텔레매틱스 단말기의 CDMA 통신을 이용한 위치 관리 시스템

김진덕* · 최진오** · 문상호** · 이상욱***

Location Management System using CDMA Communications of Telematics Terminals

Jin-Deog Kim* · Jin-Oh Choi** · Sang-Ho Moon** · Sang-Wook Lee***

요 약

대규모 영업용 차량의 텔레매틱스 단말기를 활용하여 효과적으로 위치 데이터를 획득하고 관리하면 이동 중인 차량의 관제 및 전체 도로 교통 흐름 정보를 추출할 수 있는 기반이 된다. 기존의 공간 색인에 관한 연구는 효율적인 검색 방법을 제시하였지만 텔레매틱스 단말기와 같은 객체를 다루는 이동체 데이터베이스에서는 질의처리의 효율성보다 이동 객체 최신 위치를 획득, 저장하는 것이 더 중요하다. 그러므로 보다 정확한 현재 위치 정보를 제공해야 하는 이동체 DB를 위해서는 병렬 처리 시스템의 도입이 필요하다.

이 논문에서는 텔레매틱스 단말기의 CDMA 통신을 이용한 위치관리 시스템을 제안한다. 구체적으로 다중 처리기를 이용하여 모바일 객체를 공간 색인하는 시스템을 제안하며, 데이터베이스의 변경 연산을 최소화하기 위해 이동객체의 특성을 이용한 버켓 분할 기법을 제안한다. 그리고 처리기 간의 메시지 전송량을 줄이기 위한 데이터 획득 방법 및 버켓 경계 정보 전송 방법을 제안한다.

ABSTRACT

If the location information of a great number of cars kept for business with telematics terminals is acquired and managed efficiently, this information forms the foundation for controlling cars and traffic flows. The studies on the pure spatial indices have focused on the efficient retrievals. However, the acquisition and management of the terminal location of moving objects are more important than the efficiency of the query processing in the moving object databases. Therefore, it will be need to adopt parallel processing system for the moving object databases which should maintain the object's current location as precise as possible.

This paper proposes a location management system using CDMA communications of telematics terminals. More precisely, we propose a architecture of spatial indexing mobile objects using multiple processors, and also newly propose a method of splitting buckets using the properties of moving objects in order to minimize the number of database updates. We also propose a acquisition method for gathering the location information of moving objects and passing the information of the bucket extents in order to reduce the amount of passed messages between processors.

키워드

텔레매틱스, 이동 객체, 다중 처리, 메시지 통신

*동의대학교 컴퓨터공학과
**부산외국어대학교 컴퓨터공학과
***경상대학교 정보통신공학과
접수일자 2004. 10. 12

Ⅰ. 서 론

텔레매틱스(Telematics), LBS(Location Based System), ITS(Intelligent Transportation System)는 이동 객체의 위치 파악 기술과 양방향 통신이 가능한 시스템을 이용하여 정보 단말을 통해 유용한 정보 및 서비스를 다양하게 제공하기 위한 종합적인 정보 서비스를 의미한다. 그리고 최근 텔레매틱스는 기존에 단순히 응급 구난 서비스 중심으로 제공되던 서비스 개념에서 LBS(Location Based Service, 위치기반 서비스) 등 무선 인터넷의 개념을 도입한 이동통신 부가가치 서비스로 새롭게 정의되고 있다. 또한 교통의 효율화와 물류비용의 절감을 목표로 하는 ITS는 서로 다른 서비스 영역으로 구분되어 왔으나, 위치 정보 제공이라는 응용을 매개체로 서비스간의 경계가 점차 희미해지고 있으며 하나의 서비스로의 통합 필요성을 제기하고 있다. 그 중심에는 CDMA 통신을 기반으로 하는 텔레매틱스와 같은 이동 단말기의 위치 정보를 효과적으로 획득하고 관리하며, 질의의 빠른 응답을 위한 위치 관리 기법이 있다.

특히, 대규모 영업용 차량의 텔레매틱스 단말기를 활용하여 효과적으로 위치 데이터를 획득하고 관리하면 이동 중인 차량의 관제 및 전체 도로 교통 흐름 정보를 추출할 수 있는 기반이 된다.

이동 데이터베이스가 기존의 GIS 데이터베이스와 다른 점은 GIS는 등고선, 호수, 가옥과 같은 정적인 지형도를 DB로 저장하는 반면에 이동체 데이터베이스는 지속적으로 이동하는 이동체의 위치를 계속 갱신해야 하는 동적인 데이터베이스라는 것이다. 예를 들어 10 만개의 이동체가 있고, 100 초마다 위치 데이터를 갱신한다고 할 때 초당 1000번의 위치 데이터를 갱신해야 한다.

이와 같이 이동 객체는 대용량이면서 동시에 잦은 위치 정보 변경이 발생한다. 그렇지만 이동 객체의 위치 이동이 있을 때마다 공간 색인의 변경에 그대로 변경되어서는 안 되며, 아울러 가장 최근의 위치 정보를 보관해야 한다는 두 가지 조건을 모두 만족하여야 한다[1,8]. 이를 위해서는 위치 데이터의 갱신 연산을 효율적으로 수행하는 다차원 공간 색인 기술이 매우 중요하다.

그러나 지금까지의 공간 색인에 관한 연구는 주로 정적인 객체에 대한 색인 기법을 제시하고 빠른 검색을 지원하기 위한 연구에 치중되어 왔다. 최근 이동 객체를 위한 공간 색인을 제시되고 있지만 다중 처리기를 이용하여 절대적인 처리 시간을 줄이고자 하는 연구는 거의 없다.

이 논문에서는 IS-95C CDMA 통신 모듈과 GPS를 내장한 텔레매틱스 단말기의 가장 최근 위치 정보를 제공하기 위해 다중 처리기를 이용하여 모바일 객체를 공간 색인하는 시스템을 제안한다. 구체적으로 이동 객체의 위치 이동에 따른 데이터베이스의 변경 연산을 최소화하기 위해 이동객체의 특성을 이용한 버켓 분할 기법을 제안한다. 이는 이동체의 움직임 특성을 파악하여 위치변경에도 불구하고 색인 재구성이 불필요한 경우에는 변경 연산을 수행하는 않는 방법을 택하는 것이다. 이를 위해 버켓 모양 변형과 같은 방법을 이용한다. 그리고 병렬 처리 환경에서 처리기 간의 메시지 전송량을 줄이기 위한 데이터 획득 방법을 제안하고 각각의 종 프로세서에 이동 객체를 부 그룹으로 할당하는 기준을 제시한다.

이 논문의 연구는 최근 활성화되고 있는 텔레매틱스를 이용한 교통 정보 수집 및 데이터의 가공을 위해서 연산의 횟수를 줄여 빠르고도 가장 최근의 위치 정보를 획득하고 관리할 수 있는 기반 기술이 되며, 이를 바탕으로 실시간 교통정보를 이용한 최적 경로 탐색, 과거의 궤적 및 과거 영역 질의보다는 현재의 위치를 중시하는 맞춤형 광고, PUSH&PULL형 LBS 및 텔레매틱스 응용에 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 이동 객체의 공간 색인 및 데이터 획득에 관한 관련 연구에 대해 알아보고, 제 3장에서는 이동체의 관리를 위한 병렬 처리 시스템의 구조와 데이터의 통신 방식 및 이동체의 특성을 고려한 새로운 공간 색인 기법을 제안하며, 각각의 종(Slave) 처리기에서의 데이터 획득 방법 및 버켓 관리 기법을 설명한다. 그리고 제 4장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. 관련연구

지금까지 이동 객체와 관련된 연구에는 효과적인 시공간 데이터의 저장, 데이터의 모델링 및 빠른 접근을 위한 시공간 색인 등에 대하여 집중적으로 연구되어져 왔으며, 위치 정보의 획득에 관한 연구는 상대적으로 부족하다. 앞으로는 대용량의 이동체의 위치정보를 획득할 때 최소의 시간과 통신 부하를 기록하는 방법론이 필요하다. 지금까지 주로 연구된 이동체를 위한 공간 색인에 관한 연구는 다음과 같다.

위치 정보를 수식으로 표현하는 방법[2], 이동 객체의 과거 이력 정보를 검색하기 위한 궤적으로 표현하는 방법[3,4,5], 미래의 위치를 표현하고 검색하기 위한 방법[6], 데이터베이스 변경횟수를 줄이기 위한 방법[7,9] 등으로 나누어진다.

관련 연구 [6,10]은 이동체를 시간에 대한 선형 함수로 표현하는 색인구조인 TPR-Tree를 제시하였

다. 관련연구 [7]은 R-tree에서의 빈번한 변경연산을 Bottom-up 방식으로 전환하였으며, 지역화된 연산 및 동시성을 제공한다.

관련연구 [9]는 이동객체의 데이터베이스 변경 횟수를 줄이기 위한 방안을 제시하였지만 객체의 움직임을 단위 사각형으로 제안하여 보다 많은 비교 횟수가 요구되며, 다중 처리의 구체적인 방안이 제시되지 않았다.

III. 이동체의 관리를 위한 병렬 시스템

3.1 다중 처리기 기반 시스템 구조

그림 1은 이 논문에서 적용하는 텔레매틱스 관제 시스템을 나타낸 것으로서 GPS 모듈을 내장한 텔레매틱스 단말기가 각각의 영업용 차량에 탑재되어 운행되고 있다. 그림 1의 관제 서버는 GPS를 가진 택시의 텔레매틱스 단말기로부터 CDMA 통신 및 TCP/IP 과정을 거쳐 CDMA 교환국에 이른다. 그 뒤 각각의 종 프로세서가 관리하고 있는 객체의 위치 정보를 획득한다. 그 뒤 주 프로세서는 종 프로세서는 유기적으로 교신하며 데이터베이스 및 색인의 관리를 담당하게 된다.

그림 1에서 점선은 텔레매틱스 단말기와 각 종 프로세서간의 통신 과정을 나타내는 것으로서 이를 보다 자세히 도식화하면 그림 2와 같다.

단말기와 서버와의 통신은 최초 차량 시동시 각각의 텔레매틱스 단말기는 세션을 일정기간(10-15초정도) 유지하여 최초의 위치 보고를 수행하며, 차량에 장착된 단말기에서 무선모뎀을 통하여 일정주기로 통신서버에게 GPS데이터를 송신하며, 통신서버는 각 차량에게서 온 GPS 데이터를 데이터베이스서버에 전송 및 로그로 남긴다.

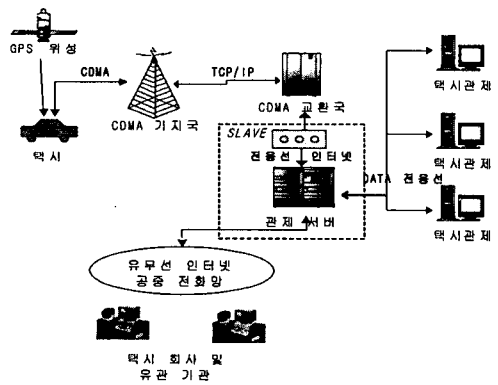

그림 1. 텔레매틱스 관제 시스템
Fig. 1 Telematics Control System

그림 2는 이 논문에서 제안하는 다중 처리기 기반 위치 정보 관리 시스템을 도식화한 것이다. 이동객체는 대규모이며, 위치 정보가 동적으로 변하며 그 변화폭 또한 매우 크기 때문에 본 논문에서는 다중 처리기를 도입하여 여러 개의 종(Slave) 프로세서가 각 이동 객체의 움직임을 주시하며 변화된 값을 관리한다.

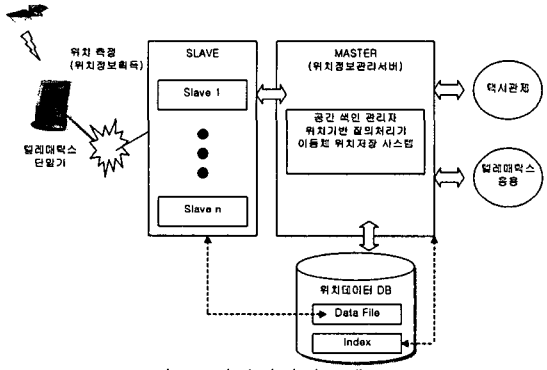

그림 2. 위치관리시스템 구조
Fig. 2 Location Management System Architecture

그림 3은 위치 측정부를 보다 자세히 살펴본 것으로서 각 종 프로세서마다 관리하는 이동객체 그룹이 주기적인 위치 보고를 할 때마다 위치 데이터 DB의 데이터 파일 내에서 현재 위치를 기록하고 난 뒤, 그림 4와 같이 주 프로세서에서 일괄적으로 관리하는 공간 색인에 대한 변경 작업을 수행할지 여부를 결정하여 선택적인 색인 변경작업을 수행하도록 한다. 이러한 선택적인 색인 변경은 다수의 이동객체를 보다 빨리 색인화하는 중요한 기법이다. 이 논문에서는 이동된 후의 객체 위치가 현재 버켓의 경계선을 벗어나지 않으면 공간 색인의 포인터 값을 변경시키지 않는다.

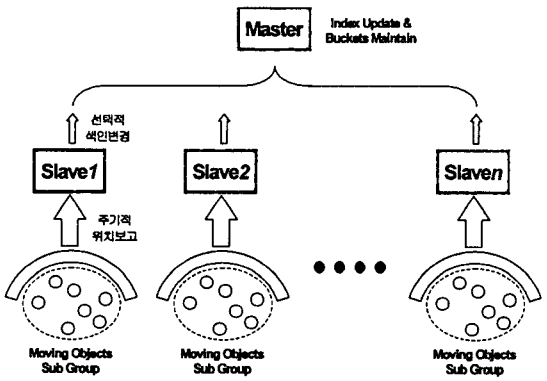

그림 3. 종 프로세서의 위치 획득
Fig. 3 Location Acquisition in Slave Processors

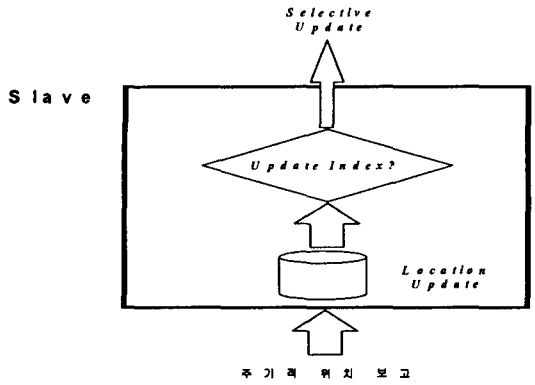

그림 4. 선택적인 색인 변경
Fig. 4 Selective Update of Index

각 단말기의 현재 위치를 보고할 때 클라이언트가 서버에 송신하는 데이터의 포맷은 표 1과 같다. 그림 5는 택시 차량에 부착된 GPS 내장형 텔레매틱스 단말기의 액정 화면을 나타낸 것이다. 화면 하단에 GPS의 수신상태, CDMA의 수신상태 및 사용상태가 표시된다.

표 1. 위치보고 데이터 구조체
Table. 1 Location Report Data Structure

PCS_NO[11+1]	CDMA 폰번호
STAT[3+1]	차량상태(운행/정지)
TIME[12+1]	보고시간
LON_POS[10+1]	현재좌표 (경도)
LAT_POS[9+1]	현재좌표 (위도)
SPEED[3+1]	속도
DIRECT[3+1]	방향
VERSION[6+1]	버전

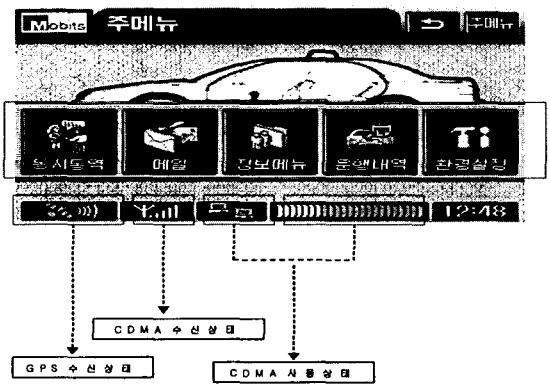

그림 5. 텔레매틱스 단말기
Fig. 5 Telematics Terminals

3.2 이동체 특성을 이용한 버켓분할

이 논문에서 객체들을 두 개의 버켓으로 분산시킬 때 변경 연산 횟수를 최소화하기 위해 X축과 Y축을 선택할 수 있다. 기존의 색인에서는 분할된 버켓이 정사각형에 가깝도록 X축으로 분할하거나 X와 Y축을 번갈아 가며 분할한다. 예를 들어 그림 6에서 하나의 버켓을 X와 Y축을 기준으로 각각 분할할 수 있다. 그러나 이동체는 항상 움직인다는 특성을 감안하면 그림 6의 예에서는 Y축을 기준으로 분할하는 것이 변경연산을 최소화할 수 있다. 왜냐하면 버켓내의 객체들은 X축으로 따라 이동하기 때문에 Y축을 기준으로 분할하면, 이동체의 다음 위치 보고 시간에 해당 버켓 내에 존재할 확률이 높아 전술한 바와 같이 변경연산을 생략할 수 있기 때문이다.

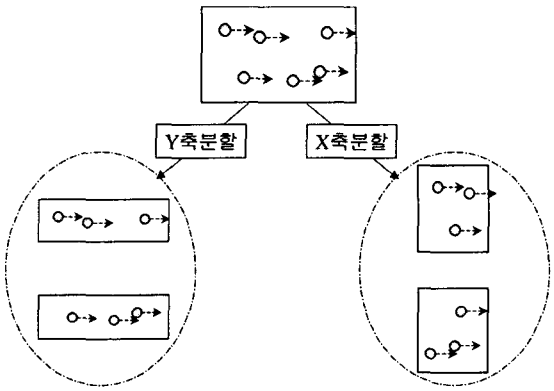

그림 6. 버켓 분할의 유형
Fig. 6 Type of Bucket Split

이 논문에서는 분할하고자 하는 축을 선택할 때 우선 순위를 객체의 움직임 방향성, 인프라의 방향성, 움직임 통계정보 등을 차례대로 적용한다.

단, 분할될 두 버켓 중 한 버켓에 극단적으로 많은 버켓들이 배분될 경우 두 버켓에 골고루 배분될 수 있는 축으로 재설정한다. 이 논문에서는 한 버켓에 80%이상 치우치면 극단적 배분이라 가정한다. 분할한 후에도 객체의 수가 버켓의 용량을 초과하면 분할 알고리즘을 재귀 호출한다.

3.3 프로세서간의 버켓 경계 정보 통신

대용량의 이동 객체에 대한 위치 획득은 가능한 위치 획득 횟수를 줄여서 통신 부하를 최소화하는 것이 매우 중요하다. 전술한 바와 같이 이 논문에서는 이동된 후의 객체 위치가 버켓의 경계를 벗어나지 않으면 현재의 위치를 데이터 파일에만 저장하고 공간 색인의 변경을 생략할 수 있는 방법이

다. 그러므로 종 프로세서 내에서 공간 색인의 변경 여부를 결정하기 위해서는 해당 프로세서에서 버켓의 경계 정보를 보관하고 있어야 함을 의미한다.

그러나 이동체 데이터베이스의 특성상 잦은 위치 변경은 버켓 경계 정보 또한 이에 비례하여 빈번하게 변동된다. 그리고 대규모의 이동체이므로 전체 버켓의 경계 정보도 매우 크다. 그러므로 버켓 경계 정보가 변할 때마다 모든 버켓 정보를 각 종 프로세서에 전달하면 매우 많은 통신 부하를 보이게 된다.

따라서 이 논문에서는 통신의 부하를 최소화하기 위해 각 종 프로세서가 초기에 기존 인프라의 이동체 분포를 감안하여 버켓의 경계 정보를 배포한다. 그 뒤, 각각의 이동 객체의 움직임에 따라 버켓의 변경정보가 변경되었을 때 다음과 같은 규칙에 의해 버켓 정보가 이전된다.

우선, 버켓의 합병이 일어났을 경우에는 버켓 정보를 배포하지 않는다. 이는 각 종 프로세서에서는 버켓의 경계 정보가 부정확하여 선택적 색인 변경을 위한 비교 검색 횟수가 조금 증가할 뿐 전체적인 통신 비용을 줄일 수 있기 때문이다. 반면, 버켓 분할이 일어날 경우 즉시 각 프로세서에 전체 버켓 정보가 아닌 분할 정보만 전송하게 된다. 이 때 전송되는 데이터의 포맷은 다음과 같다.

Bucket No.	Bucket Position	Split Axis

이 때 분할축과 위치정보는 비트로 정보를 표현한다. 분할축이 X일 때 '0', Y일 때 '1'의 값을 갖는다. 그리고 버켓 위치 정보는 최근 분할된 버켓의 정확한 분할 위치를 언급한 것으로서 비트단위별로 각각 공간 색인의 버켓 위치를 나타내는 것으로 '0'은 왼쪽 또는 아래쪽을 의미하고, '1'은 오른쪽 또는 위쪽을 의미한다. 이 논문에서는 버켓 위치 정보를 위해 2바이트를 사용하며, 이는 동적 해쉉으로 인한 버켓 분할을 레벨 16까지 허용함을 의미한다.

그림 7은 이동체를 위한 2차원 동적 해쉉 파일 구조로서 이와 같은 버켓 분할의 예를 보여 주고 있다. Nx와 Ny가 각각 3이며 버켓 용량은 3이다. 그림 7에서 (2,2), (3,1) 버켓은 이동객체가 밀집되어 있으므로 추가적인 분할이 발생하였음을 보여준다. 그런데 (2,2)와 (3,1)버켓의 분할은 제각기 다른 방식을 택하고 있다. (2,2) 버켓은 최초 Y축으로, 그 뒤에는 X축, Y축으로 연속적인 분할이 되었지만, (3,1) 버켓은 X축으로 세 번 연속 분할되었다. 그림 8은 이동체의 위치 정보 변경으로 버켓 분할이 발생한 경우를 나타낸 것이며, 이 때 버켓 분할로 주 프로세서가 각 종 프로세서에 해당 버켓이 분할 되었음을 알리는 메시지이다.

(3,3)	bit(110xxxx xxxxxxxx)	bit(1)

위의 메시지에서 (3,3)은 버켓의 X 및 Y 축의 주소이며, 그 다음 110은 (3,3)노드에서 두 번 오른쪽 하위 노드로 내려간 뒤, 왼쪽 하위노드로 내려가 분할 됨을 의미한다. 그 다음의 비트값 12개는 더 이상 의미가 없다. 왜냐하면 현재 종 프로세서가 저장하고 있는 버켓의 경계 정보에 더 이상의 하위 노드가 없기 때문이다. 마지막 비트 값 1은 이 때 분할 되는 방향은 Y축임을 의미한다.

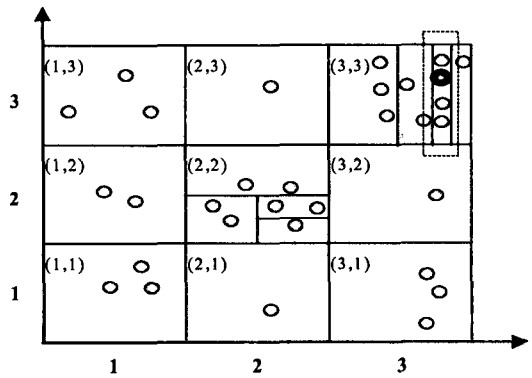

그림 7. 버켓의 경계
Fig. 7 Bucket Boundary

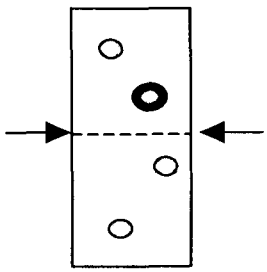

그림 8. 버켓의 분할
Fig. 8 Bucket Split

그림 9는 버켓 분할 후의 동적 해쉉 파일 구조를 나타낸 것이다. 그림 9에서 점선은 분할될 버켓 정보를 의미하는 비트값 110을 따라 내려 감을 알 수 있다.그리고 주기적으로 주 프로세서가 갖고 있는

버켓 경계 정보를 종 프로세서에 배포하는 데, 이때 초기의 인프라를 근거로 한 버켓 정보와 새롭게 배포된 버켓 정보의 합집합을 구해 각 종 프로세서가 보관하게 된다.

버켓의 경계를 벗어났다고 판단되면 해당 종 프로세서는 주 프로세서에 다음과 같은 정보를 전달하여 공간 색인의 변경을 요청한다.

Oid.	X	Y	Data Pointer

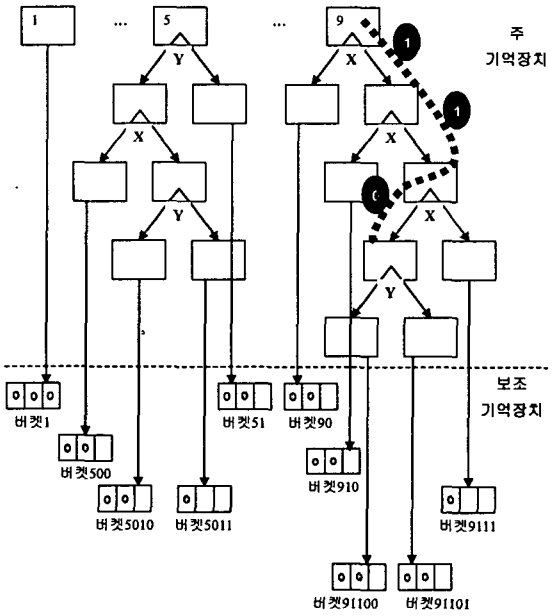

그림 9. 동적 해싱 파일 구조
Fig. 9 Dynamic Hashing File Structure

3.4 종 프로세서의 이동 객체 할당

병렬 처리에 의한 프로세서의 효율성(efficiency)은 Speed Up요소와 프로세서의 수 사이의 비율로서 $E_p = \frac{S_p}{p} = \frac{T_1}{pT_p}$으로 정의[11]된다. 그러므로 병렬 처리 환경에서 보다 좋은 성능을 보이기 위해서는 각 종 프로세서의 부하 편차가 적어야 한다. 이를 위해 이 논문에서는 종 프로세서에 할당할 이동객체의 부 그룹을 형성할 때 다음과 같은 규칙을 따른다.

1) 이동체들을 유형별로 묶는다. 유형이란 주로 속도에 의해 구분된다. 즉, 사람, 자동차, 기차 등 비슷한 속도를 가지는 것은 유사한 그룹으로 형성된다.
2) 각 그룹내에서 지역별로 다시 소그룹을 형성한다.
3) 소그룹내에서는 라운드 로빈 방식으로 각 종 프로세서에 할당한다.

이렇게 함으로써 각 종 프로세서는 여러 지역의 이동체를 다양한 속도별로 관리하게 된다. 여러 지역의 이동체를 갖게 되면 데이터의 디클러스터링 효과에 의해 영역질의나 점 질의에 좋은 성능을 보인다. 또한, 관리하는 이동체의 속도가 다양하면 선택적 공간 색인의 변경 연산 횟수가 특정 프로세서에 편중 되지 않은 전체적인 부하 평준화를 이룰 수 있다.

그림 10은 각 차량으로부터 보고된 위치를 로그로 기록한 형태를 그림으로 나타낸 것이다.

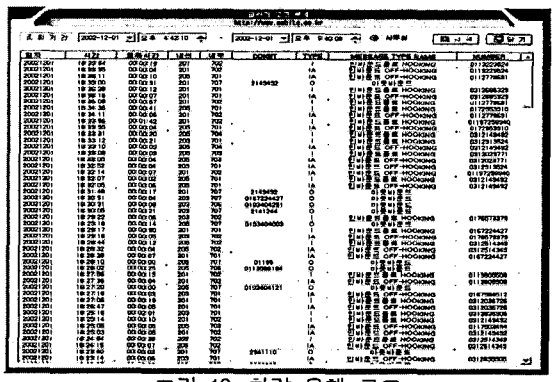

그림 10. 차량 운행 로그
Fig. 10. Car Operation Log

그림 11은 이러한 로그를 기반으로 관제 서버에서 차량의 운행 현황을 그래프로 나타낸 것이다. 이 논문에서 제안한 위치 관리 시스템으로부터 획득되고 관리된 이동 단말기의 위치 정보 데이터베이스는 차량 관제, 교통량을 기반으로 하는 최적 경로 탐색, 사용자의 위치를 기반으로 하는 맞춤형 광고 등에 효과적으로 사용될 수 있다.

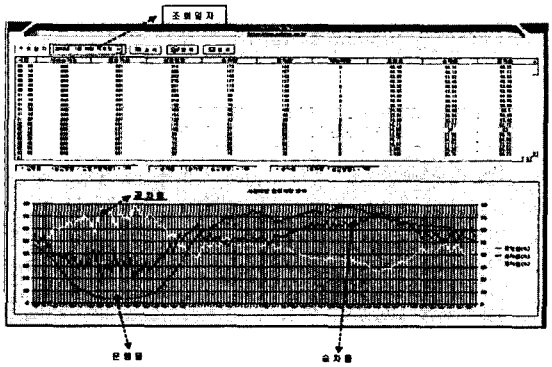

그림 11. 차량 운행 통계
Fig. 11 Car Operation Statistics

Ⅳ. 결 론

이 논문에서는 대규모 이동 객체의 위치 정보를 효과적으로 관리하기 위해 다중 처리 시스템을 이용하는 방법을 기술하였다.

구체적으로 이동체의 위치 획득시 통신 비용을 최소화하기 위해 공간 색인의 버켓 경계 정보를 각 종 프로세서에 효과적으로 전달하기 위한 방법을 제시하였으며, 이동체의 현재 속도 및 방향이 계속된다는 특성과 이동체는 도로망 등의 인프라를 따라 움직인다는 특성을 반영하는 버켓 분할로 버켓 분할을 최소화하는 기법을 제시하였다.

또한 이를 바탕으로 각 종 프로세서에서 독자적으로 공간 색인의 선택적인 변경이 가능하도록 하여 주 프로세서의 부하를 분산시키는 방법 및 시스템 구조도를 제안하였다.

앞으로는 수많은 이동체가 짧은 주기마다 위치 정보를 보고하는 이동체 데이터베이스에서의 색인 속도 향상을 위해서 다중 프로세서 환경에서 각 이동체의 위치 정보를 시간과 방향 및 속도로 표현할 경우의 부하 평준화 방안과 각 이동체의 움직임 속도가 다양할 경우의 부하 평준화 방법에 대해 연구하고자 한다. 그리고 획득 및 가공한 차량의 위치 정보를 활용하는 최적 경로 탐색 알고리즘에 관한 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

[1] O. Wolfson, B. Xu, S.Chamberlain, and L. Jiang. "Moving Objects Databases: Issues and Solutions," Proc. of SSDBM Conf., pp 111-122, 1998

[2] G. Kollios, D. Gunopulos, and V. J. Tsotras. "On Indexing Mobile Objects," Proc. of PODS Conf. pp. 261-272, 1999

[3] D. Pfoser, C. Jensen, Y. Theodoridis, " Novel Approaches to the Indexing of Moving Object Trajectories" , Proc. of VLDB Conf., pp. 395-406, 2000.

[4] Y. Theodoridis, "Spatio-Temporal Indexing for Large Multimedia Applications" , Proc. of Multimedia Computing and Systems Conf, pp. 441-448, 1996

[5] M. Nascimento, J. Silva, Y. Theodoridis, " Evaluation of Access Structures for Discretely Moving Points." Proc. of STDBM Conf., pp. 171-188, 1999

[6] S. Saltenis, C. Jensen, S. Leutenegger, M. Lopez, "Indexing the Positions of Continuously Moving Objects." , Proc. of ACM SIGMOD Conf., pp. 331 - 342, 2000.

[7] M.L Lee, W. Hsu, C.S. Jensen, B. Cui, K.L. Teo, "Supproting Frequent Updates in R-trees : A Bottom-Up Approach", Proc. of VLDB Conf, 2003

[8] O. Wolfson, L. Jiang, A. Sistla, S. Chamberlain, N. Rishe, M. Deng, "Databases for Tracking Mobile Units in Real Time", Proc. of ICDT Conf., pp. 169-186, 1999

[9] Z. Song, N. Roussopoulos, "Hashing Moving Objects", LNCS, pp. 161-172, 2001

[10] Y. Tao, D. Papadias, J. Sun, "The TPR*-tree: An Optimized Spatio-Temporal Access Method for Predictive Queries", Proc. of VLDB Conf. 2003

[11] D.I. Moldoval, "Parallel Processing, From Applications to Systems", Morgan Kaufmann Publishers, 1993

저자소개

김진덕(Jin-Deog Kim)

1993년 부산대 컴퓨터공학과(공학사)
1995년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
2000년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
1998. 3～2001. 2 부산정보대학 정보통신계열 전임강사
2001. 3～현재 동의대학교 컴퓨터공학과 조교수
※관심분야 : 객체 지향 DB, 지리정보시스템, 공간질의, 공간 색인, 모바일 데이터베이스, 텔레매틱스

최진오(Jin-Oh Choi)

1991년 부산대 컴퓨터공학과(공학사)
1995년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
2000년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
1998. 3～2000. 2 경동대학교 정보통신공학부 전임강사
2000. 3～현재 부산외국어대학교 컴퓨터공학과 조교수
※관심분야 : 공학데이터베이스, 지리정보시스템, 모바일 GIS

문상호(Sang-Ho Moon)

1991년 부산대 컴퓨터공학과(공학사)
1994년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
1998년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
1998. 3~2002. 8 위덕대학교 컴퓨터공학과 전임강사
2002. 9~현재 부산외국어대학교 컴퓨터공학과 조교수
※관심분야 : GIS, 공간DB, 데이터마이닝, GIS표준, 정보시스템 감리

이상욱(Sang-Wook Lee)

부경대학교 전자공학과 공학사
부경대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
부경대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
1995. 8~현 경상대학교 정보통신공학과 교수, 해양산업연구소 연구원
※관심분야 : Computer Vision moving object tracking