

이동 객체 데이터 관리를 위한 연산자의 구현[†]

장승연, 안윤애, 류근호
충북대학교 데이터베이스 연구실
e-mail:{syjang, yeah, khryu}@dmlab.chungbuk.ac.kr

Implementation of Operators for Moving Object Data Management

Seung Youn Jang, Yoon Ae Ahn, Keun Ho Ryu
Database Laboratory, Chungbuk National University

요약

시간상에서 객체의 공간 정보가 연속적으로 변화하는 객체를 이동 객체라 한다. 최근 이러한 이동 객체를 다루는 다양한 데이터베이스 응용들이 등장함에 따라 이동 객체의 공간 정보를 저장 관리하고 정보를 요구하는 다양한 사용자 질의를 처리할 필요성이 대두되었다. 그러나 기존의 이동객체 데이터베이스 연구는 사용자 질의 시간을 특정 시간 구간으로 제한하는 단점이 있다. 따라서 이 논문에서는 연속적으로 변화하는 이동 객체의 공간 정보를 저장 관리하기 위한 데이터베이스 구조를 제시하고 이를 기반으로 과거, 현재, 가까운 미래 시점에 대한 사용자 질의를 모두 처리하기 위한 시공간 이동 객체 연산자를 설계 및 구현한다.

1. 서론

최근 위성사진이나 GPS, Beacon과 같은 위치 추적 기술의 보급과 함께 무선 환경에서의 소프트웨어, 하드웨어 장비 기술이 급속하게 발전함에 따라 '응급구조시스템', '위치기반 게임 시스템' 등과 같은 이동하는 객체를 대상으로 하는 다양한 시공간 응용들이 등장하고 있다. 이러한 시공간 응용들은 실시간으로 변화하는 이동 객체의 공간 속성값을 저장 관리하고 이에 대한 사용자 질의 처리 수행을 필요로 한다. 그러나 기존의 데이터베이스는 시간과 공간을 독립적으로 취급하였거나 불연속한 시간상에서 공간 속성이 변화하는 시공간 객체만을 다루어 왔기 때문에 실시간으로 변화하는 이동 객체의 공간 속성값을 저장 관리하고 이에 대한 사용자 질의 처리를 수행하기가 어렵다. 이로 인해 최근 이동 객체를 대상으로 하는 이동 객체 데이터베이스 시스템에 대한 연구[1,2,3,4,5,6]가 활발히 진행중이다.

실세계 응용에서 "2002년 2월 28일 오후 10시에서 11시 사이에 A지역의 응급환자를 이송한 응급차A의 이동 경로를 검색하라", "현재 화재A지역의 화재피해면적 상태와 이 지역에 5분 이내에 도착할 것이라 기대되는 소방차를 검색하라"와 같은 이동 객체에 대한 사용자질의는 시간과 공간 제약을 모두 가지며

가까운 과거나 현재, 또는 미래 시간에 초점을 맞추는 특징을 지닌다. 그러나 대부분의 이동 객체데이터베이스에 대한 연구는 사용자 질의 처리시 질의 시점을 현재로부터 데이터베이스로 관리되는 과거시간이나 현재로부터 가까운 미래시간으로만 제한하는 단점이 있다.

따라서 이 논문에서는 이동 객체의 연속적인 공간 변화 정보를 처리하기 위한 데이터베이스 구조를 제공하고 이를 기반으로 실세계에서 과거, 현재, 가까운 미래 시점에 대한 사용자 질의들을 모두 처리하기 위한 연산자들을 설계 및 구현한다.

2. 관련 연구

이동 객체에 대한 기존의 연구로는 객체의 위치 추적에 초점을 맞춘 DOMINO 프로젝트[1]와 이동 객체 데이터베이스를 위해 새로운 데이터타입들을 정의하고 이를 이용한 연산들에 연구 초점을 맞추는 CHOROCRONOS 연구 그룹이 있다.

DOMINO(Database for MovIng Object) 프로젝트에서는 현재 객체의 위치 정보에 대한 단순 질의 외에 미래 위치에 대한 질의를 처리해 주기 위해 기존 데이터베이스 위에 이동 객체를 관리하는 소프트웨어 모델을 추가한 형태의 MOST모델을 제안하고 있다. MOST 모델은 동적 속성을 통해 빈번하게 변화하는 객체의 위치 속성값을 표현하며 이동 객체의 향후위치 등에 대한 질의처리를 위해서 FTL언어를

[†] 이 연구는 한국과학재단 RRC(청주대 정보통신 연구센터)의 연구비 지원으로 수행되었음

제공한다. 그러나 이 모델의 경우 이동 점만을 대상으로 하며 이력 정보를 기록하지 않음으로 해서 객체의 과거 위치에 관한 질의가 가능하지 않다는 단점이 있다. CHOROCRONOS 연구 그룹에서는 이동 객체 표현을 위해 시간 흐름별로 분할된 "슬라이스(slice)" 라는 조각들을 통해 시간상에서 변화하는 이동 객체의 속성 정보를 표현하는 슬라이스 표현 [2]을 제안하고 이를 바탕으로 연산자들을 정의하였다 [3]. 그러나 이들은 시간에 대한 함수로서 이동 객체를 표현함으로 해서 질의처리기 복잡도가 증가 [7]하는 문제가 있다. 또한 추상 데이터타입을 기반으로 이동 객체 연산자들을 설계함으로 해서 데이터베이스로 관리되지 않는 시간 즉 가까운 미래 시간을 대상으로 하는 사용자 질의는 다루기가 어렵다는 단점이 있다.

3. 시공간 이동 객체 데이터

이동 객체는 시간에 따라 객체의 공간 정보가 연속적으로 변경되는 객체로써 시간상에서 위치 정보가 연속적으로 변화하는 이동 점과 위치정보 외에 모양 정보도 변화하는 이동 영역으로 나눌 수 있다 [8].

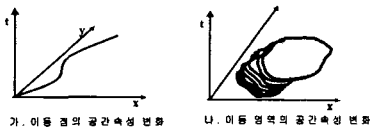


그림 1. 이동 점과 이동 영역

그림 1은 시간상에서 연속적으로 공간 속성이 변화하는 이동 점과 이동 영역을 나타낸다. 이동 점의 예로는 사람이나 자동차등을 들 수 있으며 이동 영역으로는 폭풍이나 화재, 오염지역 등을 들 수 있다.

3.1 이동 점

이 논문에서 이동 점은 일정한 경로를 따라 움직이는 객체를 대상으로 하며 일정 시간 간격별로 샘플링 된 유클리드 평면상의 점으로 표현하고 표1과 표2와 같은 스키마구조로 저장된다.

표 1. 일반속성 스키마

MO_ID	MO_type	MO_name
oid	int	string

표 1은 이동 객체의 시공간 속성 외에 객체 아이디나 객체 이름, 객체 타입 등과 같은 일반 속성정보를 저장 관리하는 스키마로 이동 점과 이동 영역 모두의 일반 속성을 저장 관리한다.

표 2. 이동 점의 과거 및 현재 정보 스키마

MP_ID	Vfrom	Vto	PointF	PointT
oid	date	date	point	point

표 2는 이동 점에 대한 과거나 현재, 또는 가까운 미래 질의를 처리해 주기 위한 스키마로 과거 정보와 현재 정보를 별도로 분리하여 저장하고 연산 처리시 샘플링 되지 않은 시점에서의 객체 정보에 대

한 요구는 시간 중속적인 위치 추정 함수를 사용하여 불확실한 객체의 과거 및 가까운 미래 위치를 추정한다. 이동 점의 이력정보가 저장되는 과거정보 스키마는 과거시간에 대한 사용자 질의처리기 사용하며 각 객체마다 가장 최근에 샘플링 된 두 시점의 위치 정보를 저장, 관리하는 현재정보스키마는 현재나 가까운 미래에 대한 질의 처리시 필요한 벡터 정보를 추정하기 위해 사용한다.

3.2 이동 영역

이동 영역은 일정 시간 간격별로 샘플링 된 유클리드 평면상의 폴리곤으로 표현하며 객체의 모양이 확대 및 축소하는 것을 허용한다. 이 논문에서는 이동 영역의 모양 변화 정보를 추정해 주기 위하여 샘플링 시점마다 모양 변화 정보를 확인하고 변화된 정보를 별도로 저장하는 방법을 사용한다. 정의한 이동 영역은 표 3과 같은 데이터베이스 구조를 통해 이력 정보와 현재 정보가 저장된다.

표 3. 이동 영역의 과거 및 현재 정보 스키마

MR_ID	Vfrom	Vto	PolyF	PolyT	Ch_check	PolyCh
oid	date	date	polygon	polygon	int	polygon

표 3은 이동 영역의 공간 정보를 저장하는 스키마로 위치정보 뿐만 아니라 모양 정보도 변화하는 이동 영역을 표현해 주기 위해 모양변화정보를 확인해주는 Ch_check속성과 변화된 모양정보를 저장하는 PolyCh속성을 두었다. 그리고 모양이 확대 및 축소하는 경우에 따라 모양 변화 매핑과정을 다르게 적용한다. 즉 모양이 확대하는 경우는 PolyCh속성과 PolyT속성을 이용하여 모양 변화를 추정하며 모양이 축소하는 경우는 PolyCh속성과 PolyF속성을 이용하여 변화된 모양을 추정한다.

4. 이동 객체 연산자의 설계

이 장에서는 3장에서 소개한 이동 객체 유형과 저장 스키마를 기반으로 실제세계에서의 사용자 질의 처리를 위해 필요한 이동 객체 연산자들을 적용 대상 객체에 따라 표 4와 같이 분류하여 설계하고 연산의 동작 과정을 제시한다. 이때 사용되는 표기 MP는 이동 점을, MR은 이동 영역을 말하며 Tp는 시점을 Ti는 시간 구간을 말하고 N은 객체의 이름을 나타낸다.

표 4는 이동 객체에 대한 질의 처리시 사용되는 시공간 연산자들 중에서 이동 객체만을 대상으로 하는 연산자들로 실제 사용자 질의를 처리하는 경우 표 4에서 정의된 이동 객체 연산자 외에 기존의 시간 및 공간 연산자들이 필요하다. 표 4에서 MPTraj는 특정 시간구간 동안 이동 점이 이동한 궤적을 반환하며 MPLength는 이동 점이 특정 시간 구간동안에 이동한 거리값을 반환한다. MRTrav는 이동 영역이 이동한 모습을 반환하며 MRPerimeter와 MRatCenter는 특정 시점에서의 이동 영역의 둘레길이와 중심점을 반환하는 연산자이다. MOatTime은 특정 시점에서의 이동 객체의 위치값을 제공한다.

그림 4는 구현된 시공간 이동 객체 연산기의 구조를 나타낸다. 연산 인터페이스를 통해 연산처리 내용이 들어오면 연산 분류기를 통해 어떤 객체를 대상으로 하는 연산인지 분류한 후 각각의 연산 실행기를 통해 이동 객체에 관한 연산이 실행된다. 이동 객체 연산 실행시 샘플링 되지 않은 객체의 불확실한 위치 추정을 위하여 시간 종속 함수를 사용하는 위치 추정기를 사용한다. 위치 추정기에는 과거 시간 질의 처리시 이용할 함수와 미래 질의 처리시 이용할 함수를 별도로 두어서 과거 현재, 또는 미래 시점에서 불확실한 객체의 위치를 추정한다. 이동 영역의 경우 불확실한 객체의 위치에 대한 질의 처리시 모양 변화 처리기를 통하여 변화된 모양을 추정한 후 시간 종속 위치 추정기를 통해 객체의 위치를 추정한다.

구현시 다음과 같은 2개의 예제 질의를 사용하였다.

(예1)“소방차 NFireT113이 목적지에 도달한 2002/02/28/13/21 시간에서의 다른 소방차 ChFireT102과의 거리차는 얼마인가“

(예2)“소방차 ChFireT102의 전체 이동 거리는 얼마인가“

이 예들은 MPdistance연산과 MPLength연산자를 사용한 것으로 연산 처리 결과는 그림 5, 6과 같다.

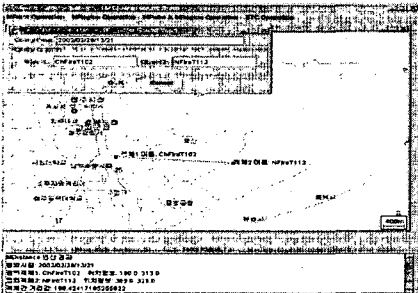


그림 5. MPdistance 연산 처리 결과

그림 5는 특정 시점에서 두 이동 점 사이의 직선 거리값을 반환하는 MPdistance연산을 수행한 결과이다.

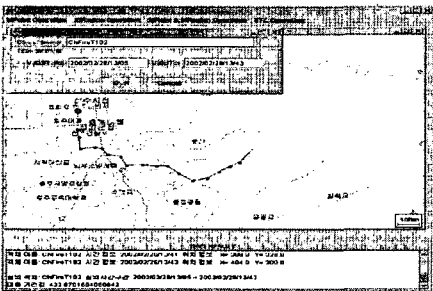


그림 6. MPLength 연산 처리 결과

그림 6은 특정 시간 구간 동안에 이동 점 객체가 이동한 거리값을 구해주는 MPLength연산을 수행한 결과이다.

6. 결론

시간의 변화에 따라 연속적으로 이동하는 객체를 대상으로 하는 시공간 응용들의 요구사항을 처리하기 위해서는 연속적으로 변화하는 이동 객체의 공간 속성을 표현해주어야 하며 다양한 사용자 질의를 처리해야 한다. 그러나, 기존의 이동 객체에 대한 연구는 사용자 질의 처리시 질의 시점을 특정 시간으로 제한하는 단점이 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 이 논문에서는 이동 객체의 연속적인 공간정보를 표현하기 위한 데이터베이스 구조를 제시하였고 이를 기반으로 과거, 현재, 가까운 미래 시점에서의 사용자 질의를 모두 처리하기 위해 필요한 연산자들을 설계 및 구현하였다. 현재 우리는 MNearest, MRTrav, MRarea등과 같은 연산자들을 구현하고 있다. 아울러 LBS나 물류관리 시스템 등과 같은 실세계 응용에 필요한 이동 객체 연산자들을 추가적으로 설계하고 구현하는 작업이 남아 있다. 또한 실제 응용에 이 연산자들을 적용 및 평가하는 작업이 수행될 것이다.

참고문헌

- [1] A.P.Sistla, Ouri Wolfson, S.Chamberlain, S.Dao, "Modeling and Querying Moving Objects", ICDE, pp. 422~432, 1997.
- [2] L.Forlizzi, R.H.Guting, E.Nardelli, and M.Schneider, "A Data Model and Data Structures for Moving Objects Databases", Proc. of ACM SIGMOD Conf, pp. 319~330, 2000.
- [3] R.H.Guting, M.H.Bohlen, M.Erwig, C.S.Jensen, N.A.Lorentzos, M.Schneider, and M.Vazirgiannis, "A Foundation for Representing and Querying Moving Objects", ACM Transactions on Database Systems, Vol.25, No.1, pp.1~42, 2000.
- [4] 신기수, 안윤애, 배종철, 정영진, 류근호, "GIS를 이용한 시공간 이동 객체 관리 시스템", 한국정보처리학회 논문지, 제 8-D권, 제2호, PP. 105~116, 2001.
- [5] In Bae Oh, Yoon Ae Ahn, Eung Jae Lee, Keun Ho Ryu, Hong Gi Kim "Prediction of Uncertain Moving Object Location", Proceedings of International Conference on East-Asian Language Processing and Internet Information Technology(EALPIIT) 2002, Jan. 2002, pp.51-58.
- [6] Moon Haeng Huh, Yoon Ae Ahn, Keun Ho Ryu, "Moving Object Location Change Function using Cubic Spline Interpolation", SCI2002, July 2002, to appear.
- [7] S.Grumbach, P.Rigaux and L.Segoufin, "Spatio-Temporal Data Handling with Constraint", ACM International Workshop on Advances in Geographic Information Systems, 1998.
- [8] M.Erwig, R.H.Guting, M.Schneider and M. Vazirgiannis, "Spatio-Temporal Data Types : An Approach to Modeling and Querying Moving Object in Databases", GeoInformatica. Vol.3, No.3, pp.269~296, 1999.