

제주 택시 텔레매틱스 시스템의 구축과 활용

이정훈 | 박경린

제주대학교

요 약

본고에서는 제주 택시 텔레매틱스 시스템에서 제공하는 서비스에 대해 소개하며 이 시스템의 구축과 운영상황을 소개한다. 또 서비스를 고도화하기 위한 플랫폼과 이동이력 데이터의 활용방안에 대해 고찰한다. 제주 택시 텔레매틱스 시스템은 각 차량의 위치를 파악하고 고객의 콜에 대해 가장 가까운 차량을 배차하는 기능을 가지며 대용량 데이터에 대한 고속의 처리 기능을 지원해야 한다. 또 각 차량에서 보고된 위치 정보는 기본적으로 경도, 위도 외에도 속도와 방향에 대한 정보가 포함되므로 링크의 통행속도 산출이나 배차 지점의 분석, 탑승 패턴의 추이, 배차 시간의 분석 등 다양한 부가정보를 산출할 수 있다.

1. 서 론

텔레매틱스(Telematics)는 통신을 의미하는 Telecommunication과 정보를 의미하는 Information이 결합된 용어로서 최근 무선 통신 기술의 발달에 따라 텔레매틱스 시스템의 구성이 용이해지고 있으며 그 응용범위도 점차 확대되고 있다[1]. 텔레매틱스 시스템은 기본적으로 이동성을 가진 객체에 GPS(Global Positioning System) 수신기와 같이 자신의 위치를 파악할 수 있는 기능과 무선 통신 기능

을 가진 텔레매틱스 장치에 기반하여 중앙에서 각 이동객체의 위치를 파악하고 이를 이용한 서비스를 제공하는 기능구조를 갖는다. 텔레매틱스 시스템에서 이동 객체란 사람, 동물, 차량 등이 될 수 있으며 각 객체들의 위치와 이동경로를 실시간으로 파악할 수 있으며 센서를 장착한 이동체의 경우는 자신의 위치와 아울러 센싱 데이터까지 보고할 수 있어서 군사용의 목적으로도 사용할 수 있다.

텔레매틱스 시스템에서의 통신 방법으로는 기본적으로 셀룰라 망에 기반한 음성 통신과 IEEE 802.11 WLAN (Wireless Local Network), DSRC (Dedicated Short Range Communication), Wibro, DMB (Digital Multimedia Broadcast) 등 다양한 데이터 통신 네트워크가 있으며 이 분야 기술에 있어서의 발전 속도는 상당히 비약적이며 향후에도 지속되어 텔레매틱스 시스템에 통합될 것으로 예상된다. 결국, 무선 통신 기술의 발달은 이동 객체에 단말기를 설치하여 이들의 위치를 파악하고 위치에 관련된 정보를 수집하거나 처리하고 위치기반 서비스를 제공할 수 있는 프레임워크를 구축하였다.

최근 텔레매틱스 시스템 분야에서는 ITS (Intelligent Transportation System)의 발전과 더불어 이에 핵심적인 역할을 수행하는 차량 텔레매틱스 시스템이 많은 관심을 끌고 있다. 차량 텔레매틱스 시스템에서 제공할 수 있는 위치기반 서비스는 우선적으로 각 차량의 위치를 파악하는 실시간 트래킹을 기반으로 하여 경로 찾기, 차량 안전 서비스 등이 있으며 위치에 광고 서비스는 많은 비즈니스 모델을 창출할

01_ 본연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음. 04_ (IITA-2008-C1090-0801-0040)

것으로 기대된다[2]. 또 차량내의 텔레매틱스 장치는 차량 내 블랙박스도 동작하여 차량이 이동한 위치들과 속도, 방향 등을 저장할 수 있으므로 운전자의 운전 습관과 패턴 등을 파악하여 차량 보험료 산출에도 이용될 수 있을 뿐 아니라 사고 후 사고의 원인 분석에도 유용한 자료를 제공할 수 있다.

차량 텔레매틱스 시스템은 그 대상 차량에 맞는 서비스를 제공하는데 현재 제주도에서 개발되어 운영중인 택시 텔레매틱스 시스템은 콜 택시에 텔레매틱스 단말기를 부착하며, 단말기는 GPS 수신기를 통해 자신의 위치를 파악하여 관제 서버에게 매분 보고한다[3].

관제 서버는 각 택시들의 위치를 실시간으로 파악하여 고객이 전화나 시내 주요지점에 설치된 핫버튼을 눌렀을 때 그 지점에서 가장 가까운 택시를 배차한다. 이상의 기본적인 배차 서비스 이외에 현재 교통상황을 반영한 경로 배정, 다중 목적지에 대한 방문 플래닝, 개인화 정보를 결합한 경로 추천 등 다양한 서비스가 제공될 수 있으며 안전 운행에 관련된 다양한 응용과 서비스들이 개발되고 테스트될 수 있는 환경을 제공한다.

II. 제주 택시 텔레매틱스 시스템 개요

2.1 사업목적

제주 지역은 텔레매틱스 시범도시로 지정되어 텔레매틱스 서비스를 일반인이 체험할 수 있도록 제반환경을 구축한 바 있다[4]. 이는 국내 텔레매틱스 서비스를 발전시켜 전국적인 서비스로의 확대하며, 일반인들에게 텔레매틱스 서비스 체험의 기회를 제공하고, 이에 따라 텔레매틱스 장치에 대한 수요를 증대시켜 텔레매틱스 산업의 대중화를 위한 기틀을 마련하는데 그 목적을 두고 있다. 관광지라는 제주도의 특성과 일반인들에 대한 대중화라는 목적에 의해 텔레매틱스 장치는 주로 렌터카에 보급되었으며 그 서비스도 주로 관광에 관련된 콘텐츠가 주종을 이루었다.

위 사업에서 축적된 경험과 기술에 바탕하여 제주지역 내 생활형 텔레매틱스의 기반을 구축하고 나아가 전국적인 대국민 서비스로 확대하기 위하여 제주 택시 텔레매틱스 사업

이 수행되었으며 다음과 같은 목적을 가지고 있다[3]. 첫째, 지능형 콜 서비스와 위치기반 광고 서비스 등 다양한 택시 수익 모델을 창출하여 지역 경제 활성화를 기하며, 둘째, 차량 텔레매틱스 분야의 솔루션 개발 및 기술인력 확보, 기술 획득을 통한 경쟁력을 키워 국내외 시장진출을 위한 교두보를 확보하며, 셋째, 긴급 구난 서비스와 문화, 관광, 생활 편의 정보를 제공함으로써 택시 서비스의 대국민 안전 및 복지 정보화 사회를 실현하고, 마지막으로 택시 종합 관리 시스템 등 첨단화된 솔루션을 통해 전근대적 택시 업무의 정보화를 이룬다.

2.2 시스템 구조

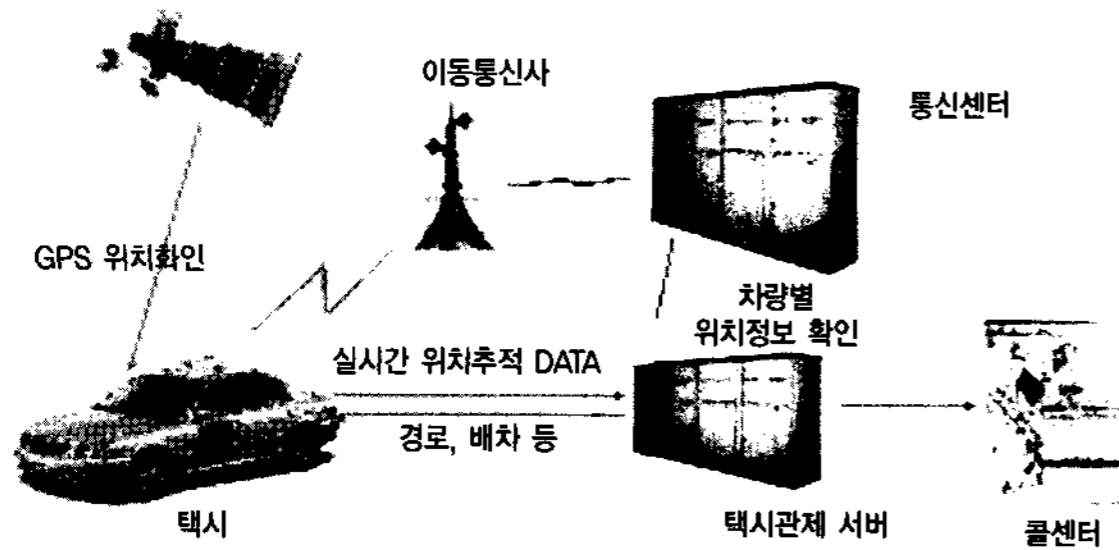
택시 텔레매틱스 시스템의 구조는 (그림 1)과 같다. 각 택시는 텔레매틱스 장치를 탑재하고 있으며 각 텔레매틱스 장치는 기본적인 디지털 맵 이외에 GPS 수신기와 통신 모듈을 포함한다. 또 타코미터와도 연동되어 현재 승객이 탑승한 상태인지 혹은 배차 받고 있는 상태인지를 인지할 수 있다. 결국 차량내의 단말기는 GPS 수신기로부터 추출된 타임스탬프, 경도, 위도, 속도, 방향 등의 필드 이외에 승객탑승여부, 택시 아이디 등에 대한 필드를 부가적으로 수집하여 관제 서버에게 전송할 수 있다.

이 정보는 1분마다 CDMA (Code Division Multiple Access) 망을 통해 관제 서버에게 보고되는데 차량은 무선 셀룰라망 도메인에, 반면 관제서버는 인터넷 도메인에 위치하고 있으므로 통화료를 지불하여야 한다. 본 시스템에서는 통화량에 따르는 통화료가 아닌 월정액제의 요금 체계로 통신사업자와 협상되어 있다.

결국 관제 서버는 텔레매틱스 장치로부터의 주기적인 위치 보고에 의해 각 택시의 위치를 파악할 수 있다. 이 과정에서 고객이 택시를 원하는 경우 콜 센터에 전화를 걸게 되며 콜 센터는 관제 서버와 연동되어 고객의 위치로부터 가장 가까운 택시를 선택하여 배차한다[5].

즉, 콜센터와 운전자간 계속 음성으로 통화를 하여 택시의 위치를 파악하고 배차를 하는 기존의 콜택시 서비스를 자동화하여 고급화할 수 있다. 이와 더불어 단골 회원에 대한 정보를 보관하여 고객에게 보다 편리한 서비스를 제공할 수 있도록 하며 향후 개인의 승차패턴 분석에 의한 맞춤형 개인화 서비스로의 확장도 고려할 수 있다.

본 시스템에서 각 택시가 1분 마다 보고하는 레코드는 <표 1>과 같이 구성되어 있으며 GPS 수신기로부터 읽어들이는 tstamp, x, y, dir, speed 필드와 차량내 단말기가 또다른 장치 인터페이스를 통해 읽어들이는 tid, status 필드 등으로 구성될 수 있다.



(그림 1) 택시텔레매틱스 시스템 구조

<표 1> 레코드들의 필드 구성

필드	타입	설명
tstamp	datetime	시간
tid	char(6)	택시 Id
x	double(11,10)	경도
y	double(11,10)	위도
dir	double(3,2)	방향
speed	double(3,2)	속도
status	int(2)	상태

2.3 운영 결과

본 시스템을 구성하기 위해 2006년 5월부터 12월까지 1차 사업이, 또 2007년 9월부터 12월 까지 2차사업이 진행되었으며 시스템의 개발 및 현장 테스트 그리고 안정화 작업이 진행되었다.

또한 택시 텔레매틱스 사용자의 만족도와 향후 개선하여야 할 점을 도출하기 위해 설문조사를 수행하였다. 이 과정에서 고객 만족도는 개별 전화로 50 표본을 조사하였으며, 기사 만족도는 3차례에 걸쳐 각각 80, 50, 26 표본에 대해 설문지를 통해 콜 시스템의 만족도를 조사하였다.

고객의 만족도 분석결과에 따르면 한 번 이상 본 시스템을 이용해 본 경험이 있는 고객들의 종합만족도에서 만족 이상의 응답이 66%를 차지하였으며 타 시스템과의 비교에서도 만족 이상의 대답이 56%를 차지하였다.

단 시스템 서비스가 개시된지 얼마되지 않았기 때문에 인

지도 측면서는 38%가 택시 텔레매틱스 서비스인지 모르는 상태에서 이용을 한 것으로 조사되었다. 특이한 내용으로는 타 콜택시에 비해 콜센터와 운전자간 음성으로 위치 파악과 배차를 하는 과정이 자동으로 수행되기 때문에 소음이 없어져서 본 시스템이 우수하다고 판단한 경우도 다수를 차지하였다.

이를 분석하면 고객종합 만족도, 타 콜 서비스와의 비교, 택시 사업자 종합 만족도에서 응답자의 만족도가 높아 별도의 보완없이 현 상태를 유지해도 무방하다. 그러나 콜대기 시간, 콜홍보 만족도, 단말기 기능 만족도, 카드 결제 시스템 만족도에 대한 불만 응답이 높아 지속적으로 개선 관리해야 할 분야로 분석된다.

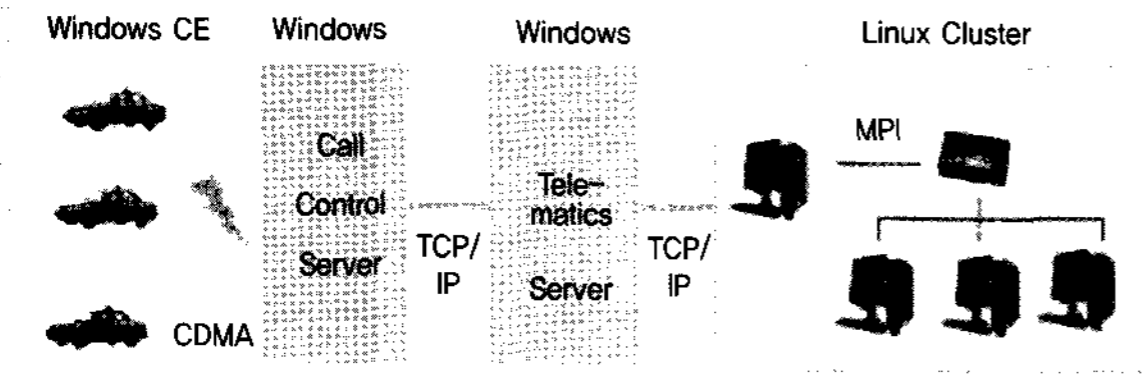
또 시스템의 안정화 단계에서 시스템의 부분 오류 등이 발생하고 갑작스러운 시스템 장애에 대한 신속한 대처가 가능하도록 유지보수팀을 운영하여야 할 필요성이 대두되었다. 또 콜센터 홍보방안이나 수익성 증대를 위한 고급 서비스 확대가 향후에 강구되어야 한다.

III. 시스템의 확장

3.1 서비스 고도화 시스템

택시 텔레매틱스 시스템의 서비스를 확장하기 위하여 (그림 2)와 같은 고도화 시스템이 설계되고 구현되었으며 텔레매틱스 시스템에 향후 결합될 수 있다[6]. 그림에서 보는 바와 같이 관계 센터에 수신되는 모든 레코드가 텔레매틱스 서버 측으로 전달된다. 텔레매틱스 서버는 내부에 제주도의 디지털 맵 뿐만 아니라 도로 네트워크도 포함하고 있으며, 레코드를 받아 제일 먼저 맵 매칭, 즉 레코드에 포함된 경도 위도 좌표가 제주도 도로 상에서 어느 도로에 해당하는지 판단한다. 이 과정은 각 보고에 해당하는 도로를 판단하고 그 도로에 해당하는 속도를 추출하게 되는데 정보는 이동이력 데이터베이스에 저장되어 추후 교통 정보 생성과정에서 사용될 수도 있다.

또 택시에게 현재의 교통상황에 따르는 최적의 경로를 추천할 수 있는데 제주도 도로 네트워크의 경우 교차로에 해당하는 노드는 17000여 개, 교차로와 교차로간 도로에 해당



(그림 2) 택시 텔레매틱스 고도화 시스템

하는 링크의 개수는 25000여 개 이므로 통상적인 Dijkstra 알고리즘을 수행시킨다면 노드를 하나씩 검색하여야 하므로 두 지점간 가장 가까운 거리를 구해내는데 5~20 초 정도의 시간이 소요된다. 이는 사용자가 기다리기엔 너무 긴 시간 이므로 A* 휴리스틱에 의해 비록 완벽한 최소비용 거리는 아니더라도 납득할 만한 수준의 답을 구하는데 이 방식에 의하면 두 지점간 경로가 존재하는 경우 경로 탐색이 즉각적으로 계산된다기. 보통의 네비게이션 시스템에서도 A* 방식을 사용한다. 제주 택시 텔레매틱스 시스템에서 있어서는 실시간 교통 정보 처리 기능이 구현된다면 바로 현재의 교통상황을 고려한 경로 탐색이 지원될 수 있다는 데 그 장점이 있다.

보다 정확한 택시 배차를 하기 위해서는 단순히 유클리디언 거리에 기반하여 고객에게 가장 가까운 택시를 선택하기 보다는 네트워크 거리상, 혹은 택시의 진행방향을 고려하여 가장 짧은 시간에 고객에게 도착할 수 있는 택시를 선택할 수 있다. 즉 지리적으로는 가장 가깝다 하더라도 택시가 먼 길을 돌아서만 호출지점에 도달할 수 있는 경우도 있다. 이러한 문제를 개선하기 위해서는 네트워크 거리상으로 가장 가까운 택시를 배차하여야 한다.

이 기능을 위해 우선, 호출 지점으로부터 반경 10km 이내에 위치한 택시들이 후보들이 되며 각 택시에 해당하는 노드, 즉 교차로들이 목적지가 된다. 다음, 호출지점에 해당하는 노드를 시작으로 하여 너비우선 탐색인 Dijkstra 알고리즘을 수행시킨다. 이때, 이 알고리즘의 각 스캔 과정마다 하나라도 도달 가능한 노드, 즉 택시가 있으면 이를 배차될 택시로 선택한다. 본 기능은 반경 10km 이내의 택시들로 한정하여 수행시간이 지연되는 것을 방지한다.

경로 설정이나 택시 배차에 있어서 택시의 방향성을 고려하여 효율화를 기할 수 있다. GPS 수신기에 의해 택시의 현재 진행 방향을 알 수 있으므로 맵 매칭에 의해 해당 도로를

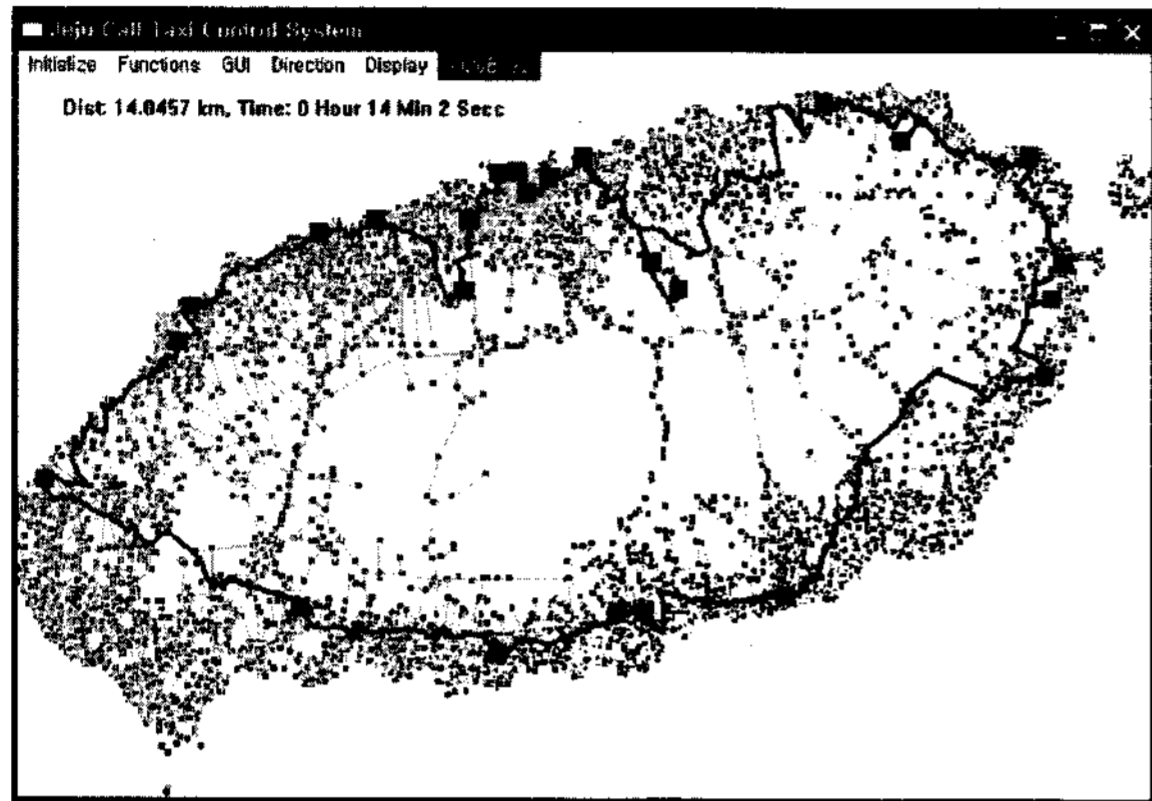
찾아내고 도로의 방향과 GPS 각도를 비교하면 도로내에서 차량의 진행방향을 판단할 수 있고 진행방향으로 도달할 노드를 알 수 있다. 이 노드에서부터 목적지, 혹은 고객의 지점까지 A*를 수행하게 되는데 만약 이 교차로에서 유턴이 가능하다면 지나온 길도 경로 결정시에 포함시켜야 하며 만약 불가능하다면 이 도로의 비용을 무한대로 설정하고 위의 경로탐색 프로그램을 수행시킨다. 경로 설정과 아울러 각 경로에 해당하는 거리를 계산할 수 있으며 이 거리를 현재 링크의 통행속도로 나누어 예상시간을 계산할 수 있다[8].

본 시스템에서 축적되는 데이터는 모든 택시가 하루 종일 운행된다는 가정을 한다면 하루 최대 수백만 개에도 이를 수 있어서 그 양이 막대하다. 또 많은 위치기반 서비스들은 많은 양의 데이터를 처리하고 기하학적 알고리즘을 수행하여야 하기 때문에 그 수행시간이 길어지게 된다. 따라서 보다 질이 높은 서비스를 제공하기 위해서는 병렬 처리가 가능한 플랫폼의 구축이 필요하다. 병렬 처리 플랫폼으로는 듀얼 코어와 같은 다중 CPU 컴퓨터가 이용될 수 있으며 이 경우에는 각 작업을 쓰레드로 분할하여 각 CPU에서 분할하여 수행시킨다.

반면 리눅스 클러스터를 기용하여 분산/병렬처리 플랫폼을 구축할 수 있으며 이 경우에는 MPI (Message Passing Interface)에 의해 프로그램을 작성하여야 한다. (그림 2)에서 보는 바와 같이 텔레매틱스 서버는 리눅스 클러스터와 TCP/IP 프로토콜에 의해 연결되어 서비스를 요청하고 결과를 수신한다.

(그림 3)은 여러 개의 목적지를 방문하고자 할 때 가장 효율적인 방문 순서를 결정하는 문제를 리눅스 클러스터를 사용하여 솔루션을 구축하고 그 수행결과를 화면에 보인 결과이다. 다중 목적지 방문은 TSP (Traveling Salesman Problem) 으로 널리 알려져 있으며 방문 예정 노드의 수를 n 이라할 때 $O(n!)$ 의 복잡도를 갖는 상당한 계산시간이 필요한 문제이다. 이에 대한 효율적인 휴리스틱이 많이 개발되어 공포되고 있으며 소스까지 공개된 경우도 있어서 시스템에 쉽게 결합할 수 있다. Lin-Keringhan 휴리스틱은 그러한 휴리스틱 솔루션 중 하나로서 그 성능과 우수성이 널리 알려져 있다[9]. 그러나 이러한 휴리스틱을 이용하기 위해서는 n 개의 노드간 비용이 알려져 있어야 하므로 n^2 의 A* 수행이 필요하다. 이는 서로 독립적인 문제로서 병렬 수행이 가능

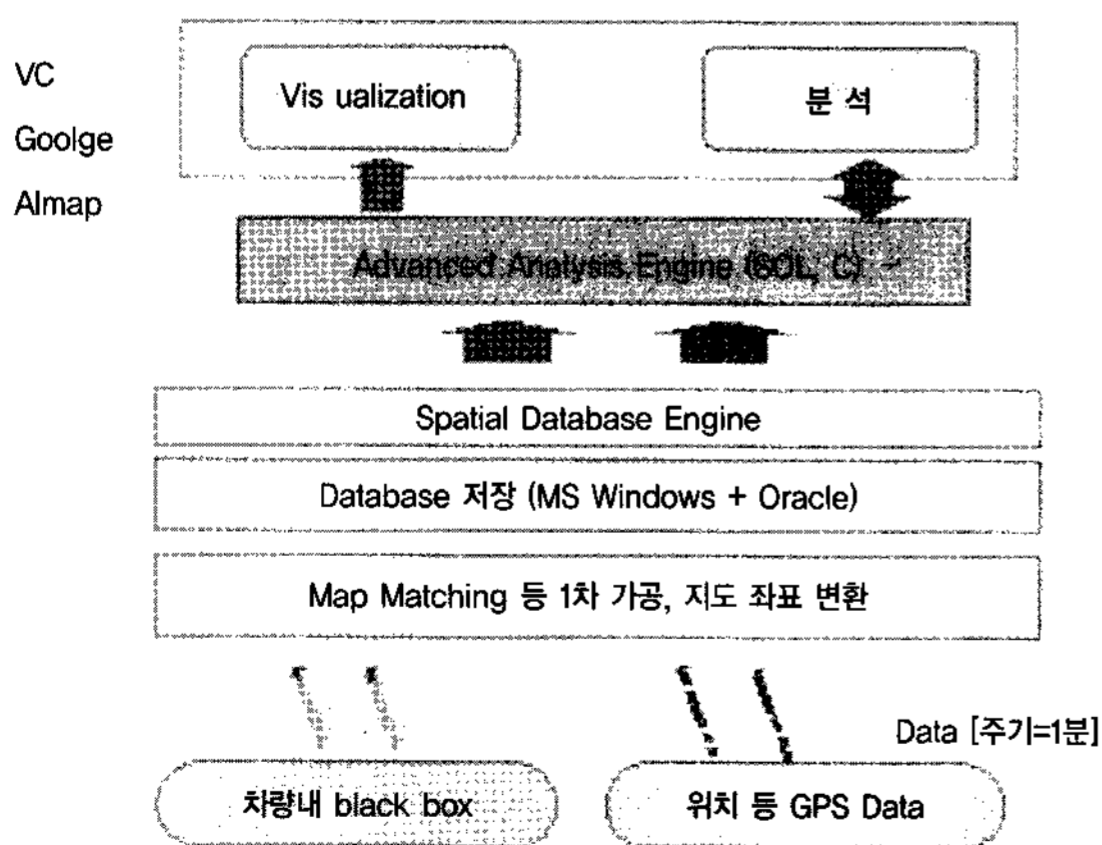
하며 이를 MPI 프로그램화하여 병렬적으로 수행하고 Lin-Kernighan 알고리즘을 수행하면 효율적으로 다중 목적지 결정 문제를 해결할 수 있다.



(그림 3) 다중 목적지 방문 순서 결정

3.2 이동이력 데이터의 활용

택시 텔레매틱스 시스템에서 각 차량으로부터 보고되는 레코드는 교통정보 활용 혹은 택시 영업 등의 측면에서 그 데이터의 효용가치가 높으며 궤적 조회와 유사도 검색에 의한 경로 추천 등 다양한 목적에서 고급서비스를 제공하는데 기초자료로 사용될 수 있다[10]. 이를 위해 택시 텔레매틱스 시스템에서 축적되는 이동이력 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 플랫폼을 (그림 4)와 같이 구성하였으며 이 플랫폼에는 Oracle Spatial 데이터베이스와 ArcSDE가 사용되었



(그림 4) 히스토리 데이터 처리 플랫폼

다[11,12].

각 택시로부터 수신된 레코드에 대해 매칭 링크와 도로상에서의 위치비율을 얻어내고 이를 관계형 테이블로 Oracle 데이터베이스에 저장한다. ArcSDE는 Oracle 상에서 동작하는 공간형 질의의 게이트웨이로 동작하며 다양한 공간 연산을 제공한다. 이 연산결과는 Arc 지도 편집기, 구글 맵, 알맵 등에 가시화될 수 있다.

또한 이동이력 데이터에 기반하여 시간 축에 따르는 각 차량의 위치 변화를 추적할 수 있으며 이는 사고 발생시 사고 원인을 분석하는데 사용될 수 있을 뿐 아니라 시공간적인 질의를 생성하는데 있어서 사용자 인터페이스를 제공한다. 즉 트래킹 과정 중 한 차량을 선택하면 그 차량의 이동 이력이 검색될 수 있으며 특정 영역을 선택하면 그 지역을 지난 차량들의 현재 위치가 표현될 수 있다.

또, 각 레코드에 포함된 속도 정보에 의해 각 해당 링크의 현재 속도를 추출할 수 있다. 주어진 관심 구간을 설정하고 이 구간 내에서 처음으로 보고가 들어온 레코드와 마지막으로 발생한 레코드를 찾아 두 보고의 시간적 공간적 거리를 계산하면 통행 속도에 대한 정보를 추출할 수 있으며 이 데이터에 대해 칼만 필터, 퍼지 등 다양한 추출 기법을 적용할 수 있다[13].

이와 아울러, 택시들의 상태추적에 의해 승객이 많이 탑승한 지점에 대한 공간적 시간적 분포를 구해낼 수 있으며 택시들의 공차율을 줄이기 위해 빈 택시들을 승객들이 기다릴 확률이 높은 지점으로 유도할 수 있다. 현재 이를 위해 연관 지역을 클러스터링하는 방안을 강구하고 있으며 각 클러스터에 대한 승차빈도와 공차율을 구함을 물론 두 변수간의 정규화에 대한 연구를 수행하고 있다.

IV. 결론 및 향후과제

본고에서는 제주택시 텔레매틱스 사업에 있어서 시스템의 구조와 운영 실태에 대해 기술하고 이 시스템의 서비스 확장 방안에 대해 고찰하였다. 택시 텔레매틱스 시스템의 설치 및 운영결과에 대한 설문조사결과 전반적인 만족도를 검증할 수 있었으며 향후 개선하여야 할 점도 도출하였다. 이

와 아울러 텔레매틱스 서비스를 고도화하기 위한 플랫폼과 이에 따르는 다중 목적지 방문순서 결정 서비스를 구현하였다. 또 본 시스템에서 축적되고 있는 각 차량들의 이동이력 데이터를 이용하여 고부가가치의 정보를 생산해내는 기반 구조를 제시하고 교통정보를 추출하고 또 택시의 공차율을 감소시켜 영업이익을 극대화할 수 있는 택시 배치 기법을 연구하고 있다.

● 고 문 헌

[1] [thhp://en.wikipedia.org/wiki/Telematics](http://en.wikipedia.org/wiki/Telematics)

[2] Imamura, M., Kobayashi, K., and Watanabe, K., "Real-time positioning by fusing differential-GPS and local vehicle sensors," SICE Annual Conference, 2003.

[3] 진우컨소시엄, 관광생활 융합형 택시 텔레매틱스 최종 보고서, 2007.

[4] SK 텔레콤컨소시엄, 2차년도 제주텔레매틱스 시범도시 구축사업 완료보고서, 2006. 8.

[5] Liao, Z., "Real-time taxi dispatching using global positioning systems," Communication of the ACM, Vol. 46, 2003, pp. 81-83.

[6] Lee, J., et al., "A telematics service system based on the Linux cluster," LNCS, Vol. 4490, 2007, pp. 660-667.

[7] Goldberg, A., Kaplan, H., and Werneck, R., "Reach for A*: Efficient point-to-point shortest path algorithms," MSR-TR-2005-132, Microsoft Research, 2005.

[8] Lee, S., Lee, B., and Yang, Y., "Estimation of Link Speed Using Pattern Classification of GPS Probe Car Data," ICCSA, 2006, pp. 495-504.

[9] <http://www.tsp.gatech.edu/concorde.html>

[10] Kim, S., et al., "Path prediction of moving objects on road networks through analyzing past trajectories," LNCS, Vol. 4693, 2007, pp. 379-389.

[11] Oracle Application Developer's Guide.

[12] ESRI, Understanding ArcSDE, 2005.

[13] Hariharan, R. Toyama, K., "Project Lachesis: Parsing and

modeling location histories," 3rd International Conference on GIScience, 2004.

약 력



이 정 훈

1988년 서울대학교 학사
 1990년 서울대학교 석사
 1996년 서울대학교 박사
 1997년 ~ 현재 제주대학교 교수
 관심분야: 실시간 통신, 텔레매틱스 네트워크, 위치기반 서비스



박 경 린

1986년 중앙대학교 학사
 1992년 텍사스주립대학교 석사
 1997년 텍사스주립대학교 박사
 관심분야: 병렬 분산 시스템, 모바일 컴퓨팅, 텔레매틱스

