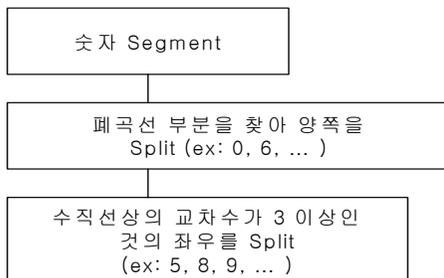


Fig. 53 Hangul and alphanumeric characters identification process

(2) 한글 인식부

사각 안에 인식된 흑/백 영상을 대상으로 한글 인식부에서는 Fig. 54과 같이 문자의 유형에 따라 숫자와 한글이 관별되며 숫자의 경우는 통계적 인식처리 후 이미지 패턴에서 특징점을 적용한 숫자 인식이 진행되며 한글의 경우는 6가지 형태의 한글 분류 과정인 Table 20과 같이 6가지 형태의 한글 분류를 갖는다.

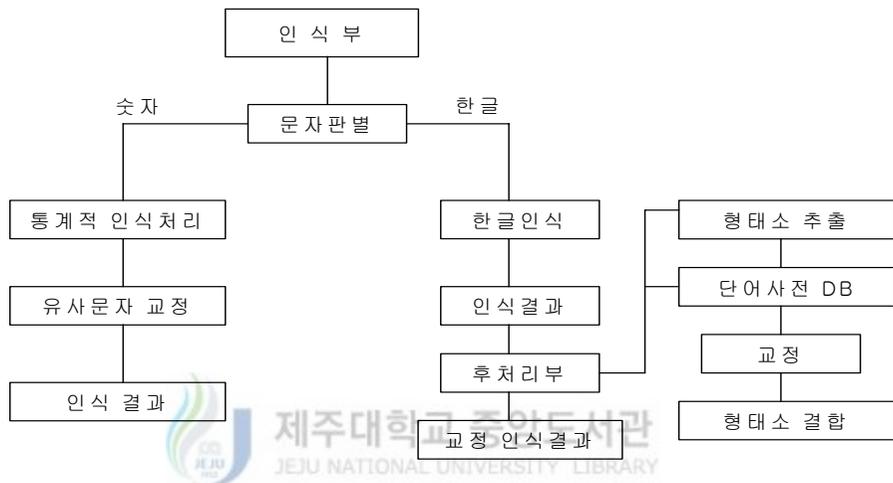


Fig. 54 Process of hangul recognition

- 6가지 형태의 한글 분류

Table. 20 6 type hangul classification

타입	구성형태	참 고(예)
1 타입	자음 + 수직모음	가, 나, 다
2 타입	자음 + 수평모음	고, 그, 구
3 타입	자음 + 이중모음	과, 와, 귀
4 타입	자음 + 수직모음 + 받침	김, 약, 장
5 타입	자음 + 수평모음 + 받침	국, 은, 를
6 타입	자음 + 이중모음 + 받침	관, 윈, 된

- 모음 인식부

Table. 21 Process of vowels recognition

유형별	모음인식처리 과정
1. 4 타입	모음이 ㅏ 인지를 확인한다. 모음의 개수를 구한다. (1개 또는 2개) 만일 모음의 개수가 1일 경우는 ㅏ, ㅑ 중의 하나를 인식 모음의 개수가 2일 경우는 ㅕ, ㅛ 중의 하나를 인식
2. 5 타입	모음의 위치를 추정된 다음 ㅓ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ 를 인식한다.
3. 6 타입	먼저 수직모음의 개수를 찾아낸다. 만일 개수가 1일 경우는 ㅓ, ㅗ, ㅛ, ㅜ 를 인식한다. 수직모음의 개수가 2일 경우는 ㅕ, ㅛ 를 인식한다.

- 자음 인식부

6개의 모든 한글 타입에서 자음을 추출하여 인식을 수행한다. 한글의 구조적인 특징을 최대한 활용하기 위해서 선분을 추적하는 방식을 주로 사용하여 구조적으로 인식을 수행한다. Fig. 55과 같이 자음 인식을 위해 위쪽에 고립 부분이 존재하는 자음과 이중 자음, 이중 사선 성분, 뒷부분의 수직성분의 자음 등을 각각 구분하여 인식 처리가 진행된다.

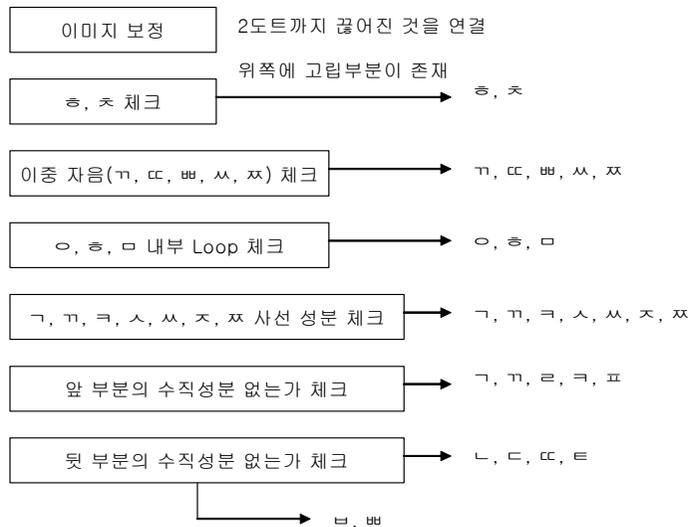


Fig. 55 Process of unvoiced recognition

5. 문자 및 숫자 추출

차량의 번호판 영상에서 인식하고자 하는 영상을 추출한 영상의 기울기 보정 및 좌표보정 기술을 이용하여 정확한 영상을 추출하여야 한다. 만일 기울기 보정이나 좌표보정 과정이 이루어지지 않으면 차량의 번호판마다 기울어짐과 흔들림 등으로 인하여 좌표가 서로 상이하게 되므로 인식을 하기 위한 정확한 이미지를 추출될 수 없게 된다.

1) 문자 추출

숫자 또는 문자의 데이터를 표현하는데 있어 계산 시간, 효율적인 인식율을 위해 Field Effect 기법을 적용한다. 이는 민감한 반응에 대처하기 위해 사용되며 Fig. 56와 같이 8방향으로 검색하여 문자/숫자가 있는지 판단하고 이를 표준 패턴과의 유사성을 인식한다. 또한, 위치점을 찾기 위해 특징점의 방향성을 찾아 문자를 인식하였으며 Fig. 56와 같이 주변 픽셀들의 상태를 파악하여 방향성을 결정하였다.

식 (13)는 8방향으로 Field Effect의 특징점 표현이며, 식 (14)은 추출된 특징점에 대한 방향성을 나타낸다. (J. R. Parker 1997)

$$F_i = \begin{cases} 0, & \text{특징점 } (x, y) = 0 \\ 1, & \text{특징점 } (x, y) = 255 \end{cases} \quad (13)$$

$$F(k) = \sum_{x=a_1}^{a_8} F_i \times k \quad (14)$$

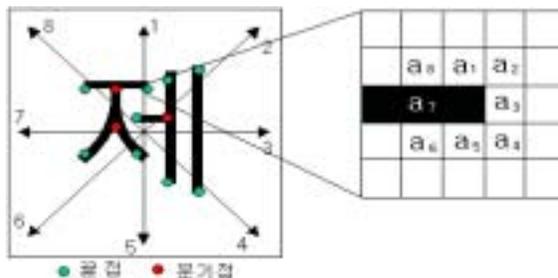


Fig. 56 The method of improved field effect

문자의 경우 자소의 조합으로 문자를 구성하여 초성, 중성, 종성의 구분과 2350자 이상 인식하여야 하는 인식기의 크기, 많은 계산량 등 PDA에 적합하지 않다.

문자 정보의 표현을 위해 방향성을 판단하여 상태그래프를 이용한 문자 인식 처리 과정으로서 먼저, 문자의 끝점과 분기점에서 방향성을 판단하고 이때 이 방향성 정보를 구성된 상태그래프에 적용시켜 문자를 인식 한다. 분기점에서 방향은 8방향 코드를 사용하며, 이때 상태 그래프의 빠른 처리 시간을 위해 8비트 중 1비트만 Set 시켜 사용한다.

Table. 22 8bit direction code

8방향 코드	8bit 표현
1	00000001
2	00000010
3	00000100
4	00001000
5	00010000
6	00100000
7	01000000
8	10000000

그리고 각 순서(초성-중성-종성)에 따라 미리 구성된 상태그래프를 따라 추적하여 문자를 인식하며 상태그래프는 2개의 계층 중 1계층에서는 초성과 중성에서 자음을 인식하고, 2계층에서는 한글의 모음을 인식한다. 이러한 문자인식을 위한 상태그래프는 하나의 시작점을 갖고, 하나 또는 그 이상의 끝점을 갖는다. 그리고 그래프의 깊이에 따라 레벨을 구분하며, 레벨 1에서 j번째 노드는 다음과 같이 표현한다.

$$q_{i,j} = \{sNum, P, PreN, NextN\} \quad (15)$$

이때 $sNum$ 은 시작점을, P는 현재 노드에 8방향 코드를, $PreN$ 은 1 레벨 이전에 부

모 노드, $NextN$ 은 i 레벨 이후에 자식 노드를 나타낸다. 이때 $q_{i,j}[NextN]=0$ 일 때는 Terminal 노드로 간주한다.



Fig. 57 Structure of stategraph

2) 숫자 추출

본 절은 각 숫자간의 떨어져 있는 패턴을 이용하여 숫자를 세그먼트 하는 과정이다. 기본적으로 숫자, 문자의 영상 패턴이라 할지라도 추출된 떨어져있는 숫자 세그먼트 정보는 다른 방식에 의하여 처리한 것 보다 가장 정확한 정보로서 활용이 가능하다. 따라서 영상에서 각각의 숫자 이미지의 떨어진 정보는 1차적으로 가장 중요한 세크먼트 정보로서 활용되어 진다.

1차 세그먼트 과정에서 나온 숫자 영상을 이용하여 추출된 숫자 이미지 영상을 찾아내는 과정에서 한 개의 숫자 이미지에서 인식되어진 숫자가 부적절 처리가 되었을 때 보통 일반적으로 피드백 처리를 한다. 이 과정은 정확한 숫자 이미지 처리를 위해서며 이는 곧 정확한 세그먼트에 영향을 미치기 때문이다.

이 방법은 차량 번호판 숫자를 확인한 다음, 숫자를 강제적으로 자연스럽게 잘라내는 방법이다. 예를 들어 숫자와 숫자가 붙은 위치는 한 두 픽셀 정도의 획의 두께를 보이는 것이 일반적이라든가 또는 0과 0같은 두 글자가 붙는 경우의 패턴의 8을 옆으로 누어 놓은 듯한 모양이라든가 하는 경험적인 요소에 의하여 추출을 한다. 또한 1차적 추출을 시도하여 추출된 각각의 세그먼트 영상을 구조적인 인식엔진에서 각각

의 세그먼트된 이미지에 대하여 정상적인 인식 값을 리턴한다면 이는 세그먼트가 제대로 이루어진 것으로 판단한다. 만약 구조적인 인식 엔진에서 인식 결과가 리젝트 되는 경우는 세그먼트상의 오류의 가능성이 있으므로, 다른 방식에 의하여 세그먼트를 다시 시도한다. 이렇게 세그먼트된 각각의 글자를 구조적인 엔진을 이용하여 다시 검증하는 피드백 과정을 거치게 된다.

앞에서 언급하였던 피드백을 위한 구조적 인식은 기본적으로 숫자 패턴의 모양을 정의하여 인식하는 기법으로 사람의 눈으로 보고 인식하는 것과 가장 원리가 유사하다. 피드백을 정확히 하기 위해서는 기본적으로 입력된 영상 패턴이 0부터 9사이의 숫자 패턴에 해당하는지 아니면 해당하지 않는지를 정확하게 구분하는 기능이 필요하다. 따라서 구조적인 인식엔진을 사용하는 이유는 통계적인 인식엔진은 어떠한 패턴이라도 인식결과가 산출될 뿐만 아니라, 그 신뢰도를 이용한다하더라도 어디까지나 숫자 패턴이고, 어디 이하를 숫자 패턴으로 보지 않는 등의 기준이 명확하지 않다. 그러나 구조적 인식 방식은 눈으로 보는 것과 동일한 형태로 각각의 패턴에 대하여 정의를 하기 때문에 정의되지 않은 패턴은 기각되게 되어 있다. 따라서 이러한 구조적인 방식으로 인식된 숫자의 세그먼트에 있어서 결정적인 피드백 요소로 활용이 가능하다. 뿐만 아니라 세그먼트가 종료된 이후 인식엔진의 구현에도 정인식과 불 인식 등으로 구분하여 주는데 결정적인 역할을 하게 된다.

(1) 패턴 이미지의 세션화

세션화란 이미지의 패턴의 모든 선분의 두께를 0으로 만드는 과정이다. 세션화 알고리즘은 크게 순차 세션화와 병렬 세션화로 나눌 수 있다. 현재까지 세션화에 의한 데이터 압축에 관하여 많은 알고리즘들이 고안되어 왔으며, 다른 목적으로 다양한 패턴들에 적용되어 왔다. 패턴을 세션화하는 이유는 형태 분석을 쉽게 할 수 있기 때문이다. 문자의 경우 세션화된 표현이 그 패턴에 대한 인간의 개념에 더 가깝기 때문에 보다 간단한 구조의 분석과 직관적인 인식 알고리즘을 설계할 수 있게 해준다. 즉, 추상적인 그래프 형태의 골격선은 문자의 관념적인 묘사와 물리적 표현 사이를 연결시키는 것으로 볼 수 있다. 이외에도 영상을 핵심적인 요소로 감축시킴으로써 중요한 위상적, 기하학적특성을 유지하면서 윤곽선의 변형을 제거할 수 있다. 보다 실제적인 면에서 본다면, 가늘고 긴 패턴의 세션화된 표현은 끝점, 접합점간의 연결된 선분으

로 추출됨으로서 특징을 파악하기가 용이해진다. 본 논문에서는 현재 직렬적이고 반복적인 세션화 알고리즘을 사용한다.

(2) 이미지의 벡터화

이미지의 벡터화 작업은 세션화된 이미지에서 끝점, 교차점/꺾이는 점 등을 구하고, 연결된 선분을 정의 해 주는 과정이다. 이 벡터화 작업은 각각의 이미지 패턴에 대해서 정의를 쉽게 하기 위하여 모든 정보를 단순화하고 수치화하기 위함이다. 이렇게 생성된 벡터는 9개 이내의 특징점으로 구성될 뿐 아니라, 각각의 선분에 대한 정보를 이용하여 대부분의 패턴에 대한 정의를 가능하게 해준다. 이러한 과정에 의해서 생성된 벡터의 예를 들면 다음과 같다.

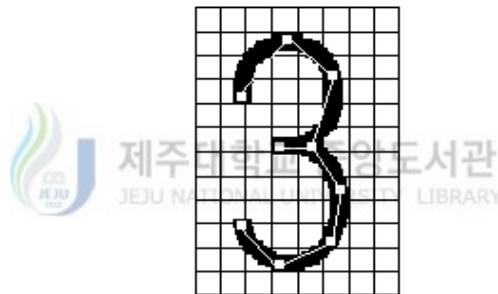


Fig. 58 A case vector

Fig. 58에서 한점은 끝점을 나타내는 점으로 한 개의 선분만 연결되어 있음을 의미한다. 또한 다른 점은 교차되는 점으로서 3개 이상의 선분이 연결되어 있다는 것을 의미한다. 여기서 3개의 교차되는 교차점을 3교차점, 4개 이상이 교차되는 지점을 4교차점이라고 하고, 최대 5교차점까지 존재할 수 있다. 또한 꺾어지는 점은 선분이 꺾이는 지점으로서 2개의 선분이 만나는 곳이다. 이러한 벡터화의 작업에 의하여 최대 9개 이내의 특징점으로만 구성이 가능하며, 끝점의 위치, 끝점의 개수, 교차점의 위치 및 개수, 꺾이는 점의 위치 및 개수, 각각의 선분의 길이와 각도 등의 정보에 의하여 모든 이미지가 정의가 가능하다.

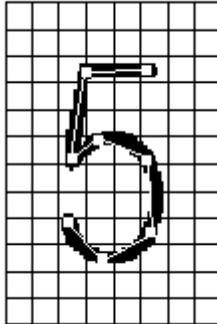


Fig. 59 The pattern applied to three-end point and one cross point

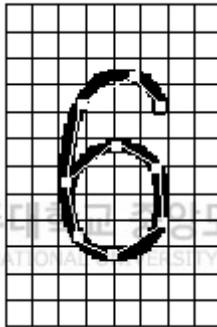


Fig. 60 The pattern applied to one-end point and one cross point

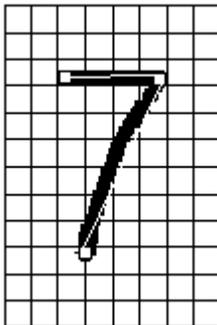


Fig. 61 The pattern two-end point

VI. 실험 결과 및 고찰

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 Fig. 62과 같은 처리로 진행을 한다.

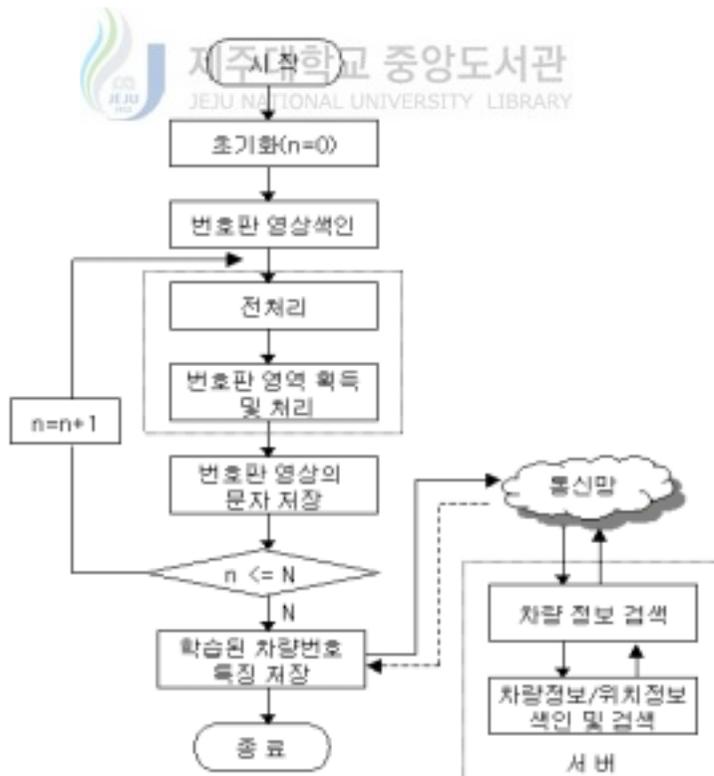


Fig. 62 Flowcharts

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 Fig. 63과 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.

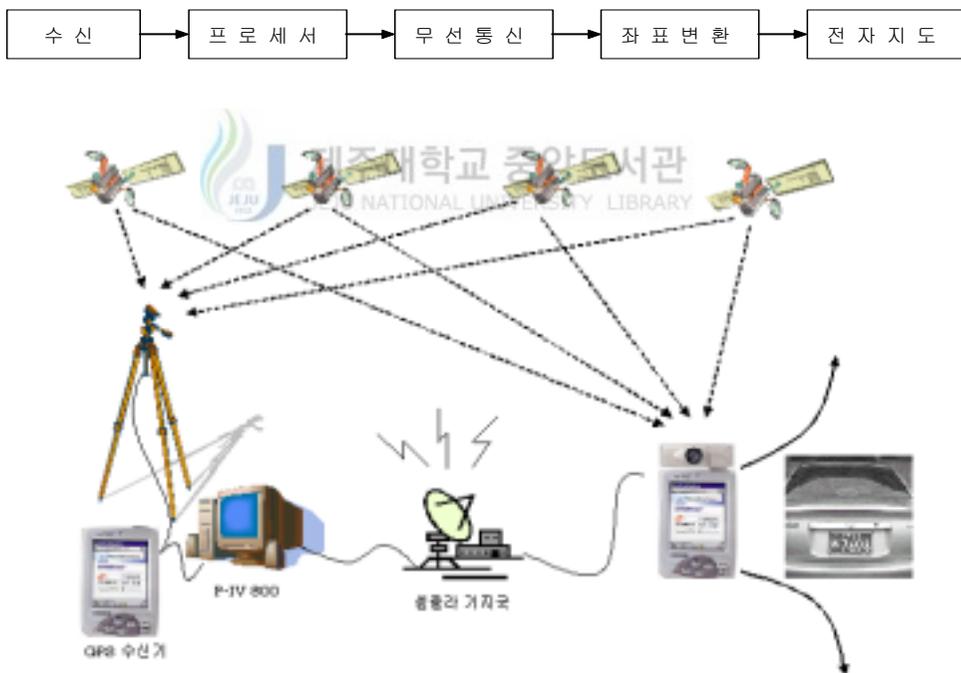


Fig. 63 Model of integration system

본 논문에서 개발된 위치 저장 시스템은 네트워크를 기반으로 하여 대용량의 위치 데이터를 저장하고 검색하기 위하여 Fig. 64과 같은 구조를 갖는다.

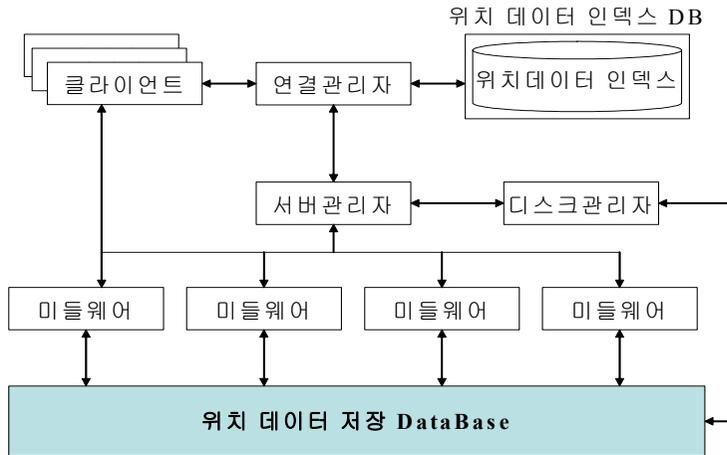


Fig. 64 The structure of location storage system

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 DB를 할당받는다. 그리고 나서, 해당하는 위치 데이터 저장 DB의 미들웨어에게 위치 데이터를 저장하기 위한 질의를 전달하고 성공적으로 저장이 되었을 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.

디스크 관리자는 서버 관리자에 등록된 위치 데이터 저장 DB의 정보를 수시로 검

사하면서 데이터의 저장 시에 디스크 공간이 부족한지를 확인하고 만약 공간이 모자라게 되면 서버 관리자는 해당하는 위치 데이터 저장 DB에 더 이상 데이터를 저장하지 않도록 설정한 후에 상태를 읽기 모드로 변경한다. 또한, 디스크 관리자는 저장된 위치 데이터가 오래되어 자주 사용이 되지 않을 경우에 사용자의 요구에 의하여 자동으로 백업하는 기능도 수행한다. 그러므로 본 논문에서의 위치 저장 시스템은 여러 개의 클라이언트와 다중화된 미들웨어를 이용하여 다대다의 데이터 처리가 가능하며 서버 관리자, 연결 관리자, 디스크 관리자 등의 관리자를 통한 효율적인 이동 객체의 위치 데이터 처리가 가능하다.

1) 서버 관리자

서버 관리자는 분산된 환경에서 이동 객체의 위치 데이터를 저장하기 위한 미들웨어의 정보를 유지 관리하며 새로운 데이터의 저장이 필요한 경우 로드 밸런싱에 의하여 효과적으로 위치 데이터를 저장할 수 있게 한다. 서버 관리자는 Fig. 65와 같이 서버 등록 모듈, 서버 해지 모듈, 로드 밸런싱 모듈, 서버 선택 모듈, 서버 리스트 반환 모듈, 디스크 상태 확인 모듈의 6개 모듈로 구성되어 있다.

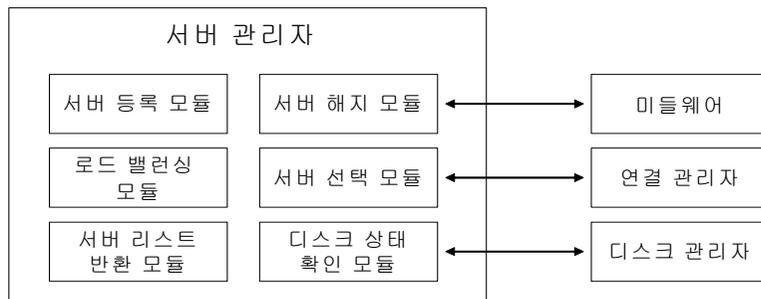


Fig. 65 Server manager

서버 등록 모듈과 서버 해지 모듈은 미들웨어가 처음 시작될 때 서버 관리자에게 미들웨어와 IP, Port 번호, 서비스 이름을 등록하고 미들웨어가 종료될 경우에 등록 해지를 위한 모듈이다. 로드 밸런싱 모듈은 미들웨어가 사용될 경우에 서버 관리자로 전달되는 질의 처리 개수에 대한 값을 이용하여 새로운 위치 데이터의 저장이 요구될 경우에 유효한 미들웨어를 선택하기 위한 모듈이다. 로드 밸런싱에서는 데이터의

저장이 일어날 경우에 위치 데이터의 레이어 이름과 ID 별로 가능하면 같은 서버에 저장한다. 이것은 동일한 데이터 이름과 ID로 검색할 경우에 하나의 데이터베이스 시스템에서 검색되는 것이 여러 개의 데이터베이스 시스템에서 검색되는 것보다 훨씬 검색 속도가 빠르기 때문이다.

서버 선택 모듈은 연결 관리자에서 호출하며 로드 밸런싱 모듈에서 선택된 서버의 정보를 반환하는 역할을 한다. 서버 리스트 반환 모듈은 디스크 관리자가 위치 데이터를 저장하기 위해서 사용되는 모든 미들웨어의 리스트를 반환한다. 디스크 관리자는 이 리스트 정보를 이용하여 각 위치 데이터 저장 DB의 상태를 확인하고 그 결과를 디스크 상태 확인 모듈을 통하여 기록한다.

2) 연결 관리자

본 논문에서의 연결 관리자는 위치 데이터의 인덱스가 저장되어 있는 위치 데이터 인덱스 DB를 관리한다. 즉, 이동 객체의 위치 데이터에 대한 삽입이 일어날 경우에는 위치 데이터의 인덱스 내용을 위치 데이터 인덱스 DB에 저장하고 검색이 일어날 경우에는 위치 데이터 인덱스 DB를 이용하여 데이터를 검색한다. Fig. 66는 연결 관리자의 구조를 보여준다. 위치 데이터 인덱스 저장 모듈은 미들웨어에서 위치 데이터가 저장되고 난 다음에 위치 데이터가 저장된 미들웨어의 IP, Port 번호, 서비스 이름을 위치 데이터 인덱스 DB에 저장한다. 위치 데이터 인덱스 검색 모듈은 검색을 수행하고자 할 때 검색될 위치 데이터가 어느 미들웨어에 저장되어 있는지를 찾기 위해서 사용된다.



Fig. 66 Connection manager

3) 디스크 관리자

본 논문에서의 디스크 관리자는 서버 관리자에 등록된 위치 데이터 저장 DB의 디스크 상태를 주기적으로 확인하면서 공간이 부족할 경우에는 더 이상의 삽입이 이루어지지 않고 검색만 수행할 수 있도록 설정하는 기능을 수행한다. 그리고 사용자에

의하여 저장된 위치 데이터를 다른 위치 데이터 저장 DB로 백업하는 기능도 수행한다. 이러한 기능을 수행하기 위해서 디스크 관리자는 Fig. 67과 같은 구조를 사용한다. 디스크 관리자에는 서버 관리자를 통해서 등록된 미들웨어의 정보를 지속적으로 탐지하는 서버 정보 탐지 모듈과 서버가 더 이상 위치 데이터를 저장하기 어려운 경우에 서버의 상태를 읽기 모드로 변환하고 백업이 일어난 후에 다시 쓰기 모드로 변환하기 위한 서버 상태 변환 모듈이 있다.



Fig. 67 Disk manager

사용 공간 확인 모듈과 여유 공간 확인 모듈은 지속적으로 등록된 서버의 디스크 상태를 검사하여 사용하고 있는 디스크 공간과 사용할 수 있는 디스크 공간을 확인한다. 그리고 백업 모듈은 사용자의 요청에 의하여 등록된 다른 미들웨어로 전체 데이터를 백업하는 기능을 수행하며 레코드 개수 확인 모듈은 각 미들웨어마다 몇 개의 레코드가 저장되어 있는지를 검사한다.

2. PDA에서 차량의 번호판 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 모

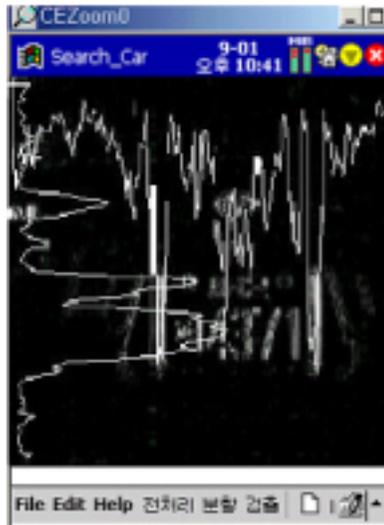
텔에서 PDA에 장착된 카메라로 촬영한 320×240 픽셀 크기의 그레이 영상을 가지고 실험을 하였으며, 성능 분석 결과 PDA에서 차량의 번호판 인식의 실패한 영상의 경우는 그림자를 차량 번호판으로 오인하여 인식된 결과와 회손 된 번호판을 인식한 결과가 대부분이었다. Fig. 68에서 (a)는 원영상, (b)는 수직필터 영상 (c)는 동적 후보 영역을 적용하여 임계화한 영상이고, (d)는 조건에 의해 번호판 후보 영역으로 번호판 영역만 추출된 결과 영상이다.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 68 Car license plate detection (a) Original image (b) Vertical filter image (c) Thresholding image (d) 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. Table. 23는 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 Table. 24는 실험을 통하여 각 문자에 대한 최적의 카테고리 수를 생성하는 경계인수 값이다.

Table. 23 Normalization

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

Table. 24 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. Table. 25과 26는 번호판 영역에서의 각 영역별 평균 인식률로서 각 번호판 영역의 문자들 중 등록번호가 가장 높은 인식률을 나타내었다. 이는 등록 번호가 다른 문자들에 비하여 상대적으로 크기가 크기 때문이라고 생각된다.

Table. 25 Recognition rate

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

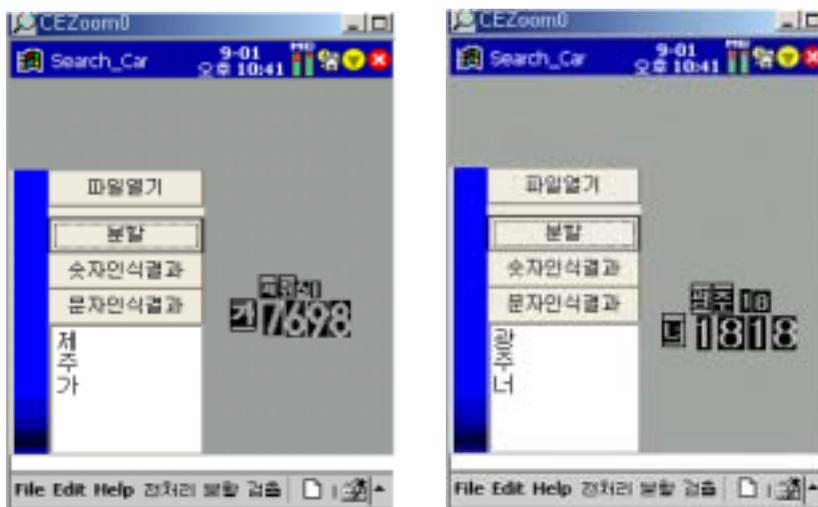
Table. 26 Stepwise recognition to result

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

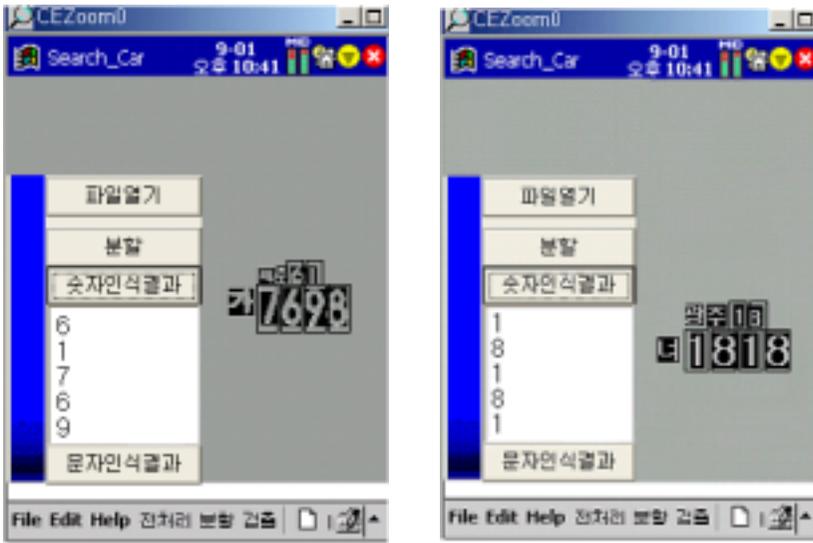
Table. 27 Processing time

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. Fig. 69는 PDA에서 차량의 번호판이 인식된 결과 영상으로 (a)는 문자 인식 결과 영상이고, (b)는 숫자 인식 결과 영상이다.



(a)



(b)

Fig. 69 Car license plate recognition (a) A character recognition (b) A number recognition

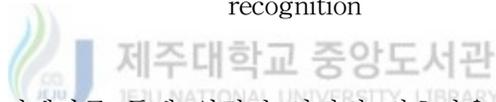


Fig. 70은 PDA 카메라를 통해 입력된 차량의 번호판을 인식 및 처리된 최종적으로 표현한 결과를 보여주고 있다.



Fig. 70 The result of composite contents detection

본 논문에서는 임베디드 시스템인 PDA와 같은 이동단말기에서 공간데이터를 효율적으로 다루며 순차적인 색인 구조를 통한 가변길이 레코드 단위의 저장구조로 표현하였다. 이를 이용하여 차량 번호를 검출하였고, 이 결과를 단말기의 위치 정보와 결합시켜 DB로 전송하여 차량 위치 추적에 사용 될 수 있는 방법을 제시하고 있다.

특히, 메모리 제약이 있는 임베디드 시스템에서 레코드를 순차적 인덱스 구조로 저장하여 탐색시간을 줄였고 공간상관거리의 위치추적으로 차량 위치정보의 오차율을 최대한 줄일 수 있도록 하였다. 이는 PDA용 카메라를 통해 입력된 차량의 정지영상 데이터의 번호판 모형 부분 영상정합을 통하여 숫자, 문자 영역의 구분 처리한 패턴 인식의 처리과정이 PDA용으로 구현이 가능함을 입증하며, 차후, 관련 응용프로그램의 발전성에 입각하여 많은 임베디드용 시스템의 축진을 기대하고자 한다.

3. 위치측위 실험 고찰



무선통신을 이용한 위치측정시스템은 PDA와 무선인터넷 통신을 이용하여 현장에서 차량의 번호판 데이터를 획득하는 즉시 전산화하고 중앙 센터와 데이터를 주고받을 수 있는 시스템이다. 현장에서 획득된 데이터는 도면에 표시하거나 따로 기록하는 등 수작업에 의해 진행된다. 따라서 측정값의 오동, 기록자의 실수 등 에러가 발생할 요인이 존재하며, 작업속도, 작업 능률 등이 저하되는 문제점도 발생한다. 일부 작업자들이 노트북을 사용하기도 하지만 부피가 커서 휴대가 불편하고 전력 소모량이 커서 오래 사용하지 못하는 등 여러 가지 불편한 문제점들이 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 포켓 PC나 PDA를 이용하여 현장에서 데이터를 취득하는 즉시 전산화하고 실시간으로 전송하는 위치측정시스템들이 개발되고 있다. 현재 GPS, 토털스테이션 등 자동 전자측량장비를 이용하여 시설물의 위치 정보를 획득하고 노트북 또는 PDA 내에서 수치화되어 저장된 기본도 및 항공사진과 같은 위치 정보를 담고 있는 디지털 지도를 이용하여 위치를 결정하고 있다.

이때 화면에 출력된 시설물의 좌표는 가장 가까이 위치하는 기지점을 중심으로 실시간 위치 보정된 좌표 값이 된다. 작업자는 자신의 위치를 기준으로 주변의 모양이

나, 건물, 도로, 하천 등의 정보를 참조하여 차량이 위치한 지점을 입력한다. 위치 정보가 입력되면 속성 정보를 입력할 수 있는 인터페이스를 제공하는 프로그램을 실행시켜서 작업 장소에서 직접 관련 정보를 입력하고 저장한다. 이렇게 함으로써 입력환경을 제공하여 입력의 오기나 누락을 막을 수 있다.

또한 GPS에 의해 자동으로 입력되는 위치 정보 외에도 차량의 위치지점과 번호판 자동 인식의 처리, 이를 중앙 센터와 교환 활동 및 필요한 정보를 실시간으로 전송 받을 수 있다.

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 응답회수를 1회로 설정한다. 이어서 이동국에서 사무실의 전화번호를 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 보정메시지를 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 보정메시지를 바로 GPS 포트에 연결하도록 하였다.

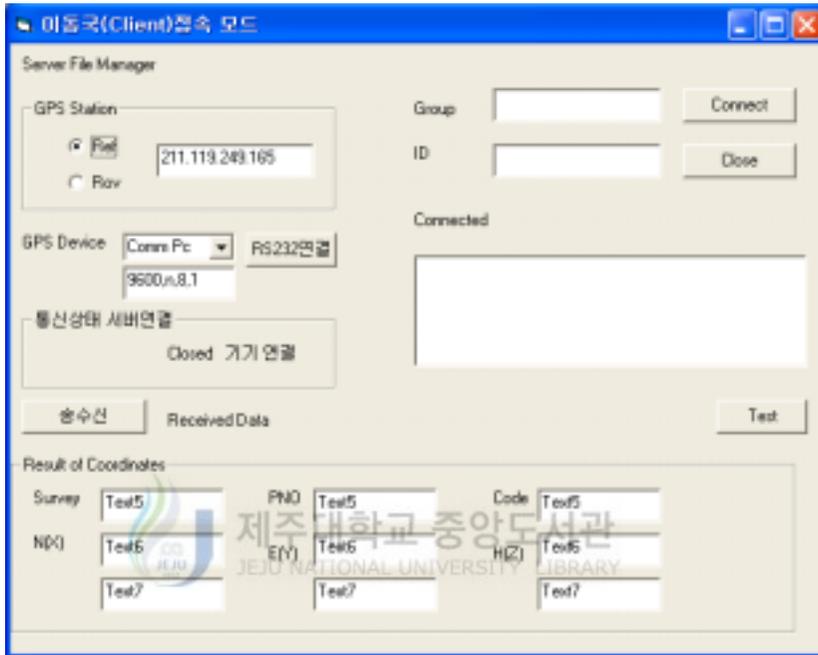


Fig. 71 Action connection program

또한, 위치추적에 있어서 필요한 핵심요소 중 도형 정보는 위치추적과 차량의 위치 정보인 차량 번호판 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, 국립지리원 전자 지도는 기초 원시자료(전자지도 또는 종이지도 포함)를 바탕으로 하여 구조화편집 작업 위주로 구축되었다.

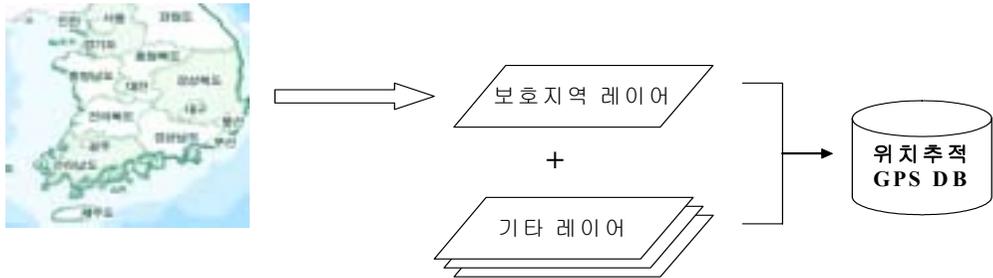


Fig. 72 GPS database

Fig. 73과 같이 데이터베이스 구축 절차는 GIS Tool 소프트웨어를 탑재할 수 있는 PC 상에서 가능하며 IngerGraph GeoMedia, ESRI ArcView가 이용된다.

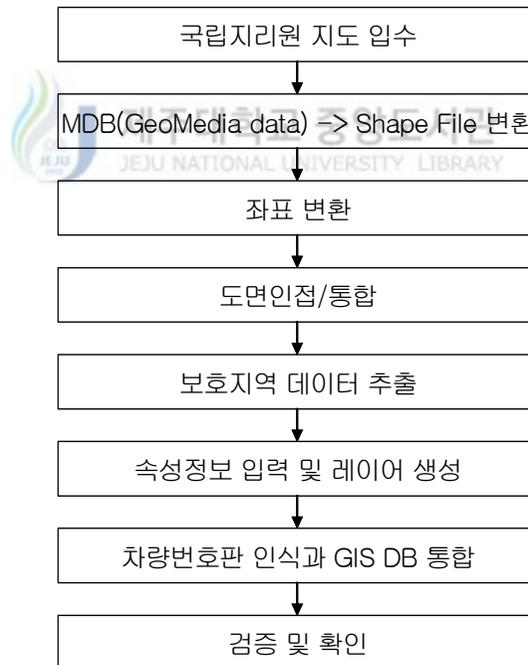


Fig. 73 A method of constructing database

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

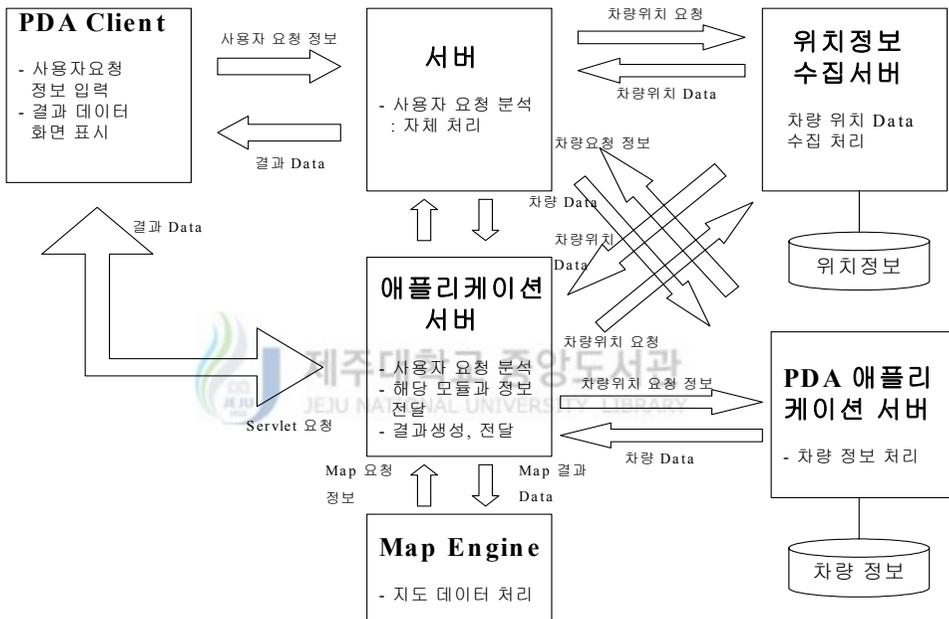


Fig. 74 Services flowcharts

Fig. 74와 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.



Fig. 75 Main screen



Fig. 76 The result of tracing services

4. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서 GPS와 전자지도를 이용하여 차량의 번호판 및 이동물체의 위치를 실시간 및 시뮬레이션 동작 모드로 전자지도상에 실시간으로 보여주는 시스템을 구현하였다. 제안한 시스템에서는 GPS 수신기 자체의 오차, 좌표변환의 오차, RF 무선 통신 모듈 제작시의 오차, 전자지도상의 오차 등의 영향이 많이 산재하고 있다. GPS 오차의 경우 이를 줄이기 위하여 각종 연구가 계속되고 있으며, 좌표변환시의 오차는 국내에 적합한 좌표변환 계수들이 정해진다면 이러한 오차의 범위를 많이 줄일 수 있을 것이다. 또한 좀 더 안정된 모듈을 제작하거나, 상용 무선모뎀 및 지원을 통해 이러한 오차의 범위를 줄일 수 있을 것으로 본다. 마지막으로 전자지도 상의 오차는 국립지리원에서 제공하는 지도를 사용하였으므로 다룰 수가 없다. 이러한 복합적인 오차를 줄이기 위해서는 GPS의 위치정보와 전자지도의 정보를 매칭하는 방법을 사용 하였을 경우 오차의 범위가 축소가 될 수 있으며 향후, GPS의 위치정보와 전자지도의 정보를 매칭하는 방법에 대해 지속적인 연구가 필요하다고 본다.

향후, 이동물체에 비디오 카메라와 같은 화상처리장치를 부착하여 이동물체의 위치 추적 뿐만이 아니라, 주변 상황에 대한 정보를 함께 제공하는 시스템을 연구한다면 더욱 효율적인 것이며, 이는 GPS, GIS 기술 및 무선통신 기술, 영상처리기술 등이 종합된 시스템이 될 수 있을 것이다.

VII. 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 위치 기반 서비스를 지원하기 위한 다양한 모바일 GIS가 생겨나고 있으며, 이동 통신 업체를 중심으로 하여 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. 그러므로 기존의 GIS, 공간 인덱스, 저장 시스템을 이용하여 임베디드 시스템에서 처리해야 할 이동 객체의 위치 데이터를 관리하는 것은 상당히 비효율적이다. 이를 위해서 이동 객체의 위치 데이터와 이를 응용한 차량의 번호판을 자동으로 인식 및 데이터를 효과적으로 처리할 수 있는 위치 기반 차량 번호판 자동인식 서비스를 제공한다. 기존의 차량 위치 검색 시스템은 데이터베이스에 저장되지 않은 이동 차량의 불확실한 과거 및 미래의 위치 추정 방법을 제시하지 못하고 있다. 또한 주로 유선 네트워크 상에서 차량의 위치 검색 서비스를 제공하기 때문에 무선 통신을 이용하는 모바일 클라이언트에서의 실시간 위치 검색 기능을 수행할 수 있다.

본 논문에서는 무선 네트워크 상에서 PDA와 같은 모바일 인터페이스를 이용하여 실시간으로 차량의 위치를 검색할 수 있는 차량 위치 추적 서비스를 설계하였다. 제안 시스템은 차량 위치 추적 시스템 서버와 모바일 인터페이스로 구성된다. 차량 위

차 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 인덱스로써 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. 본 논문에서 연구된 차량번호판 인식 및 위치정보 획득 임베디드 시스템은 위치정보측정, 위치정보수신 임베디드 시스템과 PDA에서 차량의 번호판자동 인식 시스템 등 3개의 세부 시스템으로 구성되며 각 세부시스템에 필요한 기기 및 모듈들을 통합하였다. 군산대학교 주변을 대상 지역으로 선정하고 GPS와 PDA를 이용한 위치정보 및 차량의 번호판 획득 방법에서 많은 효과가 발생되었다. 인력, 시간 및 비용의 증가를 사전에 절감하는 효과를 얻을 수 있었고 또한 현장과 전산화 작업간의 시간차에 따라 발생할 수 있는 오류 및 정확도 저하를 예방할 수 있었다. 또한, 위치기반서비스와 PDA에서 P2P 서비스를 이용하여 보다 개선된 모바일 SFA(sales force

automation) 시스템의 설계를 하였다.

본 논문의 향후 연구과제는 다음과 같다. 현재 다른 시스템이나 미들웨어에서 실시간 GIS 엔진에 접근하기 위해서는 실시간 GIS 엔진의 API를 이용한다. 그러나, 현재 사용되고 있는 다양한 미들웨어나 시스템에 효과적으로 사용되기 위해서는 OpenGIS Simple Feature Specification for CORBA, OpenLS와 같은 표준화된 인터페이스의 제공이 필요하다. 또한 임베디드 클라이언트에서 사용되는 공간, 비공간, 위치데이터를 효과적으로 관리하기 위해서는 이진 파일을 사용하는 것보다 임베디드 장치에서 동작하는 경량의 임베디드 DBMS의 개발이 필요하다.

따라서 향후에는 모바일 인터페이스의 차량 위치 추적 결과 출력 모듈에 전자 지도를 추가적으로 구성할 수 있도록 시스템을 확장 및 구현하는 연구를 진행할 경우 오차 범위의 축소와 시공간 처리 개념의 신빙성이 있다고 본다.



참고문헌

A. Antonacopoulos, D. Karatzas and J. Ortiz Lopez. 2001, "Accessing textual information embedded in internet images", Proc. SPIE Vol. 4311, pp.198-205.

Barbar, D., 1999, "Mobile Computing and Database-A Survey," IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering, Vol.11, pp.108-117.

Bertrand T. Fang, 1990, "Simple Solutions for Hyperbolic and Related Position Fixes", IEEE Trans. on Aerospace and Electronic System, Vol. 26, No.5, pp. 748-753

D. Pfoser, Y. Theodoridis, and C. S. Jensen, 1999, "Indexing Trajectories of Moving Point Objects," Chorochronos Technical Report, CH-99-3, Oct.

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.

Gueting, R.H., 2003, "An Introduction to Spatial Database Systems," The VLDB Journal, Vol.3, No.4, pp.375-399.

Goodchild, M.F., 1991, Introduction to GIS, National Center for Geographic Information and Analysis, Univ. of California.

Garmin Korea(<http://www.garmin.co.kr>)

Greene, D., 1989, "An Implementation and Performance Analysis of Spatial Data Access Methods," IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering,

pp.606-615.

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.

ISO TC/211, 19132 Geographic Information - Location Based Services Possible Standards, <http://www.isotc211.org/scope.htm#19132>.

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.

J. Zhou and D. Lopresti, 1997, "Extracting Text form WWW Images", Proceedings of the 4th International Conference on Document Analysis and Recognition(ICDAR'97), Ulm, Germany.

J.R. Parker, 1997, "Algorithms for image processing and computer vision," John Wiley & Sons, New York.

K. H. Ryu and Y. A. Ahn, 2001, "Application of Moving Objects and Spationtemporal Reasoning," TimeCenter TR-58.

Kwon, D., and Lee, S., 2002, "Indexing the Current Positions of Moving Object Using the Lazy Update R-tree." Proc. of Internation Conference on Mobile Data Management, pp.113-120.

Lee, Y., and William, C., 1993, Mobile Communications Design Fundamentals, John Wiley & Sons.

Michael F. Worboys, 2004, "GIS A Computing Perspective".

Nievergelt, J., Hinterberger, H. and Sevcik, K. C, 1984, "The Grid file : An Adaptable, Symmetric, multikey file Structure", ACM Transaction on Database System. 9(1), 38-71.

National Marine Electronics Association(<http://www.nmea.org>)

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.

Nascimento, M. A., Silva, J. R. O., and Theodoridis, Y., 1999, "Evaluation of Access Structures for Discretely Moving Points," Spatio-Temporal Database Management, pp.171-188.



O. Wolfson, P. Sistla, B. Xu, J. Zhou, S. Chamberlain, N. Rische, and Y. Yesha, 1999, "Tracking Moving Object Using Database Technology in DOMINO," Proc. of NGITS'99, The 4th Workshop on Next Generation Information Technologies and Systems, Zikhron-Yaahov, Israel, pp.112-119.

P. Sistla, O. Wolfson, S. Chamberlain, and S. Dao, 1997, "Modeling and Querying Moving Objects," Proc. of the 13th International Conference on Data Engineering, ICDE'97, Birmingham, UK.

Radio Technical Commission for Maritime Service(<http://www.rtcn.org>)

S. S. Park, Y. A. Ahn, and K. H. Ryu, 2001, "Moving Objects Spatio-temporal Reasoning Model for Battlefield Analysis," Proc. of Military, Government and

Aerospace Simulation part of ASTC'01, pp. 108-113.

T. S. Rappaport, J. H. Reed, B. D. Woerner, 1999, "Position Location Using Wireless Communication on Highways of the Future", IEEE Communications on Highways of the Future", IEEE Communications Magazine, pp.33-41.

Todd L. Cignetti, Kirill Komaroy and Carla Schlatter Ellis, 2000, "Energy Estimation Tools for the Palm", Proceeding of the 3rd ACM International Workshop on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile System, 2000, Pages 96-103.

T. Guionnet, C. Guillemost and S. Pateux, 2001, "Embedded multiple description coding for progressive image transmission over unrelizable channels," Proc IEEE Trans. pp. 1005-1008.



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.

Yun, J.K., Kim, D.O., and Han, K.J., 2003, "Development of a Real-Time Mobile GIS supporting the Open Location Service," Proc. of Geotec Event Conference, Canada.

김구천, 김창수, 1999, "GPS/GIS를 이용한 차량 이동 추적 시스템에 관한 연구," 정보처리학회 학술대회논문집, Vol.6, No.1, pp.951-954.

김창우, 2000, "변위 측정을 위한 GPS 측량 적용에 관한 연구", 군산대학교 대학원 석사학위논문.

김종우, 최계현, 김창수, 1999, "GPS 정보와 수치지도 매칭을 통한 위치확인 시스템

구현”, 부경대학교.

김기홍, 1995, “이동체 주행 안내를 위한 지리정보 데이터베이스의 설계와 구현”, Master’s thesis, 서울대학교.

김구천, 김창수, 1999, “GPS/GIS를 이용한 차량 이동 추적 시스템에 관한 연구”, 정보처리학회 학술대회논문집, Vol.6, No.1.

국토지정보원(<http://www.ngi.go.kr>)

남기범, 이건명, 2000, “무선 웹 기술과 전망”, 한국정보과학회 정보과학회지, Vol.18, No.6.

손병대, 이재기, 강형곤, 2002, “이동통신공학”, 건설기술연구원.

이용주, 2001, “수직 및 수평 명암도 변화값과 원형 패턴벡터를 이용한 차량번호판 추출 및 인식 알고리즘,” 정보과학회논문지, 제8-B권 제2호, pp.195-200.

오승, 이창진, 김창호, 2001, “위치기반서비스 분야의 표준화 동향 분석”, 개방형지리정보시스템학회 학술회의 논문집, Vol.4, No.1.

윤재관, 한기준, 2002, “LBS(Location Based Service)를 위한 기술 개발 동향“, 대한전자공학회 전자공학회지, Vol.29, No.12.

위성항법중앙사무소(<http://www.ndgps.go.kr>)

이창주, 유상의, 이상구, 1997, “PDA의 객체 관리를 위한 알고리즘”, 한국정보과학회 논문지(B), Vol.24, No.3.

양종윤, 안충현, 김경욱, 1999, “GPS와 GIS를 이용한 웹 기반 물류 모니터링 시스템”, 전자통신연구원 컴소연구소.

주영도, 1997, “GIS/GPS를 활용한 차량관제시스템”, 멀티미디어연구소.

장용구, 강인준, 1999, “GPS 동적위치 결정에 있어서 정확도 향상을 위한 알고리즘 개발”, 부산대학교.

진희채, 박상미, 안병익, 2001, “위치기반정보서비스를 지원하는 시스템 구조 및 소프트웨어 기술동향 분석,” 개방형지리정보시스템학회 학술회의논문집, Vol.4, No.1, pp.145-160.

조형주, 정진완, 2002, “시공간 질의를 위한 인덱싱 기법”, 한국정보과학회 한국데이터베이스 학술대회논문집, Vol.18, No.2.

정명균, 김창수, 강병식, 김종우, 2000, “GPS/GIS와 무선통신을 이용한 이동물체 관제 시스템”, 한국정보과학회 학술대회논문집, Vol.27, No.1.

차득기, 2000, “실시간 DGPS에 의한 원격 측위 및 자동화 유도에 관한 연구”, 경기대학교 대학원 박사학위논문.

최병길, 1999, “이동차량에 탑재된 GPS의 동적위치측정에 관한 연구”, 한국측량학회지, 제 17권, 4호, pp.373~381.

최병길, 김영곤, 정진우, 2000, “GPS의 OTF 측위기법을 이용한 구조물의 변위 측정에 관한 연구”, 대한토목학회 논문집, pp.621~624.

최철용, 1997, “GPS를 이용한 이동물체 위치 결정 방법에 관한 연구”, 서울시립대학교 석사학위 논문.

차특기, 1998, “컴퓨터 측량 계산 프로그램집”.

최혜옥, 2002, “위치기반서비스(LBS, Location-Based Services),” 제3회 공간정보 워크샵, pp.5-22.

홍성민, 국일호, 조원경, 1999, “제한된 필기글꼴을 이용한 휴대형 정보기기용 한영 온라인 문자인식에 관한 연구,” 한국통신학회논문지, 제 26권, 제4호, pp.479-489.

황영환, 박진우, 최환수, 1994, “자동차 번호판 자동인식에 관한 연구”, 신호처리 합동 학술대회논문집, pp. 433~437.

한국천문연구원 GPS 연구 그룹(<http://www.gps.re.kr>)



국 문 초 록

모바일 시스템에 적합한 위치기반서비스에 관한 연구

감 진 석
정보공학과
제주대학교 대학원

현재 무선 컴퓨팅 기술 및 이동 객체의 위치를 정확하게 추적할 수 있는 GPS 기술의 발달로 인하여 물류 차량 관리, 항공 교통 통제, 위치 기반 서비스 등과 같은 실시간 환경의 위치 정보 응용 시스템의 개발이 활발해지고 있다. 특히, 차량의 위치를 관제 센터에서 실시간으로 파악하는 위치 추적 시스템에 관한 연구가 대표적인 응용 시스템으로 등장하였다. 이동 객체 관리 시스템은 사람, 동물, 자동차 등과 같이 시간에 따라 위치를 변경하는 시공간 데이터를 관리한다. 이러한 이동 객체 관리 시스템은 차량 위치 추적, 위치 기반 서비스 등에 적용된다. 그러나 기존의 이동 객체 관리 시스템은 이동 객체의 과거 및 미래의 위치정보를 개별적으로 관리하며, 불확실한 과거 및 미래의 위치 추정 방법을 구체적으로 제시하지 못한다. 또한 기존의 위치 추적 시스템은 데이터베이스에 저장되지 않은 특정 시간의 위치 정보를 사용자에게 제공하지 못하는 문제점을 갖는다. 처리 및 메모리 면에서 살펴보면 기존의 위성 영상처리 시스템은 RDBMS 및 GIS 기능이 약하고 메모리 문제로 대용량(full scene)을 그대로 처리 못하여 부분 용량(sub scene)으로 나누어 처리 한다. 그러나 고 정밀, 대용량 데이터의 등장과 더불어 모자이크된 대용량 영상에 대한 처리요구가 높아짐에 따라 본 논문은 중간 결과 영상을 저장하는 대신, 처리 알고리즘만 저장하는 방법으로 메모리와 디스크의 용량을 효율적으로 처리하였고, 사용자 편의를 위한 비주얼 프로그래밍을 지원하고 있다.

본 논문에서 GPS와 전자지도를 이용하여 차량의 번호판 및 이동물체의 위치를 실시간 및 시뮬레이션 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 위치정보 획득과 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 추적가능한 임베디드형 시스템을 구현한다.

이는 모든 차량의 전체 시간 구간 위치 검색 질의, 모든 차량의 특정 시간구간 위치 검색 질의, 특정 차량의 전체 시간 구간 위치 검색 질의, 특정 차량의 특정 시간구간 위치 검색 질의, 특정 시점에서의 차량 위치 검색 질의 등과 같은 차량 위치 검색 기능을 수행한다.

따라서 본 논문에서는 PDA와 같은 모바일 인터페이스를 통하여 실시간으로 차량의 위치 추적이 가능한 시스템을 설계한다. 제안 시스템은 차량 위치 검색 서버와 모바일 인터페이스로 구성되며, 이동 차량의 현재 위치뿐만 아니라 데이터베이스에 저장되지 않은 과거 및 미래 위치 정보까지 사용자에게 제공하는 장점을 갖는다.

감사의 글

누구에서나 '추억의 물건'이 있기 마련입니다. 그 물건은 지난 삶의 뚜렷한 증거입니다. 세월이 흐를수록 보물이 되는 물건은 시간이 지나도 버리지 못합니다. 물건을 보면 추억이 되살아나고, 그 추억이 현재를 밝게 비춥니다. 추억이 담긴 물건 하나쯤을 소중히 간직할 수 있도록 노력하여 주시고 어떻게 살아가야 하는지를 행동으로 보여주신 김장형 교수님께 존경과 깊은 감사를 드립니다. 또한 부족한 저의 논문을 심사해주신 안기중 교수님, 전남대학교 이철우 교수님, 조선대학교 배상현 교수님께 먼저 감사를 드립니다. 그리고 많은 가르침을 주시고 물신양면으로 논문에 전념할 수 있도록 가르침을 주신 김홍수 교수님께 깊이 감사를 드립니다. 그리고 재학시절 동안 많은 가르침과 격려를 아끼지 않으신 곽호영 교수님, 변상용 교수님, 이상준 교수님, 송왕철 교수님, 김도현 교수님, 변영철 교수님께도 감사드립니다.

언제나 따뜻한 웃음과 격려로 연구에 집중할 수 있도록 많은 도움과 격려를 해주신 군산대학교 양해권 교수님, 최연성 교수님, 나인호 교수님의 깊은 관심과 격려에 대해서도 감사드립니다.

대학원 연구실에서 같이 연구하고 토론했던 동기, 선·후배 여러분의 고마움도 잊을 수 없습니다. 멀리서 혹은 가까이서 많은 신경을 써주신 멀티미디어 연구실 여러분들에게 고마운 마음을 전하며, 더욱 더 발전하고 번창해 가는 연구실을 기대해 봅니다.

오늘 이 글을 쓰기까지 힘들다고 짜증내는 아들을 항상 아무 조건 없이 묵묵히 지켜봐주시고, 당신을 희생해 가면서도 아들을 위해서라면 헌신적으로 도와주시는 아버님, 어머님께 이 논문을 바칩니다. 큰 형님, 둘째 형님 내외분에게도 감사의 마음을 전합니다.

막상 결혼을 하고도 공부한다는 핑계로 사위의 역할을 제대로 하지 못했지만, 그런 사위를 도와주시고 격려해 주시는 장인어른, 장모님에게도 항상 죄스런 마음으로 감사를 드립니다. 아울러 처가 가족 분들에게도 고마운 마음을 드립니다.

끝없이 샘솟는 샘물처럼 맑은 사랑을 주는 아내와 귀여운 내 아들 경민, 성민에게 한없는 사랑을 보냅니다. 이 순간이 제게 있어서 작은 결실의 순간이라는 생각보다는 더 큰 결실을 위한 잉태의 순간이라는 생각으로 항상 열심히 살겠습니다.

2005년 7월 2일