

---

# 하이브리드 기법을 이용한 LBS기반의 유사궤적 추적시스템

## Location-based System for Tracking Similar Trajectories Using Hybrid Method

---

한경복, 권 훈, 이혜선, 곽호영  
제주대학교 컴퓨터공학과

Kyoung-Bok Han(oceanhan@cheju.ac.kr), Hoon Kwon(dreamerz@cheju.ac.kr),  
Hye-Sun Lee(sun11052@cheju.ac.kr), Ho-Young Kwak(kwak@cheju.ac.kr)

---

### 요약

본 연구에서는 소량의 차량 위치정보를 통해 과거의 차량 위치를 추적하고, 운행궤적을 표현할 수 있는 방향각 정보를 이용한 하이브리드 기법을 제안하였다. 제안한 기법의 효율성을 검증하기 위해 다양한 조건 하에서 실제 차량 이동객체를 운행하여 차량 위치정보를 수집하였으며, 수집된 차량 위치정보에서 기존의 시간 간격별 차량 위치정보와 방향각 정보를 이용한 차량 위치정보를 추출하여 비교 분석하였다. 또한, 제안 기법의 효율성을 검증하기 위하여 GPS TrackMaker와 차영상 기법 그리고 일관성 비교, 정량적 비교, 차량 운행거리 비교 등 다양한 방법으로 비교 분석하였다.

■ 중심어 : | 유사궤적 | 이동 객체 | 차량 이력 데이터 | 시공간 데이터베이스 | 시공간 이동 패턴 |

### Abstract

In this paper, the hybrid methods are suggested, which use the direction angle information to present running trajectory and track the past locations through a small amount of vehicle's location information. In order to prove the effectiveness of the new technique suggested here, vehicle's location information are collected by running the vehicles moving objects under various conditions. Using the location informations and direction angle information collected with time intervals, the vehicle's location information is abstracted, compared and analyzed. and I have proved that the suggested techniques are more effective by comparing them with others in various methods such as GPS TrackMaker, difference image techniques, consistency comparison, quantity comparison, vehicle's running distances and so on.

■ keyword : | Similar Trajectory | Moving Object | Vehicle Historical Data | Spatio-Temporal | DataBases | Spatio-Temporal Moving Pattern |

---

## 1. 서론

최근 GPS측위기술과 이동통신기술의 발달로 위치 기반 서비스의 요구가 증대되고 있으며, 이를 위해, 이동객체들의 위치정보를 효율적으로 검색, 저장하기 위

한 이동객체 연구가 이루어지고 있다[1].

특히 이동객체 중 차량 이동객체에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 이는 차량 위치추적 시스템과 지능형 교통시스템, 차량 관리 시스템 등으로 진행 중이다. 그리고 텔레매틱스 산업의 성장으로 물류 및 차

량 관리, 응급 상황, 차량 도난과 같은 상황 발생시 차량의 현재 위치정보를 빠르게 서비스하기 위한 현재 및 미래 위치 색인에 대한 연구가 이루어지고 있다[2].

특히 차량 이동객체는 시간의 변화에 따라 그 위치가 연속적으로 변경되는 특성을 가지므로, 이를 효율적으로 저장 및 관리하기 위한 연구가 필요하게 되었다[3].

이동객체 위치추적을 위한 데이터는 갱신 간격이 매우 짧고 빈번하게 발생하는 일종의 시공간 데이터이며 방대한 크기를 지닌다. 이러한 이유로 지금까지 진행된 대부분의 연구에서는 관리의 효율과 성능의 관점에서 이동객체의 위치 데이터에 정보를 제한적으로 관리하고 있다. 즉, 기존의 차량추적 관련 연구들은 가장 최근에 수신된 이동객체 위치 데이터만을 관리하기 때문에, 데이터베이스에 저장되지 않은 과거 및 미래의 차량 위치 추정이 불가능하다. 그리고 효율적인 차량 위치정보를 추출하기 위한 방법도 제한적이다. 차량 현재 위치정보를 추출하기 위한 방법으로 시간간격 보고에 의한 차량 위치정보만을 추출하고 있는 실정이다.

보고 주기가 짧으면 방대한 차량 이력 데이터가 발생하게 된다. 이는 클라이언트와 서버간의 통신이 빈번함에 따른 서버의 큰 부하를 발생시켜 시스템 효율을 저해하는 요인이 된다.

따라서 위치정보를 간결하게 표현하고 효율적으로 처리하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 방향각과 시간 간격을 이용한 하이브리드 유사궤적 추적 시스템을 제안하였으며, 이를 통해 주기적인 보고에 의한 문제점들을 보완하였다. 또한 적은양의 위치 정보를 이용하여 실시간에 가까운 운행궤적을 표현할 수 있도록 하였다. 그리고 본 연구의 효율성을 입증하기 하기위해 다양한 분석 방법을 제안하여 분석하였다.

본 연구의 전체 구성 및 각 장의 내용은 다음과 같다.

2장은 선형 연구 및 관련 연구로서 주기적인 차량 위치 보고에 따른 차량 검색 시 문제점과 이동객체 관리를 위한 대표적인 응용 시스템에 대하여 기술하였다.

3장에서는 차량 유사궤적 및 이동 시퀀스 추출방법에 대해서 기술하였다.

4장은 제안 기법의 성능 평가를 위해, 실시간 GPS 수

신 차량 위치정보와 시간간격별 차량 위치정보 그리고 제안 기법을 통해 추출된 차량 위치정보들을 비교 분석할 방법을 제시하였다. 제시된 분석 방법을 통해 제안 기법의 효율성을 검증하였다.

끝으로 5장 결론에서는 본 연구의 결과에 대하여 기술하였다.

## II. 관련 연구

차량 위치정보를 관리하기 위한 기존 시스템들의 문제점을 살펴보고자 한다.

### 1. 차량 이력 데이터 관리 시스템

이동객체 관리를 위한 대표적인 응용 시스템 연구에는 DOMINO, CHOROCHRONOS, DEDALE, Battlefield Analysis가 있다. 그러나 이들 방법들은 각기 다음과 같은 단점을 지니고 있다.

DOMINO(Database fOr MovINg Object)는 이동객체의 현재 위치, 속도, 방향정보를 이용하여 미래의 이동 위치를 예측하는 방법에 주로 초점을 맞추고 있다. 따라서 과거 시점을 포함하는 이동객체의 완전한 이동 경로인 궤적(Trajectory)을 관리할 수 없는 단점을 가진다[4][5].

CHOROCHRONOS는 시공간 데이터베이스의 특수한 형태인 이동객체에 관한 연구가 집중적으로 수행되었다. 그러나 이동객체 데이터베이스를 활용한 응용 시스템의 모델 및 개발 사례와 이동객체의 이력 데이터 저장 기법이 제시되지 않고 있다[6][7].

DEDALE 프로토타입은 데이터베이스에 시간의 변화에 따른 이동객체의 이력  $(x, y)$  좌표값이 직접 저장되지 않고, 특정 구간의 궤적을 표현하는 선형 제약 사항(Linear Constraint)의 공식이 저장된다. 이로 인해 빈번하게 이동하는 객체의 실시간 위치 추적을 위한 응용 시스템 개발에는 부적합한 특징을 가진다[8].

Battlefield Analysis는 모의 전장에서 이동하는 부대 및 탱크들의 움직임을 예측하여 이를 의사결정에 활용할 수 있도록 개발된 전장분석 프로토타입이다. 특히,

시공간 이동객체의 연산 결과를 추론 엔진에서 활용하는 새로운 이동객체 추론 모델을 제시하였다. 그러나 이동객체 관리 시스템의 실시간 환경이 고려되지 않았으며, 특정 도메인 지식을 활용한 이동객체의 미래의 위치정보만을 예측하고 있다. 따라서 임의의 과거 및 미래 시점에 대한 모든 위치정보를 제공하지 못하고 있다[9][10].

### III. 차량 유사궤적 및 이동 시퀀스 추출

이 장에서는 GPS에서 연속적으로 수신된 차량 위치 정보에서 차량 유사궤적을 추출하기 위해서 방향각 추출 방법에 대해서 제시하였으며, 추출된 방향각과 차량 위치정보로 유사궤적을 생성하였으며, 이를 하나의 시퀀스를 생성하여 데이터베이스에 저장 관리할 수 있도록 하였다.

#### 1. 차량 유사궤적

차량은 시간 변화에 따라 위치정보가 매 시간마다 갱신되는 시공간 이동객체이므로 방대한 데이터가 발생하고, 이를 처리하기 위해서는 컴퓨터의 많은 자원을 사용하게 되므로, 매 시간 마다 수신되는 차량 위치정보 중 의미 있는 차량 위치정보를 추출하여, 이를 관리하는 방법이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 방향각 정보와 시간간격을 이용한 하이브리드 기법을 제안하였다.

차량은 도로 위를 이동하는 이동객체이므로 도로 조건과 상황에 따라 위치정보가 변경되는 특징을 가지고 있다. 예를 들어, 차량은 직선도로에서 직선으로 이동하고, S자 도로에서는 S자 궤적을 형성하면서 이동해야 한다. 그리고 교차로에서는 좌회전과, 직진, 우회전 등, 도로의 방향에 의해 차량 방향이 결정된다. 따라서 차량 운행궤적이라고 함은 도로 형태들의 집합이라고 할 수 있다. 이를 다시 말하면 차량의 진행 방향각을 변경시키는 요인들의 집합이라고 할 수 있다.

제안기법은 GPS에서 수신된 차량 위치정보를 이용하여 방향각을 추출하고, 방향각이 급격히 변하는 시점

의 차량 위치정보를 저장·관리하는 것이다.

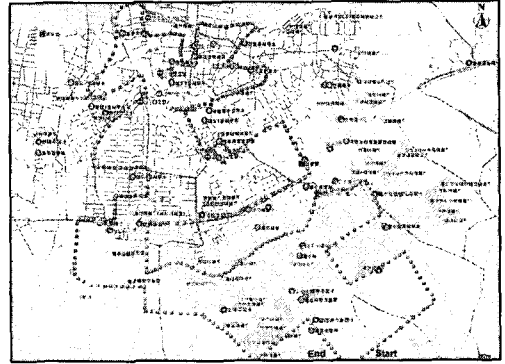


그림 1. 차량 이동 경로

예를 들면, [그림 1]은 차량에 부착된 GPS를 이용하여 Start 지점에서부터 End 지점까지 제주도 지역을 1시간 동안 차량을 운행한 경로이며, GPS수신 간격은 1초이고 처음 이동하기 시작하여 5m이내의 위치정보는 무시하였다. 또한 차량이 신호등 신호대기 및 정차 그리고 러시아워에 따른 정지시 수신된 동일 위치 정보는 한 개의 정보만 남기고 나머지는 삭제하였다.

수신된 차량 위치정보는 약 1900개이고, 이를 각각의 차량 위치정보에서 차량 운행하는 이동 방향각이 변경되는 시점의 위치정보를 추출하여 이를 하나의 차량 이력 시퀀스 정보로 저장 관리하도록 하였다.

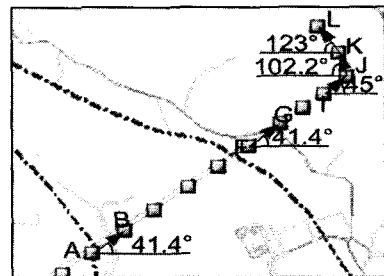


그림 2. 차량 유사 궤적

[그림 2]는 [그림 1]의 일부지역을 추출한 것으로 A 지점에서 L지점까지 차량이 운행 중이라고 하면, 차량이 운행하는 각각의 지점에서 차량 방향각을 추출하였을 때, 급격히 방향각이 변경되는 시점의 차량 위치정보

보를 이용하여 차량 유사궤적을 생성하는 것이다. 예를 들면, A지점에 B지점으로 차량 이동시 추출된 각도는 41.4°이며, I지점까지는 거의 동일한 각도를 갖는다. 하지만 I지점에서 J지점까지는 45°, J지점에서 K지점까지는 102.2°을, 그리고 K지점에서 L지점까지는 123°를 갖으면서 급격히 차량 방향각이 변경되고 있다. 따라서 차량 운행 중 차량 방향각이 급격히 변경되는 시점인 J지점과 K지점의 차량 위치정보 저장하는데 시작지점인 A지점의 차량 위치정보와 J지점, K지점, L지점의 차량 위치정보만을 저장하고 유사한 방향각을 갖는 차량의 위치정보를 제거하였을 경우, 적은 양의 차량 위치정보를 이용하여 차량 운행궤적으로 표현할 수 있다.

## 2. 방향각 추출

차량 운행 중 방향 정보의 변경은 기본적으로 시공간 이동객체인 차량 이동객체의 이동에 따라 이동 방향을 나타내는 각  $\theta$  가 변경되고, 이 각  $\theta$  가 주어진 오차의 범위를 벗어날 경우 이동 정보의 변경으로 보고 명시적 갱신 연산을 수행하는 것이다. [그림 3]에서 점  $P$ 는 차량 이동객체의 이동 위치를 나타내며,  $O$ 는 기준선을,  $\theta$ 는 이동 방향을 나타낸다.  $O$ 의  $X$ 좌표는  $P$ 의  $X$ 좌표이며  $O$ 의  $Y$ 좌표는 기준점의  $Y$ 좌표이다. 각  $\theta$ 는 명시적 갱신이 수행되는 시점에 설정된 기준 각이다. 또한  $\theta_n$ 은 기준선  $O$ (또는  $O_n$ )와 차량 이동객체의 위치  $P_n$  사이의 각을 나타내며  $\theta_1$ 에서  $\theta_4$ 로 변한다고 가정한다. 두 방법 모두 동쪽을  $0^\circ$ 로 한다. 방향 정보의 변화를 판단하는 방법으로 본 연구에서는 두 가지 방법을 사용하였다.

첫 번째 방법은  $n$ 번째 차량 이동 정보의 입력에서 차량 이동객체의 이동 방향을 나타내는 각  $\theta_n$ 은  $n$ 번째 차량 이동 정보의 위치와  $n-1$ 번째 차량 이동 정보의 위치 그리고 기준선  $O_{n-1}$ 이 이루는 각을 구하여 이를 행위 정보에 기록된 방향 정보와 비교하는 것에 의해 이동 방향의 변경 여부를 판단한다. 이 방법에서는 기준선이 동적으로 구해지므로 각각의 차량 이동 정보 입력마다 새로운 기준선  $O_{n-1}$ 의 위치를 계산하는 과정이 필요하다.  $n$ 번째 차량 이동 정보의 이동 방향

을 나타내는 각  $\theta_n$ 은 식(1)로 표현할 수 있다[11].

$$\theta_n = \angle P_n P_{n-1} O_{n-1} \quad (\text{단}, n \geq 1) \quad (1)$$

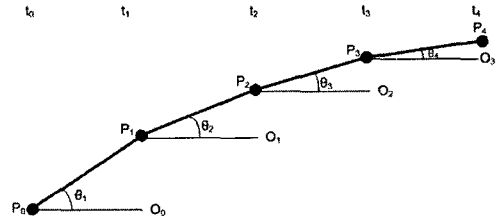


그림 3. 동적 기준선

[그림 3]에서 차량 이동 정보  $P_1$ 이 입력될 때 이동 정보에 기록된 방향 정보인  $\theta$ 와 현재 입력되는 차량 이동 정보의 이동 방향을 나타내는  $\theta_1$ 의 차이를 계산하여 주어진 오차의 범위를 넘으면 이동 정보를 변경한다.  $P_2$  역시  $\theta$ 와  $\theta_2$ 의 차이로 행위 정보 변경 여부를 판단하며 이후는 모두 동일하다.

만일  $P_4$ 의 입력 시점에 이동 정보가 변경되었다고 가정하면, 이동 정보의 위치정보에는  $P_4$ , 방향 정보에는  $\theta_4$ 가 설정된다.

두 번째 방법은 이동 정보의 명시적 수정 연산 수행 시 설정된 시작 위치와 입력된 이동 정보의 위치사이의 각을 기준으로 이동 방향의 변화를 판단한다. 이 방법에서 기준선  $O$ 는 항상 고정적이다.  $n$ 번째 이동 정보의 이동 방향을 나타내는 각  $\theta_n$ 은 식(2)로 표현할 수 있다.

$$\theta_n = \angle P_n P_0 O \quad (\text{단}, n \geq 1) \quad (2)$$

[그림 4]에서 점선은 16방위 중의 한 부분으로 동일한 방향으로 처리되는 각의 범위, 즉, 오차의 범위이다.  $\theta_n$ 은  $P_n$ 의 이동 방향을 나타낸다.

[그림 4]에서는 이동 방향을 나타내는 각  $\theta_4$ 가 오차의 범위를 벗어나는 시점인  $t_4$ 의 입력에서 이동 정보의 변경이 발생한다. 이때 이동 정보의 위치정보에는

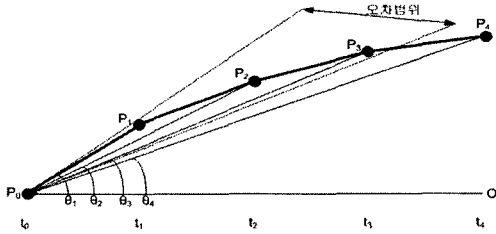


그림 4. 고정 기준선

[그림 4]에서는 이동 방향을 나타내는 각  $\theta_n$  가 오차의 범위를 벗어나는 시점인  $t_n$ 의 입력에서 이동 정보의 변경이 발생한다. 이때 이동 정보의 위치정보에는  $P_n$ 의 위치가 방향 정보에는  $t_n$ 가 위치하는 영역을 나타내는 방위의 대표 값이 설정된다.

두 가지 방법 모두 각각의 이동 정보 입력에서 시공간 이동객체의 이동 방향을 나타내는  $\theta_n$ 을 구해야 한다. 그러나  $\theta_n$ 을 이루는 세 점의 특성은 두 방법에 차이가 있다.  $\theta_n$ 은  $\angle P_1 P_2 P_3$ 라고 하면, 첫 번째 방법은  $P_1, P_2, P_3$  모두가 계속적으로 변경된다. 즉, 이들 세 점을 구하기 위한 추가적인 연산이 필요하다. 반면에 두 번째 방법은  $P_2$ 와  $P_3$ 는 고정적이며  $P_1$ 만을 구하면 되므로 첫 번째 방법보다 추가적인 연산이 적다. 두 방법에서 행위 정보로 기록되는 방향 정보의 값을 살펴보면 첫 번째 방법에서는 특정 크기의  $\theta$ 을 가지며 오차의 크기는 응용 프로그램에서 정의되고, 두 번째 방법은 해당 방위별 대표 값이 저장된다. 두 방법은 응용의 특성에 따라 선택 가능하다.

[그림 5]는 차량 이동 정보 추출 알고리즘을 나타낸 것이다. 데이터베이스에 저장된 차량 위치정보를 검색하여 선분과 각도를 추출하여 차량 이동 정보를 표현하였다.

유사궤적은 차량 이동객체의 궤적을 이루는 각각의 움직임들을 단일 속성인 실제 각도(0~360)로 표현하고, 사용자 궤적  $Q = (q_1, q_2, \dots, q_M)$ 을 추출하였다.

차량 이동객체의 궤적  $T$ 을 구성하는 움직임 요소 ( $t[i]$ )에 대해서 [그림 6]과 같이 방향 정보와 거리 정보를 이용하여 모델링 하였다.

```

public boolean AngleAbstraction(int ID, int x, int y){
    DBmanager dm = new DBmanager();
    /* Base Location */
    int baseX = dm.getBaseX(ID);
    int baseY = dm.getBaseY(ID);
    /* Current Location */
    int currentX = x;
    int currentY = y;

    /* Get Length of current to base */
    int line1 = this.getLength(baseX, baseY, currentX, currentY);

    /*Get Length of base line */
    int line2 = this.getLength(baseX, baseY, currentX, baseY);

    /*Get each angles */
    int currentAngle = this.GetAngle(line1, line);
    int baseAngle = dm.getBaseAngle(ID);
    int diff = abs(currentAngle - baseAngle)
    /* Compare */
    if(diff > dm.getBaseOrError(KD))
        return true
    else
        return False
}
    
```

그림 5. 차량 이동 행위 정보 추출 알고리즘

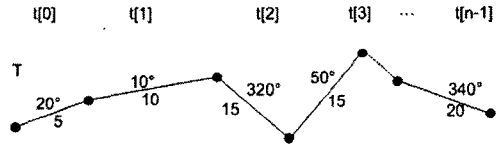


그림 6. 차량 이동 객체의 궤적 T

주어진 차량 이동객체의 궤적 정보에서 움직임 정보를 위해 방향 정보만을 추출하여 방향 궤적을 식(3)에서 처럼  $T_{ang}$ 을 구성하였다.

$$T_{ang} = \{a_i | i = 0, \dots, n-1\}, n = |T_{ang}| \quad (3)$$

여기서,  $a_i$ 는 방향 궤적  $T_{ang}$ 을 구성하는  $i$ 번째 움직임 요소의 방향 정보를 나타내며 실제 각도[0, 360]을 이용하여 표현하였다.  $n(=|T_{ang}|)$ 은 궤적을 구성하는 움직임의 수를 의미한다. 궤적을 구성하는 임의의 움직임 요소  $a_i$ 와  $a_{i-1}$ 에 대해서 ADF(Angle Difference Function)함수를 이용하여 두 움직임 요소 사이의 각도의 차(Angle Difference : AD)를 식(4)에 의해서 계산하였다.

$$AD_i = ADF(a_i, a_{i+1}), i = 0, \dots, n-2 \quad (4)$$

## IV. 분석 방법 및 성능 평가

### 1. 분석 방법

이 절에서는 성능을 평가하기 위한 분석 방법과 전제 조건 그리고 성능평가 기준을 작성하였다.

분석을 위해서 다음과 같이 네 가지 방법으로 측정하였다.

첫 번째, 차량 운행궤적의 유사성(類似性) 측정이다. 이는 실시간으로 도로를 주행한 차량 운행궤적과 시간 간격, 방향각 유사궤적, 방향각과 시간간격을 혼합한 하이브리드(Hybrid) 궤적을 비교 분석하여 실시간 차량 운행궤적과 어느 정도 정확한 궤적을 표현하는지를 측정하는 것이다.

두 번째, 차량 운행궤적의 일관성(一貫性) 측정이다. 동일한 조건하에서 동일한 구간을 운행한 차량은 동일한 차량 운행궤적을 표현해야 한다. 예를 들어, 처음 1분 시간간격을 갖고 운행한 차량 운행궤적과 두 번째 1분 시간간격을 갖고 운행한 차량은 동일한 운행궤적을 표현해야 한다.

세 번째, 정량적 분석이다. 실시간으로 운행한 차량 위치정보량(파일 크기와 레코드 수)과 비교 분석하여 성능을 평가하였다.

네 번째, 효율성을 평가하였다.

위의 네 가지 방법을 이용하여 실시간 차량에 대한 데이터와 시간 간격에 의한 데이터, 방향각 별 데이터 그리고 하이브리드에 의한 데이터를 비교 분석하였다.

### 2. 분석 환경과 조건

이 절에서는 비교 분석을 위해 분석 환경과 조건을 제시하였다.

분석 환경은 실제 도로 주행 시 제주시 도로 상황을 그대로 반영하기 위해 도심 속 도로 및 주택가 골목길, 도시 외곽도로를 운행하였으며, 차량 운행 시 도로 교통 상황을 그대로 반영하여 차량 위치정보를 수집하였다. 또한 교통량에 따른 분석이 필요하기 때문에 아침, 저녁 러시아워(Rush hours) 시간대의 차량 위치정보도 수집하였다.

분석 조건은 분석 비교할 정보 수집에 따른 조건으로

첫 번째, 차량 운행 경로 선택은 차량 운전자가 주관적인 성향이 포함이 되어있지만 제주시 도로 상황에 맞게 직선 도로와 곡선 도로 그리고 정체 구간, 골목길 등 다양한 상황을 바탕으로 경로를 설정하였다.

두 번째, 실시간 차량 위치정보는 동일한 경로를 반복 운행하였으며, 차량 운행 중 신호 대기 및 주·정차 시 차량 위치정보는 제거하였다. 이는 동일한 차량 위치정보가 계속해서 입력으로 인한 시스템 가용성을 떨어뜨리기 때문이다.

세 번째, 비교군인 시간간격별 차량 위치정보는 실시간 차량 위치정보에서 시간간격 별로 추출하였다. 시간간격은 1분, 2분, 3분, 4분, 5분으로 설정하였다.

네 번째, 방향각에서 사용된 방향각 차는 10°, 20°, 30°로 설정하였다.

다섯 번째, 시간간격과 방향각을 이용한 하이브리드 차량 위치정보 추출은 1분 시간간격과 방향각 10°와 20°를 이용하였다.

### 3. 분석 시스템구성과 도구

차량 위치정보를 추출하기 위한 시스템 구성은 GPS 신호를 수신할 수 있는 GPS안테나와 수신된 GPS신호를 기록, 분석할 수 있는 노트북 PC가 사용되었다.

GPS안테나는 (주)네비우스사의 NSA-U3, 차량 운행 궤적을 표현하기 위하여 알맵 2.0 Deluxe을 사용하였다.

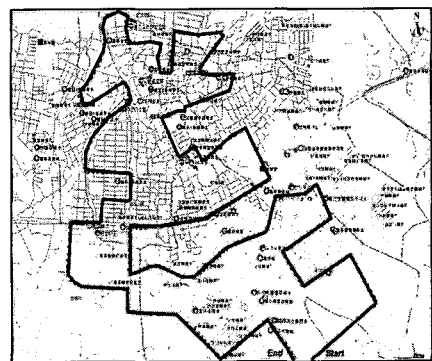


그림 7. 차량 운행 궤적

[그림 7]은 [그림 1]의 사각형 점들을 선분으로 표시하여 차량 운행궤적을 표현한 것이다.

차량 위치정보(경·위도 좌표값)와 차량 운행궤적 분석을 위하여 GPS TrackMaker[12]를 사용하였다.

이 밖에 추출된 차량 궤적을 비교하기 위해 차영상 기법과 유사궤적 방향각 추출을 위해 Java j2sdk를 사용하였으며, 추출한 차량 유사궤적 위치정보를 저장할 데이터베이스 Oracle 9i가 사용되었다.

#### 4. 실험과 분석

##### 4.1 차량 운행궤적 추출

차량 운행궤적의 위치정보는 GPS TrackMaker를 사용하여 실시간으로 GPS수신기를 통해 수집하였으며, [표 1]과 같이 운행하였다.

[표 1]을 보면 운행 거리에 따라 파일 크기와 레코드 수가 증가하는 것을 볼 수 있다.

[표 1]에서 3차 차량 운행 시간을 보면 아침 러시아워 시간대인 5차 차량 운행 시간보다 684초가 더 지연되는 것을 볼 수 있다. 이는 약 11분 정도 차량 지체현상이 일어나는 것으로 저녁 러시아워 시간이 더 지체되는 경향을 보였다.

[표 1]에 따른 5차례의 차량 운행궤적은 [그림 8]에서 보여지는바와 같이 모두 동일하며, 운행 궤적은 1:250m 축적으로 표현하였다.

표 1. 차량위치정보추출을 위한 차량운행데이터

횟수	1차	2차	3차	4차	5차
시작시간	14:48:05	13:12:40	19:08:13	07:19:06	08:08:43
종료시간	15:41:26	14:05:04	20:14:13	08:07:10	09:03:19
운행 시간(초)	3,201	3,164	3,960	2,884	3,276
운행 거리(km)	22,664	22,986	22,791	22,567	22,761
평균속도(km/h)	25.5	26.3	20.7	28.2	25.0
파일 용량(kb)	131	167	148	124	136
레코드 수	1,885	2,399	2,142	1,754	1,912

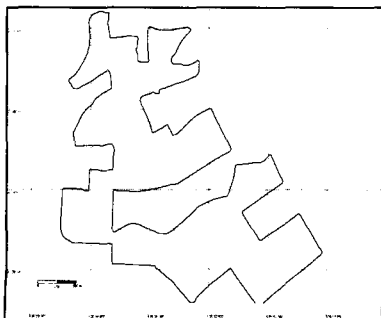


그림 8. 차량 운행 궤적

##### 4.2 시간간격별 차량 운행궤적 추출

시간 간격은 실시간으로 획득한 위치정보에서 1분, 2분, 3분, 4분, 5분 간격으로 위치정보를 추출하였으며, 되도록 시간 간격을 유지할 수 있도록 하였다. 비록 실시간으로 GPS에서 차량 위치정보를 수집하였지만 GPS 수신 불량 지역과 차량 신호대기 및 주·정차 시 위치정보는 저장되지 않았기 때문에 정확한 시간 간격을 지킬 수 없다.

[그림 9]는 시간 간격별 차량 운행궤적을 나타낸 것이다.

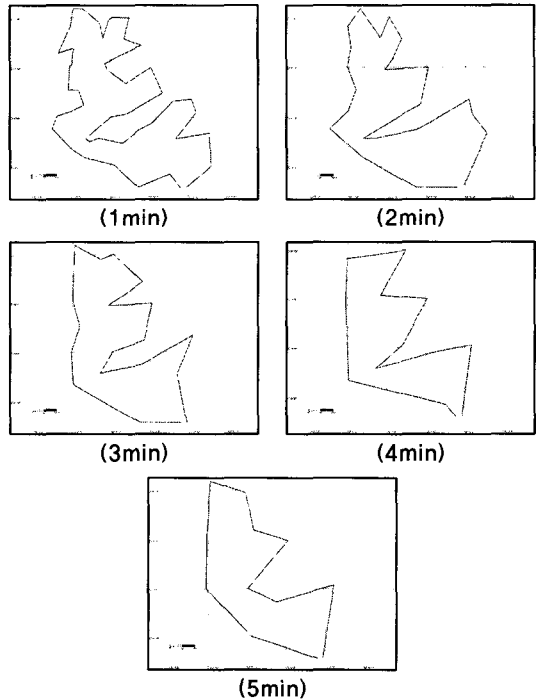


그림 9. 시간간격별 운행궤적

##### 4.3 방향각 정보에 의한 차량 운행궤적 추출

방향각 차 범위가 벗어나는 차량 위치정보를 저장하고 이를 차량 운행 궤적으로 추출하였으며, 방향각 차 범위는 각각 10°, 20°, 30°로 설정하여 각각의 차량 운행 궤적을 표현 하였다.

[그림 10]은 실시간으로 측정된 차량 운행궤적에서 방향각 정보로 추출한 차량 운행궤적을 나타낸 것이다.

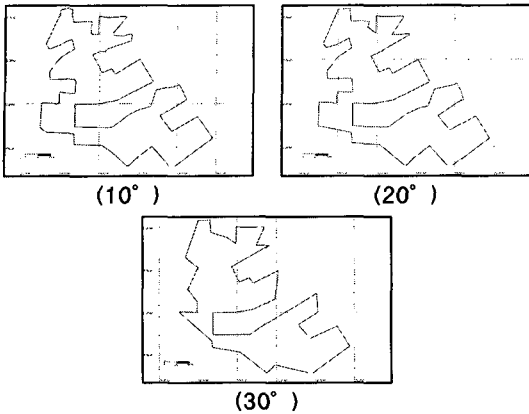


그림 10. 각도별 유사궤적

4.4 하이브리드에 의한 차량 운행궤적 추출

하이브리드 방법은 시간간격과 방향각 운행궤적보다 더 정확한 차량 운행궤적을 표현하고자, 시간간격과 방향각 유사궤적기법을 혼합하여 차량 운행궤적을 추출하였다. 추출할 하이브리드 궤적은 방향각 10°와 시간간격 1분 그리고 방향각 20°와 시간간격 1분으로 정하였다.

[그림 11]은 방향각 10°와 시간간격 1분을 병합하여 1차부터 5차까지 차량 운행궤적을 추출하여 표현하였다.

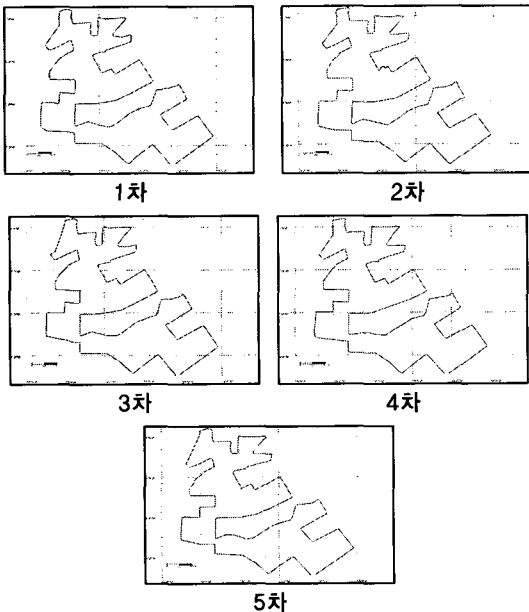


그림 11. 하이브리드 궤적(방향각 10° + 시간간격 1분)

4.5 유사성 비교

실시간 차량 운행궤적과 방향각 유사궤적, 그리고 하이브리드 유사궤적을 GPS TrackMaker와 차영상 기법을 통하여 차량 운행궤적의 유사성을 비교 분석하였다.

4.5.1 실시간과 시간간격별 차량운행궤적

[그림 12]는 1차 실시간과 시간간격별 차량운행궤적을 비교한 것으로 실시간과 시간간격(1min)운행궤적은 어느 정도 궤적의 일치성을 보이지만 시간간격이 클 수록 실시간 운행궤적과 다른 운행궤적을 보이고 있다.

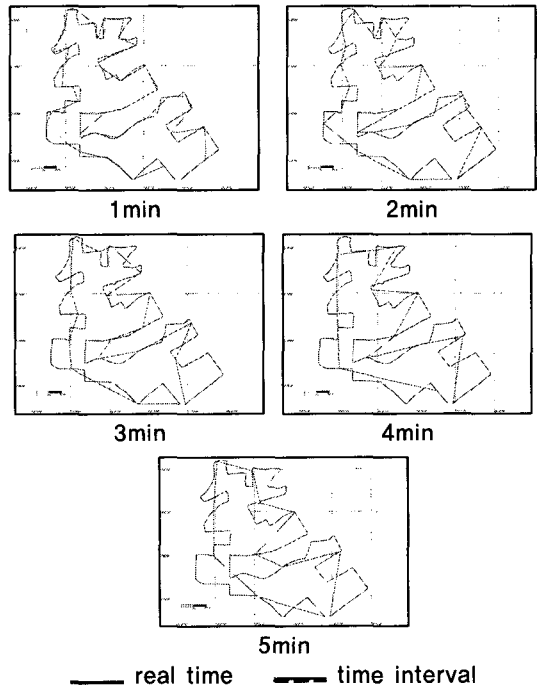


그림 12. 실시간 운행궤적과 시간간격 운행궤적

4.5.2 실시간 차량 운행 궤적과 방향각 유사궤적

실시간 차량 운행 궤적과 방향각 10°, 20°, 30° 유사궤적을 각 운행 차수 별로 비교하여 유사성 정도를 표현하였다.

[그림 13]은 실시간 운행궤적과 유사궤적 10°에서 30°까지 시각적으로 비교한 화면으로 방향각 10°범위에서 실시간 운행 궤적과 거의 일치하는 모습을 보였고, 방향각 범위가 커질수록 유사성이 많이 떨어지는 것을 보이고 있다.



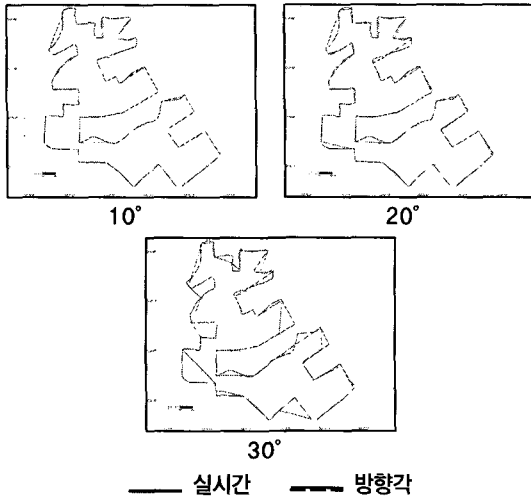
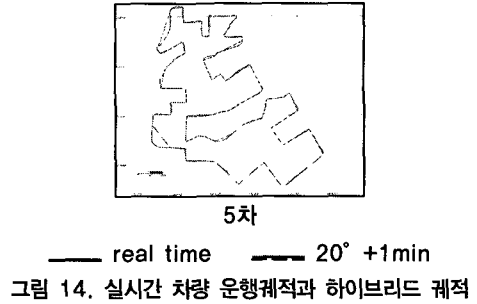
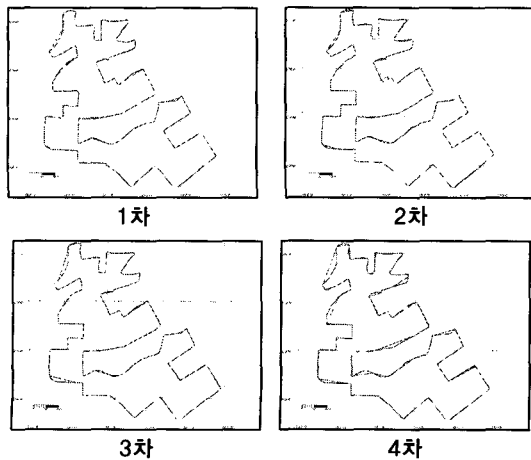


그림 13. 실시간운행궤적과 방향각 유사궤적

4.5.3 실시간 차량 운행궤적과 하이브리드 유사궤적  
하이브리드 유사궤적은 방향각 10°와 시간간격 1분, 방향각 20°와 시간간격 1분으로 추출하였다.

실시간 차량 운행궤적과 하이브리드 유사궤적을 시각적으로 비교한 바 하이브리드 유사궤적(방향각 10°+1분)은 실시간 차량 운행궤적과 거의 동일한 운행 궤적을 보였다.

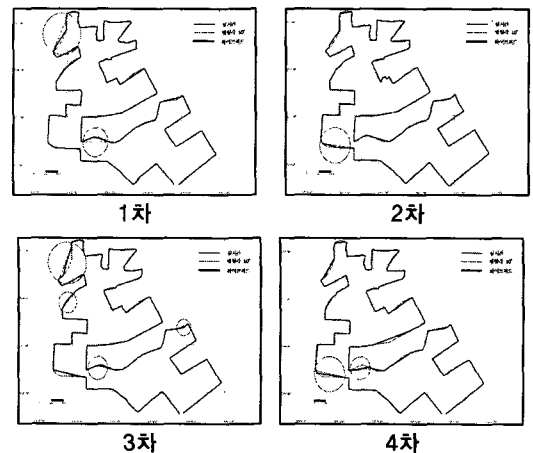
[그림 14]는 실시간 차량 운행궤적과 하이브리드 유사궤적(방향각 20°+1분)을 시각적으로 비교한 화면으로, 실시간 운행궤적과 약간의 차이를 보이지만 실시간 운행궤적과 비슷한 궤적을 보였다.

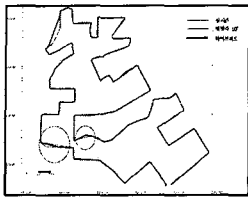


4.5.4 실시간, 방향각, 하이브리드 유사궤적 비교  
세 기법의 비교는 소량의 위치정보로 실시간에 가까운 운행궤적을 표현할 수 있는 기법을 찾기 위함이다. 비교 방법은 각 차별로 실시간과 방향각 10° 그리고 하이브리드 유사궤적(방향각 10°+1분)을 시각적으로 비교하였다. 또한 실시간과 방향각 10° 그리고 하이브리드 유사궤적(방향각 20°+1분), 실시간과 방향각 20° 그리고 하이브리드 유사궤적(방향각 20°+1분)을 각각 비교하였다.

[그림 15]는 실시간 운행궤적과 방향각 10° 그리고 하이브리드 유사궤적(방향각 10°+1분)을 표현한 화면이다.

[그림 15]에서 원(○)으로 되어있는 부분에서 방향각 유사궤적과 하이브리드 유사궤적이 약간의 차이를 보이고 나머지 궤적에서는 동일한 궤적을 표현하고 있다.





5차

그림 15. 궤적 비교(하이브리드 : 방향각10° + 1분)

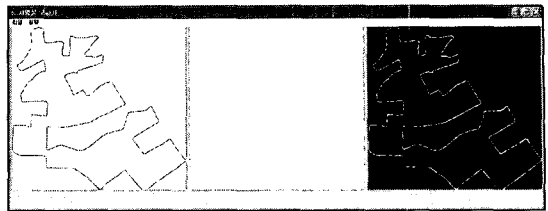


그림 16. 기준 차영상 추출

4.6 차영상 비교

차영상(Difference image) 기법은 두 개의 이미지를 이진화시켜 두 이미지의 차를 비교 분석하여 동일한 이미지인지를 판단하는 기법으로 본 연구에서는 차량 운행궤적의 유사성을 이미지 화소수를 비교 분석하여 측정하였다. 즉, 두 이미지의 궤적 선분이 겹쳐지는 부분은 블랙화소(Black pixel)로 표현되고, 겹쳐지지 않는 부분은 화이트화소(White pixel)로 표현되도록 하였다.

기준치를 만들기 위해 처음 실시간 차량 운행궤적과 동일한 크기의 화이트 이미지를 만들어 차영상 기법을 통하여 이미지 차를 비교하여 블랙 화소와 화이트화소수를 기준치로 삼았다.

기준치 이미지 화소의 블랙화소와 화이트화소를 설정하여 각각의 비교군들과 비교하였다.

이미지 크기는 400x376으로 화소수는 150,400개이다.

[그림 16]은 1차 기준치 차영상을 구하기 위한 차영상 실행화면이다.

[그림 17]은 실시간 차량 운행궤적과 시간 간격 1분인 차량 운행궤적을 차영상으로 비교한 화면으로 화이트화소가 많아진 것을 시각적으로 확인할 수 있었다.

[표 2]는 실시간 차량 운행궤적, 시간간격별 운행궤적, 방향각 유사궤적 그리고 하이브리드 유사궤적을 차영상 비교를 통한 블랙화소 및 화이트화소를 비교한 표로써 방향각 10°에서 가장 작은 화이트화소수를 나타내며 또한 방향각 20°, 30°에서는 시간간격별 화이트화소수보다 감소하는 것을 볼 수 있다. 또한 하이브리드 유사궤적에서도 방향각 유사궤적보다 더 많은 블랙화소수를 볼 수 있다.

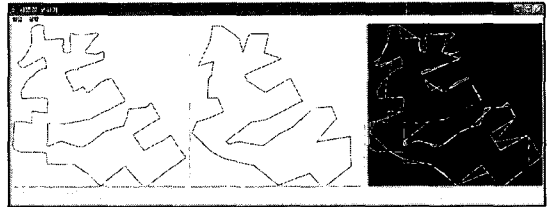


그림 17. 시간간격 차영상 추출(1분)

표 2. 차량운행궤적에 따른 화소수 비교

시간간격									
1분		2분		3분		4분		5분	
B	W	B	W	B	W	B	W	B	W
144,255	6,145	144,063	6,337	144,148	6,252	144,166	6,234	144,383	6,017
유사궤적									
10°			20°			30°			실시간
B	W	B	W	B	W	B	W		
146,961	3,439	145,646	4,754	144,653	5,747				
하이브리드 궤적								실시간	
10°+1분			20°+1분						
B	W	B	W	B	W				
147,222	3,178	146,186	4,214	146,306	4,094				

(B : Black, W : White)

표 3. 차량 운행에 따른 정략적 비교

구분	시간간격					
	1초	1분	2분	3분	4분	5분
파일크기(kb)	133	3.76	1.98	1.49	1.20	0.99
레코드수	1,870	51	26	19	15	12
구분	유사궤적			하이브리드		
	10°	20°	30°	10°+1	20°+1	
파일크기(kb)	25.05	12.49	6.59	27.47	14.62	
레코드수	351	174	91	385	206	
운행거리	22.664km	운행시간	3.201초	평균속도	25.5km/h	

4.7 차량운행궤적의 정량적 비교

차량 운행 궤적 정량적 비교는 실시간 차량 운행 시 수신된 차량 위치정보량과 시간간격별 생성된 차량 위치 정보량 그리고 방향각과 하이브리드기법을 통해 생성된 차량 위치정보량을 정량적 비교를 통하여 제안한 하이브리드기법의 효율성을 제시하였다.

[표 3]은 1차 차량 운행에 따라 생성된 정보량을 요약한 것이다.

4.8 일관성 비교

차량 운행궤적은 동일한 경로를 운행했을 경우에는 동일한 운행 궤적을 그려야 한다. 즉 일관성 비교는 매 측정할 때 마다 동일한 운행궤적을 그릴 수 있는지를 알아보는 것이다.

시간간격 차량 운행궤적은 시시각각으로 변하는 도로상황과 교통상황에 따라 전혀 다른 운행 궤적을 그린다. 하지만 본 연구에서 제안한 방향각과 시간간격을 이용한 하이브리드 기법과 방향각은 동일한 경로를 운행했을 경우에는 동일한 궤적을 그리는 것을 볼 수 있었다.

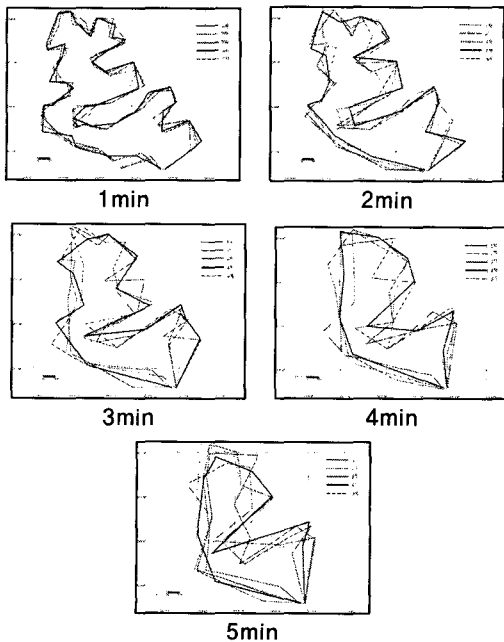


그림 18. 시간간격 차량 운행궤적의 일관성 비교

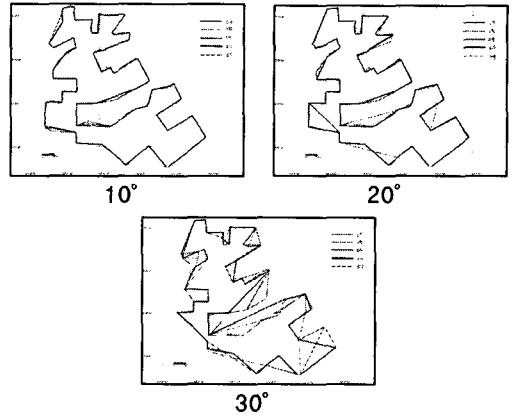


그림 19. 방향각 유사궤적의 일관성 비교

일관성을 비교하기 위해 1차부터 5차까지의 각 시간 간격 운행궤적을 시각적으로 표현하여 방향각과 하이브리드 기법의 일관성이 우수함을 보였다.

[그림 18]은 1차부터 5차까지의 각 시간간격별 차량 운행궤적을 표현한 화면으로 시각적으로 일관성을 비교·분석하였다.

비교화면을 보면 각 시간간격별 일관성을 보면 매번 다른 운행궤적을 그리는 것을 볼 수 있었다.

[그림 19]는 방향각 10°, 20°, 30°의 유사궤적 일관성을 비교한 화면으로, [그림 19]의 방향각 10°를 보면 거의 동일한 운행 궤적을 그리고 있어 일관성이 매우 높은 것으로 나타나고 있다. [그림 19]의 방향각 20°, 30°은 방향각 10° 보다는 다소 일관성이 떨어지지만 거의 동일한 운행궤적을 보이고 있다.

[그림 20]은 하이브리드 유사궤적의 일관성을 보인 것으로 방향각 10°와 마찬가지로 하이브리드 유사궤적(방향각 10°+1분)은 높은 일관성을 시각적으로 보였으며, 하이브리드 유사궤적(방향각 20°+1분)은 다소 일관성이 떨어지지만 방향각 20°, 30°보다는 일관성이 다소 높게 보이고 있다.

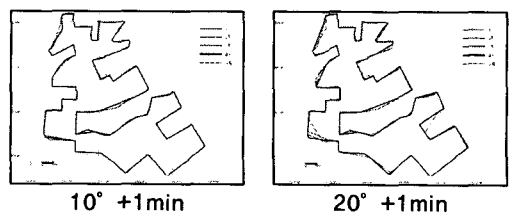


그림 20. 하이브리드 궤적의 일관성비교

4.9 운행 거리 비교

[표 4]는 실시간, 시간간격, 방향각, 하이브리드의 운행거리를 정리한 표이다..

[표 4]의 실시간 운행거리와 방향각 유사궤적의 운행 거리를 보면 400m에서 500m 정도의 적은 차이를 보이고 있다. 하지만 1분 시간간격의 차량 운행 거리의 차이를 비교하였을 경우 약 4~5km정도의 차이를 보이고 있다.

하이브리드의 운행거리도 거의 실시간에 가까운 차량 운행거리를 보이고 방향각 차량 운행거리보다 더 실시간에 가깝다.

표 4. 차량 운행거리 (unit : km)

구분	1차	2차	3차	4차	5차
실시간	22.664	22.986	22.791	22.567	22.582
1분	18.462	18.389	18.984	18.665	18.573
2분	14.716	15.344	16.98	15.782	17.321
3분	13.918	13.833	15.505	14.158	13.823
4분	12.76	12.017	12.626	11.775	12.623
5분	11.252	11.512	12.45	11.779	11.628
방향각 10°	22.19	22.565	22.276	22.151	22.194
방향각 20°	21.716	21.383	21.671	21.766	21.587
방향각 30°	18.785	18.431	18.942	19.905	19.905
하이브리드(방향각10°+1분)	22.279	22.582	22.355	22.190	22.257
하이브리드(방향각20°+1분)	21.934	21.98	22.015	21.871	21.849

V. 결론

본 연구에서는 제안 기법의 효율성 검증을 위해 다양한 도로교통조건 하에서 차량을 운행하였고, 그에 따른 차량 위치정보를 실시간으로 추출하였다. 또한 차량 이동객체에 GPS장비를 탑재하여 실제 도로 주행한 차량 운행 위치정보와 제안한 기법으로 추출한 차량 위치정보를 비교 분석할 분석 방법에 대해 제시하였다.

제시된 다양한 방법으로 제안기법의 성능을 비교·분석한 결과 다음과 같은 결과를 도출하였다.

제안 기법으로 차량 운행 위치정보를 추출하였을 경우, GPS로부터 수신된 실시간 차량 위치정보를 그대로 저장하는 것 보다 약 80% 정도 저장 공간을 절약할 수 있었다.

또한, 차량 운행 궤적을 표현함에 있어 시간간격 차량 운행궤적보다 실시간 운행궤적에 가까운 운행궤적

을 표현할 수 있었다.

차량 운행궤적 일관성 비교에서 시간간격 차량 운행 궤적은 도로 여건과 교통상황에 따라 차량 운행궤적이 매번 달라지는 것을 볼 수 있었으며, 방향각 차량 운행 궤적은 시간간격 기법보다 일관성이 있음을 보였다. 또한, 방향각 기법과 시간간격을 혼합한 하이브리드 기법은 차량 운행궤적을 표현함에 있어 방향각 기법보다 더 실시간 운행궤적에 가까운 운행궤적을 표현하였다. 그리고 일관성 표현에 있어서도 방향각 운행궤적 보다 높은 일관성을 보였고, 차량 운행거리 비교에서도 실시간에 가까운 운행거리를 보였다. 하지만, 정량적 분석인 파일 크기와 레코드 수는 방향각 기법보다 다소 많다는 것을 보였다.

참고 문헌

- [1] 안성, 안경환, 배태욱, 홍봉희, “이동체 데이터베이스에서 도로 네트워크를 이용한 불확실 위치데이터의 질의처리”, 한국정보과학회 논문지 D - 데이터베이스, Vol.33, No.3, pp.0283-0298, 2006.
- [2] S. Saltenis, C. S. Jensen, S. Leutenegger, and M. Lopez, “Indexing the Positions of Continuously Moving Objects,” Proc. of the ACM SIGMOD Conference, pp.331-342, 2000.
- [3] 안윤애, 김동호, 류근호, “차량위치 추적을 위한 이동 객체 관리 시스템의 설계”, 정보처리학회논문지D, 제9-D권, 제5호, 2002.
- [4] O. Wolfson, B. Xu, S. Chamberlain, and L. Jiang, “Moving Objects Databases : Issues and Solutions,” Proc. of the 10th International Conference on Scientific and Statistical Database Management, SSDBM'98, Capri, Italy, pp.111-122, 1998.
- [5] P. Sistla, O. Wolfson, S. Chamberlain, and S. Dao, “Querying the Uncertain Position of Moving Object,” Springer Verlag Lecture Notes in Computer Science, No.1399, pp.310-337, 1998.
- [6] S. Saltenis, C. S. Jensen, S. Leutenegger, and M.

Lopez, "Indexing the Positions of Continuously Moving Objects," Proc. of the ACM SIGMOD Conference, pp.331-342, 2000.

[7] D. Pfoser and N. Tryfona, "Fuzziness and Uncertainty in Spatiotemporal Applications," Chorochronos Technical Report, CH-00-4, Feb. 2000.

[8] S. Grumbach, P. Rigaux, M. Scholl, and L. Segoufin, *The Design and Implementation of DEDALE*, 1999.

[9] I. B. Oh, Y. A. Ahn, E. J. Lee, K. H. Ryu, and H. G. Kim, "Prediction of Uncertain Moving Object Location," Proc. of International Conference on East-Asian Language Processing and Internet Information Technology, EALPIT'02, pp.51-58, Jan. 2002.

[10] S. S. Park, Y. A. Ahn, and K. H. Ryn, "Moving Objects Spatiotemporal Reasoning Model for Battlefield Analysis," Proc. of Military, Government and Aerospace Simulation part of ASTC'01, pp.108-113, 2001.

[11] 한경복, 광호영, "효율적인 차량 이력 데이터 저장을 위한 유사 궤적 저장 기법", 한국콘텐츠학회논문지, 제6권, 제1호, pp.114-125, 2006(1).

[12] <http://www.gpstm.com>

저자 소개

한 경 복(Kyoung-Bok Han)

정회원



- 1994년 2월 : 제주대학교 해양학과(이학사)
- 2000년 2월 : 제주대학교 정보공학과(공학석사)
- 2006년 8월 : 제주대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

• 2001년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 시간강사  
 <관심분야> : 객체지향 프로그래밍, GIS, LBS

권 훈(Hoon Kwon)

정회원

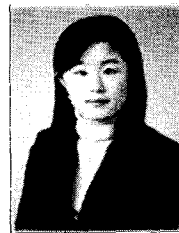


- 2003년 8월 : 제주대학교 해양생물공학과 (이학사)
- 2005년 8월 : 제주대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 컴퓨터공학과 (박사과정)

• 2005년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 시간강사  
 <관심분야> : XML, 유비쿼터스, 센서 네트워크, GIS, RFID

이 혜 선(Hye-Sun Lee)

준회원



- 2005년 2월 : 한국교육개발원 (공학사)
  - 2006년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
- <관심분야> : 시맨틱 웹, LMS, e-Learning, Ajax

광 호 영(Ho-Young Kwak)

정회원



- 1983년 2월 : 홍익대학교 전자계산학과 (이학사)
- 1985년 2월 : 홍익대학교 전자계산학과 (이학석사)
- 1991년 2월 : 홍익대학교 전자계산학과 (이학박사)

• 1990년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 컴퓨터공학부 교수  
 <관심분야> : 객체지향 프로그래밍, Web 응용