

ISSN 1598-9798



데이터베이스연구

제28권 제2호 2012년 8월

스마트폰 기반의 지능형 이동객체 제어 기법

An Intelligent Control Scheme of Moving Objects based on Smart Phones

이영준, 김민수, 채진석, 유우식, 이재원

Young-Jun Lee, Min-Su Kim, Jinseok Chae, Woosik Yoo, Jae Won Lee

데이터베이스 소사이어티

Database Society

사단법인 한국정보과학회

The Korean Institute of Information Scientists and Engineers



스마트폰 기반의 지능형 이동객체 제어 기법

An Intelligent Control Scheme of Moving Objects based on Smart Phones

이영준(Young-Jun Lee)¹, 김민수(Min-Su Kim)², 채진석(Jinseok Chae)³, 유우식(Woosik Yoo)⁴, 이재원(Jae Won Lee)⁵

요 약

최근 이동전화 단말기 관련 기술의 지속적인 발전과 네트워크 기술 진화, 소비자의 요구 증가 등에 힘입어 이동통신 산업이 급격하게 성장하고 있는데, 다양한 기능을 내장한 스마트폰은 이러한 이동통신 산업의 성장에 핵심적인 역할을 하고 있다.

이에 따라 이동객체의 제어 기법도 진화하고 있는데, 별도의 위치 추적용 단말기를 사용하고 있는 기존 이동객체 관리 시스템에서는 주기적인 시간 또는 거리에 의존하는 수집 및 보고 환경으로 인하여 클라이언트와 서버간의 빈번한 통신이 발생하게 되므로 시스템의 데이터 처리 부하 및 과도한 통신비용 등 다양한 문제들이 발생하고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점들을 극복하기 위해 자체 처리 능력을 갖춘 스마트폰을 사용한 지능형 이동객체 제어 기법을 제안한다.

본 연구에서 제안하는 이동객체 제어 기법을 사용하면 사용자의 위치 및 상태를 효율적으로 파악할 수 있게 되므로 네트워크 부하와 데이터 저장량을 줄일 수 있다. 실험 결과 본 논문에서 제안한 기법을 사용할 경우 기존 기법에 비해 위치획득 횟수와 데이터 저장량을 약 50% 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

주제어 : 위치 기반 서비스, 위치 조회, 이동 객체 관리

1 인천대학교 컴퓨터공학과, 석사과정

2 드림IT미디어, S/W개발부 팀장

3 인천대학교 컴퓨터공학부, 교수, 교신저자

4 인천대학교 산업공학과, 교수

5 성신여자대학교 컴퓨터정보학부, 부교수

† 이 연구는 인천대학교 동북아전자물류연구센터의 지원에 의한 것임.

+ 논문접수: 2012년 02월 29일, 심사완료: 2012년 07월 27일

Abstract

Recently, according to the development of technologies related with mobile phone terminals, evolution of network technology, and increased requirements of consumers, the industry of mobile communication is rapidly growing up. Specifically, smart phones with various functions play a key role in this growth of mobile communication industry.

In addition, control schemes of moving objects are also evolving but existing mobile object management systems using separated tracking terminals have some difficulties. Since they use the collection and reporting environments that heavily depend on periodic time or distance, the communication between clients and servers is so busy and consequently various problems such as data processing overhead of the systems and excessive communication cost are remained unsolved. In this paper, in order to resolve those problems, we propose an intelligent control scheme of moving objects with internal processing capability.

Since it becomes possible to efficiently figure out the location and states of users using the proposed control scheme of moving objects, network overhead and the amount of data storage can be reduced. The experimental results show that it is possible to reduce 50% of the frequency of collecting location information and the amount of data storage as compared with the existing schemes.

Keywords : Location Based Services, location inquiry, moving objects management

1. 서론

최근 이동전화 단말기 관련 기술의 지속적인 발전과 네트워크 기술 진화, 소비자의 요구 증가 등에 힘입어 이동통신 산업이 급격하게 성장하고 있는데, 다양한 기능을 내장한 스마트폰은 이러한 이동통신 산업의 성장에 핵심적인 역할을 하고 있다.

스마트폰은 일반적으로 PDA, 모바일 PC 등에서 제공되던 다양한 애플리케이션 및 인터넷 기능과 이동전화 단말기의 고유기능을 결합한 휴대용 기기를 지칭한다[1].

스마트폰 사용이 보편화되면서 이를 활용한 다양한 부가서비스들도 활발하게 성장하고 있다. 그 중에서도 위성위치확인시스템(A-GPS, Assisted Global Positioning System)이 내장된 스마트폰을 사용하여 이동통신망을 기반으로 사람이나 사물의 위치를 정확하게 파악하고 이를 활용하는 위치 기반 서비스(LBS, Location Based Service)를 제공하는 애플리케이션에 대한 개발 및 사용자의 관심과 수요가 증가하고 있다.

과거에는 이동통신사가 제공하는 휴대폰 위치정보 서비스, 차량관제 등이 주를 이루었지만, 2010년 이후 사용자의 현재 위치를 기반으로 각종 교통, 날씨, 편의 시설 등 다양한 정보서비스와 LBS와 소셜 네트워크 서비스(SNS, Social Networking Service)를 결합한 형태의 다양한 서비스가 출시되고 있다.

기존 이동객체 관리 시스템은 주기적인 보고에 의한 위치정보 관리가 이루어지고 있는데, 이 시스템은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다. 보고 주기가 짧으면 방대한 이력 데이터가 발생하게 되며 이는 클라이언트와 서버간의 빈번한 통신으로 인하여 서버의 큰 부하를 발생시켜 시스템 효율을 저해하는 요인이 된다. 그리고 방대한 이력 데이터를 저장하

기 위해 대용량의 데이터베이스를 사용하기 때문에 시스템 구축비용 증가의 요인이 된다. 반대로, 보고 주기가 길면 이동객체의 방향 전환과 속도 변화에 따른 위치 예측 오차가 커지는 결과를 초래하게 된다. 따라서 위치 예측 오차를 증가시키지 않으면서 이동객체에 대한 위치정보 보고 횟수를 줄이는 것이 위치 기반 서비스에서 중요한 문제이다. 이를 위해 센서 네트워크에서 Range-based와 Range-free 위치추정기법을 적용하여 보다 정확한 위치정보를 획득하거나, 정차감지 알고리즘을 통하여 차량의 정차를 감지하고 그 상태에 따라 측정 및 전송주기를 제어하는 위치추적모형을 적용하는 등 이동객체의 위치를 보다 정확히 추적하며 보고 횟수를 줄이기 위하여 다양한 방법이 모색되고 있다[2,3].

본 논문에서는 기존 이동객체 관리 시스템에서 주기적인 수집 및 보고로 인한 클라이언트와 서버간의 빈번한 통신에서 발생하는 시스템의 데이터 처리 부하 및 과다 통신비용이 발생하는 문제를 해결하고자 한다.

이를 위해서 A-GPS 기능이 내장된 스마트폰을 사용하고, 이동객체가 자신의 움직임을 관찰하면서 스스로 위치정보 보고 간격을 자동으로 조절할 수 있게 하며, 이동객체에게 발생할 수 있는 모든 상황에서 최적의 위치를 보고할 수 있도록 출발위치와 도착위치를 설정하여 전송되는 정보량을 줄이는 시스템을 설계 및 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 위치정보를 획득하는데 사용되는 위치획득 모델에 대해서 살펴보고, 3장에서는 본 연구에서 제시하는 이동객체의 위치 수집 및 보고 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 이를 바탕으로 하여 기존에 시스템과의 제안하는 시스템의 성능을 비교 평가하며, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 제시한다.

2. 배경 및 관련 연구

2.1 위치 기반 서비스

위치 기반 서비스는 일반적으로 휴대폰, PDA, 노트북 PC 등 휴대용단말기를 기반으로 이동통신망이나 GPS 등의 위성신호등을 이용하여 모바일 단말의 위치를 측정하고, 측정한 위치와 관련된 다양한 위치 정보 서비스를 제공하기 위한 기술로서 주요기술로는 이동통신망이나 위성신호 수신기 등의 장치를 이용하여 이동 중인 단말의 위치를 파악하는 무선측위기술(positioning technology)과 위치기반서비스를 위한 미들웨어 서버 기술, 그리고 다양한 LBS 응용기술들이 있다[4].

이러한 위치 기반 서비스는 CDMA 및 WCDMA 등 이동통신망을 필두로 한 무선통신 인프라가 발전함과 동시에 유·무선인터넷이 확산됨에 따라 인프라 구축 수준이 높아졌다[5]. 더불어 GPS를 내장한 스마트폰의 보급률이 증가했기 때문에 이를 통한 다양한 서비스에 대하여 사용자들의 관심 또한 높아지고 있는 추세이다.

2.1.1 LBS 요소 기술

위치 기반 서비스는 이동 중인 사용자의 위치 정보를 다양한 다른 정보와 실시간으로 결합하여 사용자가 필요로 하는 부가적인 응용 서비스를 제공하는 것으로 관련 기술은 크게 위치를 결정하기 위한 무선 위치 측위 기술(LDT: Location Determination Technology), 이동 통신 기술, 파악된 위치로부터 위치 정보를 가공하고 기타 시스템과의 연결성을 제공하는 플랫폼 및 소프트웨어 기술(LEP: Location Enabled Platform), 그리고 서비스를 제공하기 위한 LBS 응용 기술(LAP: Location Application

Program)로 구성된다.

2.1.1.1 위치 측위 기술(LDT)

1) Cell-ID

가장 단순한 네트워크 기반의 위치 센싱 기술로서, 이용자가 속한 기지국의 서비스 셀(cell) ID를 통해 이용자의 위치를 3초 이내에 파악할 수 있는 장점이 있다. 그러나 셀 반경의 크기에 따라 위치 정보의 정확도가 큰 편차를 보이는 단점이 있다.

2) AOA, TOA, TDOA

위치 정보의 정확도 증가를 위해 핸드셋의 신호를 서비스 셀 기지국뿐만 아니라 주위의 기지국에서도 수신하는 것을 이용한 네트워크 기반 위치 센싱 기술로 핸드셋의 신호를 수신한 3개의 기지국의 신호 수신 각도의 차이를 이용하여 위치 정보를 제공하는 기술인 AOA(Angle of Arrival), 핸드셋의 신호를 수신한 한 개의 서비스 셀 기지국과 2개의 주변 기지국들 사이의 신호 도달 시간의 차이를 이용하여 위치 정보를 제공하는 기술인 TOA(Time of Arrival), AOA와 같이 기지국 기반의 네트워크 기반 기술을 활용하고 있으며, TOA와 같이 LMU(Location Management Units)를 이용하여 한 개의 서비스 셀 기지국과 2개의 주변 기지국 사이의 핸드셋 신호의 도달 시간의 차이를 이용하여 위치 정보를 제공하는 기술인 TDOA(Time Difference of Arrival) 등이 있다.

3) A-GPS

핸드셋 기반의 위치 센싱 기술인 A-GPS는 날씨와 상관없이 인공위성에서 보내는 위치 정보를 휴대폰에 내장된 칩이 읽어 기지국에 알려주는 방법으로, CDMA 이동 통신 사업자 등이 주로 채택하고 있는 기술이다. A-GPS는 위치 정보의 정확도가 이론

상으로는 3~25m이지만 실제로 50m 정도의 정확도를 보장하는 것으로 알려져 있다. 또한 최근에는 A-GPS보다 진일보된 MS-based GPS 및 S-GPS 칩의 개발로 인해 위치 획득을 위한 계산 시간의 단축, 서버와의 통신 부하를 감소시킬 수 있게 됨으로써 보다 더욱 다양한 응용 분야에 적용되고 있다. MS-based GPS 칩의 경우 현재 KT의 K-ways 폰 내비게이션 서비스를 제공하는 단말에 적용되어 사용되고 있다.

2.1.1.2 LBS 플랫폼 및 소프트웨어 기술(LEP)

LBS 소프트웨어는 크게 LBS 플랫폼, 위치응용 소프트웨어, 단말기 소프트웨어 등 3가지 요소로 구성된다. 첫 번째로, 기존의 무선망 플랫폼을 위치 응용 소프트웨어와 위치 서비스 클라이언트를 통합하여 지원하는 LBS 플랫폼이 있다. LBS 플랫폼은 망과의 인터페이스, 특히 위치를 측위하는 시스템과의 인터페이스 기능, 위치정보 저장 및 처리 기능, 유무선 게이트웨이 기능, 응용 프로그램 지원 API 기능, 콘텐츠 전송 및 변환 기능, 보안 및 인증 기능, 프로파일 관리 기능, 고급 위치기반 서비스 지원 기능 등을 제공한다. 두 번째로, 위치 콘텐츠를 처리하고 고객에게 부가 서비스를 제공하는 위치 응용 소프트웨어가 있다. 항법, 경로안내, 위치추적, 주변정보 검색 등 다양한 위치기반 서비스를 위한 응용 소프트웨어가 여기에 해당된다. 세 번째로, 단말기에서 위치응용 서비스를 제공하기 위한 단말기 클라이언트 소프트웨어가 있다. 단말기 소프트웨어는 다양한 Kjava, WAP 등 다양한 무선 단말플랫폼 위에서 위치 응용서비스를 제공해주기 위한 소프트웨어이다.

2.1.1.3 응용 서비스 기술(LAP)

응용 서비스 기술은 위치 정보에 기반으로 하는

부가 서비스를 지원하기 위해 필요한 것으로 각 연구기관들은 위치 기반 응용 서비스를 다양한 형태로 분류하고 있다. OpenLS에서는 LBS 서비스를 제공하는데 있어서 주요한 부분에 대한 표준화 작업을 진행하고 있으며 여기서 제시하고 있는 OpenLS Core Services로는 Directory Service, Gateway Service(LIF), Location Utility Service(Geocoder/Reverse Geocoder), Presentation Service, Route Service가 있다. 이러한 서비스들의 분류에서 중요한 사실은 각 응용 서비스별로 요구되는 위치 정확도가 다양하다는 것이다. 예를 들어, 일반적으로 추적 서비스의 경우에는 낮은 정확도로도 서비스가 가능하지만, 항법 서비스나 안전 서비스의 경우에는 10~50m의 높은 정확도가 요구된다. 따라서 위치 기반 응용 서비스 개발에 있어 요구되는 정확도 수준에 따른 다양한 서비스를 모색해야 한다[6].

2.2 이동객체의 위치획득 방법

위치측위기술은 위치정보의 정확도에 따라서 제공되는 서비스의 종류와 질이 달라지므로 보다 정밀한 위치정보의 추적이 가능한 고정밀 측위 기술은 개인화 서비스의 필수조건이다[5].

현재 대부분의 위치확인기술은 이동통신망 또는 GPS를 이용해서 휴대단말의 위치를 측위하고 있는데, 실내에서는 이러한 측위기술들로 정확한 위치 측위가 어렵기 때문에 WLAN, Bluetooth, UWB 등과 같은 WPAN 기술 기법들과 결합하여 위치를 측위하는 방법, 그리고 위치측정에 소요되는 시간과 위치정확도를 높이기 위한 다양한 방법들이 연구되고 있다[5].

위치정보의 측위 방법은 네트워크 기반, 위성신호 기반, Wi-Fi 신호 기반, 혼합 측위 기반 등으로 구분되는데, [그림 1]은 방송통신위원회에서 정리한



[그림 1] 주요 위치 측위 방식

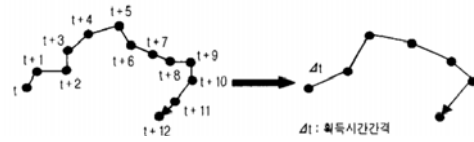
이동객체의 위치를 주요 위치의 측위 방식을 보여 준다[6].

2.3 위치획득 모델

2.3.1 정적 위치획득 모델

정적 위치획득(Static Acquisition) 모델[9]은 위치획득 시간 간격을 일정하게 설정하여 위치를 획득하는 방법이다.

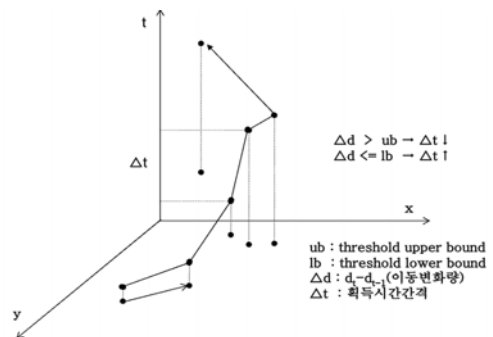
[그림 2]에서 보는 것과 같이 위치를 획득하려고 하는 동일 집단에 속한 모든 이동객체의 획득 시간 간격(Δt)은 동일하다. 이 방법은 단순한 방법인 동시에 이동객체의 개수에 따라 시스템이 안정적으로 구동할 수 있는 획득 시간 간격을 설정하는 것이 중요하다. 획득 시간 간격이 작으면 작을수록 신뢰도가 높은 이동정보를 획득하여 관리할 수 있는 반면 저장 용량은 증가할 것이다. 즉, 정보의 신뢰도와 시스템의 성능은 상충(trade-off) 관계가 성립하며 적절한 조화가 필요하다. 또한 이 방법은 다른 위치획득 모델과의 비교를 위해서 이용된다. 즉 $\Delta t = 1$ (최소 시간 간격)인 정적 위치획득 모델과 다른 위치획득 모델의 위치획득 회수, 거리의 변화를 산출하여 성능 비교에 이용된다.



[그림 2] 정적 위치획득

2.3.2 거리기반 위치획득 모델

거리기반 위치획득(distance-based acquisition) 모델[8]은 이동객체의 이동량 변화를 이용하여 획득 시간 간격을 적절히 조정하는 것이다. 기본 개념은 이동객체의 이동변화 양이 설정된 구간 임계값(threshold)보다 큰 경우에 획득 시간 간격을 줄이고, 보다 적은 경우에는 획득 시간 간격을 늘여서 통신부하를 줄임과 동시에 신뢰도 높은 정보를 유지하는 방법이다.



[그림 3] 거리기반 위치획득

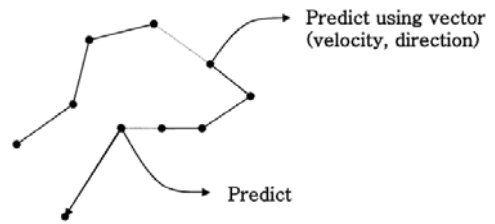
이 방법의 중요한 요소는 획득 시간 간격을 조절하기 위한 기준 구간을 설정하는 것이다. 즉, [그림 3]과 같이 ub (threshold upper bound), lb (threshold lower bound)의 구간을 어떻게 설정하는지에 따라서 획득 시간 간격의 조절이 달라진다. 이러한 구간 $[lb, ub]$ 의 값은 전체 집단(layer)의 몇 회 위치정보 획득 후 평균 이동거리를 바탕으로 하여 설정하게 된다. 즉, 집단의 이동 특성(사람, 자동차 등)에 따라 다양하게 임계값 구간을 설정하여야 한다. 또한 획득 시간 간격의 증감 단계의 범위를 어느 정도 허용하느냐에 따라서 성능이 달라진다. 만약 속도의 변화가 없는 이동객체의 경우에는 획득 시간 간격이 무한정 증가할 수도 있다. 그래서 획득 시간 간격의 증감 단계를 고정적으로 정할 수 있다.

2.3.3 예측기반 위치획득 모델

예측기반 위치획득(predict-based acquisition) 모델[9, 10]은 과거 이동객체의 이동정보인 방향, 속도를 이용하여 다음 이동위치를 예측하는 방법이다. 즉, 통신부하가 심하여 시스템의 성능이 급격히 떨어진 경우 이 방법을 적용할 수가 있다. 하지만, 이 방법은 많은 위험이 따른다. 왜냐하면 과거 이동정보를 이용하는 데에는 한계가 있고, 이동객체 별로 복잡한 예측 모델을 적용하기에는 그 오버헤드가 크기 때문이다. 따라서 이 모델은 가장 기본적인 벡터 정보인 방향, 속도, 시작점을 이용하여 위치를 예측하며, 이동정보의 정확도 및 신뢰도를 보장하기 위하여 [그림 4]와 같이 일정 회수까지는 실제 위치를 획득한 후 통신부하를 고려하여 위치를 예측한다.

또한 이 모델에서 이동객체의 위치정보 신뢰도를 더욱 더 보장하기 위해서, 이동객체의 위치예측을 모든 이동객체를 대상으로 하지 않는다. 각각의 이

동객체 별로 매번 위치를 획득할 때마다 예측 정확도를 계산하여 정확도가 일정 임계값을 넘어서는 이동객체에 대해서만 위치를 예측할 대상이 되는 것이다. 예측 정확도는 과거에 위치를 획득하였을 당시, 예측 값과 실제의 값에 대한 거리, 방향 등을 고려하여 오차의 정도를 파악하여 계산하게 된다.



[그림 4] 예측기반 위치획득

3. 이동객체 제어 기법

본 논문에서 사용한 이동객체는 수집 및 보고 환경을 스스로 조절할 수 있도록 A-GPS가 내장된 스마트폰을 사용하였으며, 다음과 같이 정의하였다.

3.1 이동객체 정의

기존 논문들에서는 이동객체에 대해서 다음과 같이 설명하고 있다. 자동차, 비행기, 사람, PDA, 휴대폰 등과 같이 실세계에서 시간의 흐름에 따라 위치를 변화하면서 이동하는 사물을 이동객체라 한다 [11-13].

본 논문에서 사용한 이동객체는 수집 및 보고 환경을 스스로 조절할 수 있도록 A-GPS가 내장된 스마트폰을 사용하였으며, 다음과 같이 정의하였다.

[정의 1] 이동객체 M 은 시간(time), 거리(distance), 위치(location)를 기본 수집 속성(attribute)으로 가지며, $M = \langle T, D, L \rangle$ 로 표현할 수 있다.

[정의 2] 이동객체가 이동한 시간을 T 라 할 때, $T = t_{current} - t_{before}$ 로 얻을 수 있다. $t_{current}$ 는 현재 위치정보 수집 시간, t_{before} 는 이전 위치정보 수집 시간을 나타낸다.

[정의 3] 이동객체가 이동한 거리를 D 라 할 때, 이동거리는 유클리드 거리 측정법으로 계산한다. $D \in R$, R 은 실수이다.

[정의 4] 이동객체의 위치를 L 이라 할 때, $L = \langle \text{Latitude}, \text{Longitude} \rangle$ 로 표현된다.

[정의 5] 이동객체가 서버에 위치보고를 하는 시간을 RT (Report Time)라 한다.

[정의 6] 이동객체 데이터베이스를 구성하는 이동객체들의 집합은

$S_M = \{M_0, M_1, \dots, M_n\}$ 이고, M_i 의 i 는 i 번째 객체의 이력 정보를 의미한다.

3.2 이동객체 제어 기법

3.2.1 수집/보고 환경 설정

최초 애플리케이션 실행 시 이력 데이터가 없을 경우, 관리자가 임의로 설정한 평균 보고 시간과 최소, 최대 보고 제한 시간 그리고 최소 경계 범위를

설정 정보로 전송해 준다. 하지만 이력 데이터가 존재할 경우, 이동객체의 평균 보고 시간과 최소, 최대 보고 제한 시간 그리고 보고 시간의 평균 이동 거리를 최소 경계 범위로 설정하여 환경설정 데이터를 XML(Extensible Markup Language) 형태로 클라이언트에게 애플리케이션 실행 시 전송해준다. 전송되는 데이터는 표1 과 같다.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
-<RESPONSE>
    <ANSWER_CODE>100</ANSWER_CODE>
    <CARNUM>DT0003</CARNUM>
    <GPS_TIME>60</GPS_TIME>
    <MIN_TIME>240</MIN_TIME>
    <MAX_TIME>10</MIN_TIME>
    <MINDIST>200</MINDIST>
</RESPONSE>
```

[표 3] XML로 전송되는 환경설정 데이터

3.2.2 이동객체의 위치정보 획득 및 저장 방법

이동객체의 위치정보는 네트워크 기반, 위성신호 기반, Wi-Fi 신호 기반 중 정확도가 높은 측위 방법을 통해서 획득하고, 데이터는 3G 무선망을 통해서 서버의 이동객체 데이터베이스에 저장된다. 이동객체의 위치정보 저장 주기는 이동객체가 계산한 시간 간격마다 전송되며, 이동객체에서 전송된 위치정보와 상태 정보를 데이터베이스에 저장한다.

3.2.3 수집/보고 환경 변경 조건

3.2.3.1 최소 경계 범위 이용

이동객체가 이동 시간을 $t_{before} < t_1 < t_2 \dots < t_{k-1} < t_k < \dots < t_{current}$ 의 순서를 가진다고 할

경우, 이동객체 M_i 의 특정 두 지점 사이의 시간에 대한 차이를 $T = t_k - t_{k-1}$ 로 얻을 수 있으며, 거리는 유클리드 거리 측정법 $D(L_k, L_{k-1})$ 통해 얻을 수 있다. 또한 가속도는 a 라 하고, 이동객체의 이전 속력은 V_0 , 현재 속력은 V 라 표현한다. 이동객체의 이전 속력과 현재 속력을 비교하여 동일한 속력 ($V_0 = V$)이라면 등속 운동을 한다고 판단하여 다음의 식 (1)을 통해서 위치정보 보고 시간(RT)의 값을 구한다.

$$RT = \frac{\min D}{V} \quad (1)$$

그렇지 않다면 아래의 등가속 운동 식을 통해서 RT를 구한다.

$$a = \frac{V - V_0}{T} \quad (2)$$

$$V = V_0 + a \cdot T \quad (3)$$

이 정보를 이용하여 다음 위치보고 시간(RT)을 설정하는데, 현재의 속력으로 최소 경계 범위($\min D$)를 넘을 수 있는 시간으로 재설정 한다. 다음의 식 (4), (5)을 통해 얻을 수 있다.

$$\int (a \cdot RT + V_0) d \cdot RT = \min D \quad (4)$$

$$RT = \frac{-V_0 + \sqrt{V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \min D}}{a}$$

$$(\because RT > 0) \quad (5)$$

등속이나 등가속으로 구해진 RT의 값이 계속 증가하거나 줄어들어 실시간 전송 수준이 되는 것을 방지하기 위하여 임계값을 설정하여 제한을 두었다. 만일, $RT < \text{최소 보고시간}(\min Time)$ 라고 하면, 위치보고 시간을 실시간으로 전송해야 하는 것으로 판단하여, RT의 값을 $\min Time$ 으로 설정해준다. 그 외에 $\text{최소 보고시간}(\min Time) < RT \leq \text{최대 보고시간}(\max Time)$ 이라면 식 (1), (5)를 통해 구한 값을 사용하고, $RT > \max Time$ 일 경우에는 RT의 값을 $\max Time$ 으로 설정해 준다. 식으로 설명하면 식 (6), (7)과 같다.

등속의 경우 식 (6)을 활용하면 된다.

$$(6) \quad \begin{cases} RT < \min Time, & RT = \min Time \\ \min Time < RT \leq \max Time, & RT = \frac{\min D}{V} \\ RT > \max Time, & RT = \max Time \end{cases}$$

등가속의 경우 식(7)을 활용하면 된다.

$$(7) \quad \begin{cases} RT < \min Time, & RT = \min Time \\ \min Time < RT \leq \max Time, & RT = \frac{-V_0 + \sqrt{V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \min D}}{a} \\ RT > \max Time, & RT = \max Time \end{cases}$$

앞서 제시한 수식을 검증하기 위해서 다음과 같이 값을 가정하여 RT의 값을 구해 보았다. 임계값 설정 기준은 사람 평균 이동속도를 2km/h 정도로 가정하여 최대 보고시간을 4분으로 설정하였고, 최소 보고시간은 차량의 경제속도인 80km/h를 기준으로 하여 10초의 시간을 선정하였으며, 최소 경계 범위는 GPS 위성 측위 방식의 허용 오차인 200m 이내로

설정하였다. 등속 운동일 경우 10km/h 로 이동하는 물체의 경우 RT의 값은 65초로 설정이 된다. 등가속일 경우 58초로 등속보다 조금 빠르게 최소 경계 범위에 도달할 수 있다.

3.2.3.2. 목적지 경계 범위 이용

이동객체가 진행 중인 오더가 있을 경우 특정 위치(출발지, 목적지, 작업지)에 일정 시간(약 5분) 이상 머물거나 벗어나게 되었을 경우, 이벤트가 진행 중인 것으로 판단하여 DetectSpecialArea 알고리즘을 통해 사용자에게 이벤트 진행 여부를 확인하도록 한다. [그림 5]는 DetectSpecialArea 알고리즘을 보여주고 있다.

Algorithm DetectSpecialArea(Object)

```

Input : Object - 이동 객체
Output : True/ False
Begin
// 이벤트 영역 50m 내에 도착했는지 검사
If (DistGap (Event→Location,
Object→Location) <= 50) Then
// 약 5분 정도 대기 이후 위치 재검사
waitTime ← 300000;
Sleep(waitTime);
If (DistGap (Event→Location,
Object→Location) <= 50) Then
//상태 변경 이벤트 호출
End
Else
Return False;
End

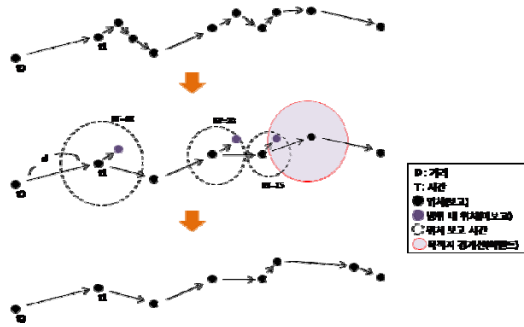
```

[그림 5] 이동객체가 특정 범위 내에 있는지 검사하는 알고리즘

3.2.3.3 최소 경계 범위와 목적지 경계 범위를 혼용한 방법

이동객체의 빈번한 위치 이동이나 혼잡한 교통 상

황에서 위치정보가 좁은 구역 안에 밀집되는 상황 또는 특정 위치(출발지, 목적지, 작업지)에서의 대기는 이동객체의 위치정보의 처리 및 저장 비용에 선형적 증가를 초래한다. 이를 해결하기 위해, 앞서 제시한 최소 경계 범위와 목적지 경계 범위를 이동객체에게 적용하여 위치정보 수집 및 보고 환경을 스스로 조절하게 함으로써 이 문제를 해결할 수 있다. [그림 6]은 위치정보 수집 및 보고 횟수를 스스로 조절하는 예를 보여주고 있다.



[그림 6] 최소 경계 범위와 목적지 경계 범위를 적용한 경로

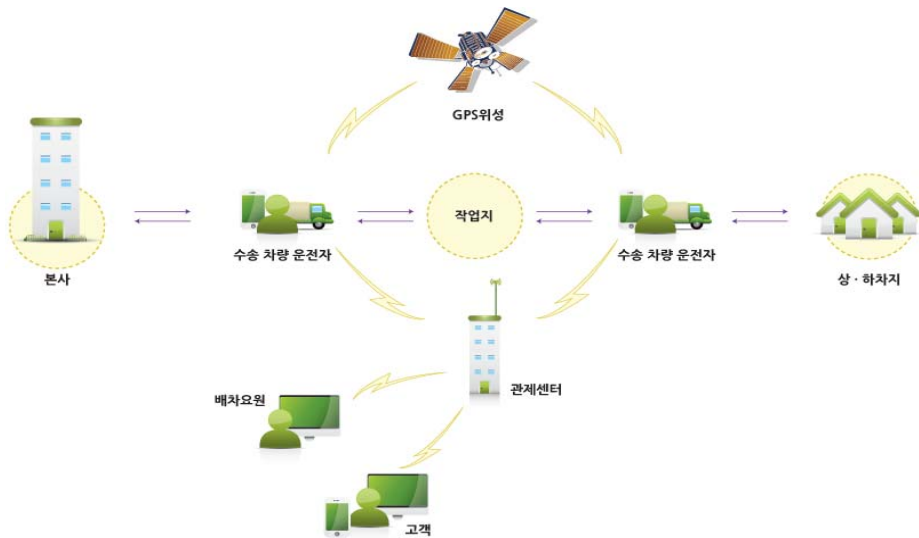
3.3 이동객체 제어 관리 시스템 설계 및 구현

3.3.1 시스템 개발 환경

시스템의 개발 및 수행 환경은 CentOS 기반의 Linux에 Apache, Mysql를 사용하였으며, 개발 언어로는 서버 사이드 구현은 PHP, 클라이언트는 Android 2.2(Froyo) 기반의 스마트 폰을 사용하여 Java로 개발하였다.

3.3.2 시스템 구성도

일반적으로 물류 시스템은 관제센터(서버), 배차요원, 수송 차량 운전자(클라이언트), 고객으로 구



[그림 7] 시스템 구성도

성된다. 배차요원이 고객으로부터 오더가 발생하였을 경우, 관제센터에 관리 시스템에 데이터 입력을 통하여 수송 차량 운전자에게 오더를 배정해준다. 수송 차량 운전자는 관제센터로부터 제공받은 정보를 바탕으로 물류의 수송을 진행하고, 현재 차량의 위치정보와 오더의 진행 상태 정보를 관제센터에 제공하는 역할을 한다. 관제센터는 수송 차량 운전자로부터 제공받은 정보를 바탕으로 물류 수송 차량의 위치를 조회할 수 있으며, 새로운 오더 발생 시 수송 계획을 수립할 수 있다.

[그림 7]은 일반적인 물류 시스템의 구성도를 보여주고 있다. 본 논문에서 제안하는 위치정보 수집 및 보고 방법을 적용하기 위해 관제센터와 수송 차량 운전자 부분을 설계하였다. 본 논문에 필요한 기능만을 반영하여 설계한 시스템 구조는 [그림 8]과 같다.

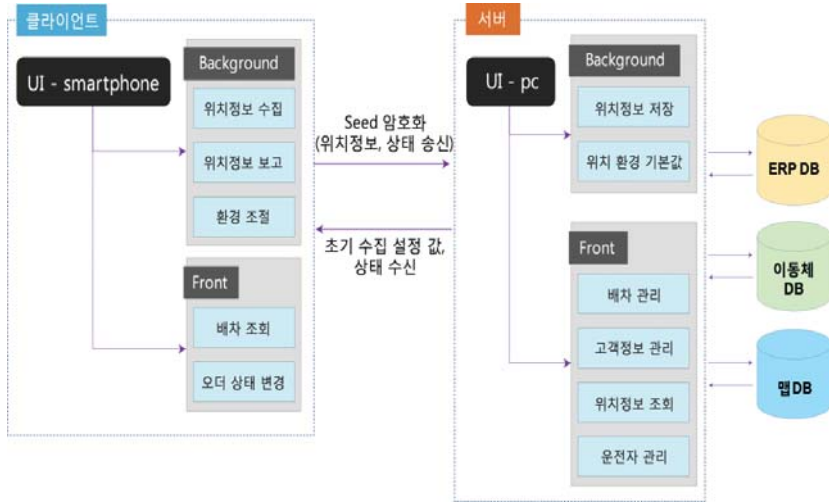
수송 차량 운전자는 자신에게 할당된 배차 오더를 조회하고, 오더의 진행 상태를 관제센터에 보고하며, 위치정보 수집 및 보고 활동은 스마트폰에서 자

체적으로 이루어진다. 관제센터는 수송 차량 운전자에게 위치정보 수집/보고에 관한 정보와 할당된 오더를 제공해주고, 수송 차량 운전자로부터 위치정보와 오더의 상태 정보를 제공받아 이동객체 데이터베이스에 저장한다. 또한 고객과 배차, 수송 차량 운전자를 관리하고, 위치정보를 조회할 수 있다.

3.3.3 관제센터(서버)와 수송 차량 운전자용(클라이언트)

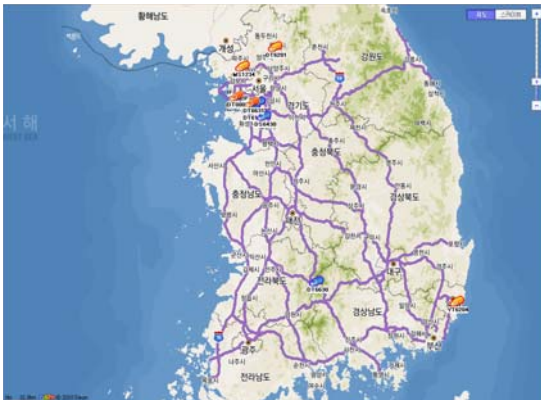
배차요원은 수송 차량 운전자로부터 수집된 위치정보로 차량의 현재 위치뿐만 아니라 오더의 상태정보까지 조회가 가능하다. 이를 통해서 새로운 오더가 발생 시에도 위치정보 조회를 통하여 물류의 운송 계획을 효율적으로 수립할 수 있다. [그림 9]는 관제센터에서 수송 차량의 위치 및 오더 상태를 조회하는 화면으로, 다음 맵을 이용하여 차량의 현재 위치와 오더 상태를 아이콘 화하여 표현하였다.

수송 차량 운전자는 자신의 스마트폰을 이용하여, 배정된 오더를 확인하고, 진행 상황에 따라 오더의 상태를 변경할 수 있다. 또한, 스마트폰에서 계산된



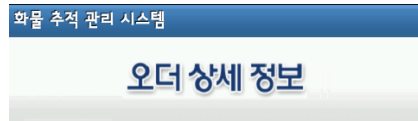
[그림 8] 시스템 구조

보고시간을 기준으로 현재 차량의 위치 및 오더 상태를 관제센터(서버)에 보고한다.



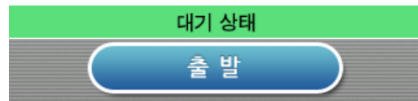
[그림 9] 차량 위치 및 상태 모니터링

[그림 10]은 수송 차량 운전자에게 배정된 오더를 조회하는 화면의 일부분이다. 자신이 할당 받은 오더에 대한 상세 정보를 조회할 수 있으며, 오더의 진행 상황을 메뉴 선택을 통하여서 변경이 가능하다.



오더번호 30100101001
 샤시번호 DT9999
 컨테이너 번호 JUNE2525252
 실번호 JHXHDJDDN
 요청시간 2011-03-16 오후 2:00:00

● **도어지 상세정보**
 작업지 지에스칼텍스주유소
 담당자 김철환
 상차지 (주)선광컨테이너터미널
 하차지 본사CY(인천)



[그림 10] 배차 오더 조회

4. 실험 및 결과

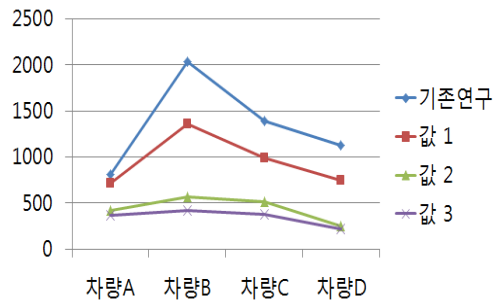
4.1 기존 이동객체 시스템과 비교 실험

비교 실험할 기존 이동객체 시스템으로는 현재 인천시에 위치한 물류수송회사인 D사에서 사용하고 있는 화물위치추적 시스템을 선정하여 비교실험을 진행하였다. 기존의 이동객체 시스템은 60초마다 이동객체의 위치데이터를 서버에 전송하며 서버는 이를 데이터베이스에 모두 저장 기록하는 방식으로 운영되고 있다. 본 논문에는 앞서 제시한 방법을 이용하기 위해 [표 2]과 같이 위치정보 기본 수집 인자를 설정하여 클라이언트에게 제공하였다.

위치정보를 수집하는 조건 중 최대 보고 시간만을 기준으로 설정하였을 경우에 수집되는 정보량은 하루에 360건, 최소 보고 시간만을 기준으로 하였을 경우에는 8,640건이나 된다. 이처럼 하나의 설정 정보만을 가지고, 고정적으로 수집을 하는 것은 위치정보를 수집에 있어서 비효율적이다. 예를 들어, 이동객체는 상황에 따라 교통정체 시에는 정지해있을 수도 있고, 느리게 또는 빠르게 이동할 수도 있으므로 고정적인 수집 및 보고 조건은 적합하지 않다.

그렇기에 논문에서는 수집 인자를 최대, 최소 보고 시간, 동일 구역의 범위를 설정해 주었고, 특정 이벤트(수송)가 진행 중일 경우에는 해당 위치정보를 미리 설정해 주었다.

본 논문에서 제시한 위치획득 방법을 이용하여 수집을 한 경우에 이동객체가 서버에 전송하는 정보의 데이터는 이동객체의 기기ID, 이동객체의 상태, 핸드폰번호, GPS 데이터이며 1회전송시에 약 2KB의 데이터를 전송한다. 이를 통한 이동객체의 1일 정보는 [표 3]과 같으며 이를 그래프로 나타내면 [그림 11]과 같다.



[그림 11] 이동객체(차량)의 1일 위치획득 횟수 비교

[표 4] 위치정보 수집 인자

인 자	값 1	값 2	값 3	비 고
ΔAvgTime	45초	60초	120초	최초 보고 시간 (GPS 콜드 타임)
ΔMaxTime	2분	4분	10분	최대 보고 시간
ΔMinTime	10초	10초	30초	최소 보고 시간
MinDist	100m	200m	500m	최소 경계 범위 (GPS 허용 오차)
EventPosition	위도, 경도			특정 위치 값

[표 5] 이동객체 1일 정보

		차량 A	차량 B	차량 C	차량 D
기존 시스템	위치 획득 횟수	806	2,038	1,388	1,130
	데이터 저장량(KB)	53.04	134.12	91.35	74.37
	전송량(KB)	1,612	4,076	2,776	2,260
	데이터요금(0.5KB / 0.025원)	80.6	203.8	138.8	113
제안 시스템 (값 1)	위치 획득 횟수	718	1364	985	745
	데이터 저장량(KB)	47.51	89.86	64.85	49.08
	전송량(KB)	1439	2730	1970	1491
	데이터요금(0.5KB / 0.025원)	71.9	136.5	98.5	74.55
	데이터 감소율	11%	33%	29%	34%
제안 시스템 (값 2)	위치 획득 횟수	416	570	511	251
	데이터 저장량(KB)	27.38	37.51	33.63	16.52
	전송량(KB)	832	1,140	1,022	502
	데이터요금(0.5KB / 0.025원)	41.6	57	51.1	25.1
	데이터 감소율	49%	72%	64%	78%
제안 시스템 (값 3)	위치 획득 횟수	365	421	381	222
	데이터 저장량(KB)	23.86	26.82	24.66	14.13
	전송량(KB)	730	842	762	444
	데이터요금(0.5KB / 0.025원)	36.5	42.1	38.1	22.2
	데이터 감소율	55%	80%	73%	81%

[표 3]와 [그림 11]의 위치정보 수집인자 별 이동객체의 위치정보 획득 횟수가 값 1을 적용했을 때 약 27% 만큼 값 2는 66%, 값 3에서는 72% 감소함을 보이고 있으며 값 1과 값 2를 적용 시에는 클라이언트에서 전송되는 데이터 량과 DB에 저장되는 데이터의 량 감소폭에 비하여 값 3을 적용 시에는 감소폭이 크게 줄어들며 값 2와 값 3이 큰 차이를 보이지 않았다.

두 시스템의 차이를 분석해 본 결과 특정 구간에서 이동을 하지 않고, 대기하고 있는 경우에도 기존의 시스템에서는 동일한 위치를 고정된 시간 간격으

로 수집하고 있음을 알 수 있었다. 제안 시스템에서는 최소 경계 범위를 사용하여 범위 내 데이터를 동일한 위치로 판단하게 되므로 최초 보고 이후에는 위치정보를 보고하는 시간을 조절하여 정보량을 감소시킬 수 있다.

실제 기존 시스템에서는 차량 A의 경우 목적지에서 이동이 없는 경우에도 89회의 중복 데이터와 실제 이동객체의 위치와의 오차 범위 30미터 이내의 데이터를 보내는 반면 값 2를 적용한 제안 시스템 차량 A에서는 목적지 위치 범위를 이용하여 1회의 목적지 데이터만을 전송하였는데, [그림 12]는 이러

한 상황이 발생한 예를 보여주고 있다. 또한, 위치정보량 감소는 위치정보의 부정확으로 이어질 수 있으므로, 기존 시스템과 제안 시스템의 차량 궤적이 일치하는지를 검증할 필요성이 있어서, 앞서 수집한 차량 A의 위치정보를 이용하여 기존 시스템에 출력되는 궤적을 지도를 통하여 확인하였는데, [그림 13]은 이러한 상황이 발생한 예를 보여주고 있다. [그림 14]는 본 연구에서 제안한 방법으로 수집된 차량 A의 위치정보를 마찬가지로 지도상에 표현한 결과를 보여주고 있다. 두 그림을 비교해 보면 위치정보량 획득 횟수가 줄어들었지만, 지도상에서 두 데이터는 거의 동일한 궤적을 보인다는 것을 알 수가 있다. 즉 차량 A의 경우 기존시스템에서 값 2를 적용한 제안시스템으로의 전환 시 1일 데이터 전송 비용 39원이 절약되며 1달의 경우 약 1170원의 데이터 전송비용이 감소가 예상된다.

고 있다.



[그림 13] 기존 시스템(차량 A) 궤적



[그림 14] 본 연구(차량 A) 궤적



[그림 12] 이동객체(차량)의 범위 궤적

본 연구에서 제안하는 시스템에서는 특정 위치(출발지, 목적지, 작업지)에 접근 또는 벗어났을 경우, 이벤트가 진행 중으로 판단하여 수송 차량 운전자로 하여금 오더의 진행 상태를 선택할 수 있도록 하는 기능을 제공하고 있다. [그림 15]는 수송 차량 운전자가 자신에게 배정된 오더를 진행하던 중 작업지에 도착했을 경우에 발생하는 화면의 일부분을 보여주



[그림 15] 오더 상태 변경 진행

수송 차량 운전자는 오더의 상태를 변경하기 위해서 직접 버튼을 누를 수도 있지만, 시스템에서 자동

[표 6] 성능평가표

	기존 시스템	제안 시스템
위치 정보 수집/보고 방법	고정(시간)	가변(범위, 위치)
데이터 정확도	보통	높음
목적지 정보 활용	×	○ (상태 변경에 이용)

적으로 상태 변경 알림을 통해서 운전자가 변경을 용이하게 할 수 있도록 도와서, 상태의 미 변경으로 부터 예방하고, 운전자로 하여금 불필요한 조작을 최소화할 수 있었다.

[표 4]는 기존 시스템과 본 논문에서 제안하는 시스템의 성능을 개략적으로 비교한 결과를 보여주고 있다. 기존 시스템은 위치정보 수집/보고 방법을 최초에 설정된 시간에 의존했지만, 제안 시스템에서는 이동객체의 이동 상황에 맞게 위치정보 수집/보고를 탄력적으로 조절할 수 있도록 함으로써 데이터 저장량의 감소 및 과다 통신비용을 절감하는 효과를 얻을 수 있다.

5. 결 론

기존 이동객체 관리 시스템에서는 주기적인 시간 또는 거리에 의존하는 수집 및 보고 환경으로 인하여 클라이언트와 서버간의 빈번한 통신으로 시스템의 데이터 처리 부하 및 과다 통신비용 등에 대한 다양한 문제들이 발생하였다. 본 논문에서는 이러한 문제점들을 극복하고자 스마트폰 기반의 지능형 이동객체 제어 기법을 제안하였다.

지능형 이동객체 제어 기법으로 이동객체가 자신의 움직임을 관찰하면서 스스로 위치정보 수집 및 보고 간격을 자동으로 조절할 수 있게 함으로써, 통신 부하와 위치정보의 전송량 조절이 가능해진다. 또한, 특정 위치 또는 상황에서 적절한 행동을 용이하게 할 수 있도록 도와서 상태 미 변경을 예방하고, 사용자로 하여금 불필요한 조작을 최소화할 수 있도록 하였다. 이를 통한 기대 효과로는 위치정보의 정확도가 증가, 통신량 및 비용의 감소, 서버에서 데이터 처리 시 부하를 감소시키고 사용자의 안전성을 향상시킬 수 있다.

본 논문을 통하여 사용자의 위치 및 상태 파악을 효율적으로 할 수 있게 되므로, 사용자는 더 다양한 고부가가치 서비스를 제공받을 수 있을 것으로 기대된다.

앞으로 대용량 스토리지, 고성능 서버를 사용하지 않더라도 이동객체에 대한 대용량 트래픽을 처리할 수 있는 기법과 이동객체의 이동시간, 속도 및 거리에 대한 최적의 설정 값과 이에 따른 성능변화 등을 지속적으로 연구할 계획이다.

6. 참고문헌

- [1] 김민식, 정현준, “휴대폰 산업의 탈추격형 대응 전략,” 정보통신정책, 22권, 1호, pp. 7, 2010.
- [2] 신현호, 강운구, 이병문, “차량정차감지 알고리즘을 이용한 지능형위치인식 모델,” 한국인터넷정보학회, 한국인터넷정보학회, 2011년도 하계학술발표대회, pp. 105-106, 2011.6.
- [3] 박재복, 고광신, 조기환, “교차로 환경에서 Range-based와 Range-free 위치추정기법을 혼합한 개선된 차량위치추적기법,” 대한전자공학회, 전자공학회논문지-CI, 제48권, CI편, 제2호, pp. 106-116, 2011.3.
- [4] 한은영, 최혜옥, “모바일 위치기반 서비스 표준화에 관한 연구,” 한국GIS학회 2003년 춘계 학술대회, 2003.
- [5] 와이즈인포, “LBS 주요 기술 및 서비스 현황,” 전자정보센터(EIC), 2007.
- [6] 방송통신위원회, “LBS 산업육성 및 사회안전망 고도화를 위한 위치정보 이용 활성화 계획(안),” 방송통신위원회정책, 2010.
- [7] 이진열, 박주훈, 안병익, “위치 기반 경보 서비스 및 LBS 플랫폼 기술 동향,” 정보과학회 학회지, 23권, 4호, pp. 75-86, 2005.
- [8] D. Pfoser, C. Jensen, Y. Theodoridis, “Novel Approaches to the Indexing of Moving Object Trajectories,” Proc. 26th International Conference on Very Large Databases, pp. 395-406, 2000.
- [9] R. Cheng, S. Prabhakar, and D. V. Kalashnikov, “Querying Imprecise Data in Moving Object Environments,” Proc. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 16, No. 9, 2004.
- [10] 이준욱, 백옥현, 류근호, “위치 기반 서비스를 위한 이동 객체의 시간 패턴 탐사 기법,” 정보과학회 데이터베이스 논문지, 29권, 5호, pp. 335-346, 2002.
- [11] M. Erwig, R. H. Guting, M. Schneider, M. Vazirgiannis, “Spatio-Temporal Data Types: An Approach to Modeling and Querying Moving Objects in Databases,” Proc. GeoInformatica, Vol. 3, No. 3, pp. 269-296, 1999.
- [12] L. Forlizzi, R. H. Guting, E. Nardelli, M. Schneider, “A Data Model and Data Structures for Moving Objects Databases,” Proc. ACM SIGMOD Conference, pp. 319-330, 2000.
- [13] R. H. Guting, M. H. Bohlen, M. Erwig, C. S. Jensen, N. A. Lorentzos, M. Schneider, M. Vazirgiannis, “A Foundation for Representing and Querying Moving Objects,” Proc. ACM Transactions on Database Systems, Vol. 25, No. 1, pp. 1-42, 2000.



이 영 준

2011년 인천대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)

2012년 - 현재 인천대학원 컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 인터넷 소프트웨어,

웹 표준 및 접근성, 모바일 컴퓨팅



김민수

2010년 인천대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)

2012년 인천대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사)

2012년 - 현재 드림 IT 미디어

S/W 개발부 팀장

관심분야 : 인터넷 소프트웨어, 웹 표준 및 접근성, SNS



채진석

1990년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

1992년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

1998년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

1992년 - 1997년 서울대학교 공학연구소 조교

1997년 - 1998년 한국학술진흥재단 부설 첨단학술정보센터 선임연구원

2006년 - 2007년 미국 California State University San Bernardino 방문교수

1998년 - 현재 인천대학교 컴퓨터공학부 교수

관심분야 : 인터넷 소프트웨어, 웹 표준 및 접근성, 모바일 컴퓨팅



유우식

1986년 서울대학교 산업공학과 졸업(공학사)

1988년 KAIST 산업공학과 졸업(공학석사)

1992년 KAIST 산업공학과

졸업(공학박사)

1992년 - 1996년 금오공과대학교 산업공학과 조교수

1996년 - 현재 인천대학교 산업공학과 교수

관심분야 : 물류정보시스템, CAD/CAM, 제조시스템



이재원

1990년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

1992년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

사)

1998년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

1999년 - 2002년 성신여자대학교 컴퓨터정보학부 초빙교수

2003년 - 현재 성신여자대학교 컴퓨터정보학부 부교수

관심분야 : 전산금융, 자연언어처리, 기계학습