

논문 2009-5-26

# 비디오 데이터를 위한 그리드 기반의 유사 부분 궤적 검색 기법

## Similar sub-Trajectory Retrieval Technique based on Grid for Video Data

이기영\*, 임명재\*\*, 김규호\*\*\*, 김정준\*\*\*\*

**Ki-Young Lee, Myung-Jae Lim, Kyu-Ho Kim, Joung-Joon Kim**

요 약 최근, PCS, PDA와 같은 이동기기 보급의 확산, GPS(Global Positioning System)의 활용, 유무선 네트워크의 급속한 발전 등으로 일반 사용자들조차 이미지, 오디오, 비디오 등과 같은 멀티미디어 데이터에 대한 활용이 증가하고 있다. 특히, 멀티미디어 데이터 중에서도 비디오 데이터는 텍스트나 이미지 데이터와는 달리 이동 객체에 대한 움직임 정보를 포함하고 있고 시간의 변화에 따라 공간의 변화를 가지는 시공간적 특성을 가진다. 객체의 공간적 위치가 시간의 흐름에 따라 계속 변하는 이동객체(Moving Object)들의 연속적인 움직임들의 모임을 궤적이라 하며, 데이터베이스에서 사용자로부터 주어진 질의 궤적과 유사한 궤적을 포함하는 데이터를 찾는 것을 유사 부분궤적 검색(Similar Sub-trajectory Retrieval)이라 한다. 그리고 이러한 유사 부분궤적 검색을 하기 위해선 사용자 질의 궤적과 주어진 유사정도(Tolerance) 내에서 유사한 데이터 궤적을 검색 할 수 있는 근사 매칭(Approximate Matching)이 가능해야 한다. 또한, 방대한 멀티미디어 데이터베이스에서 사용자가 원하는 데이터 만큼 보다 빠른 시간 내에 찾을 수 있도록 기존 연구와는 다른 효과적인 검색방법이 요구된다. 이를 위해, 본 논문에서는 효과적인 검색을 위해 궤적을 그리드로 분할하여 이동 객체의 궤적에 대한 효율적인 유사 부분궤적 검색을 지원하는 새로운 그리드 기반 검색 기법을 제안한다.

**Abstract** Recently, PCS, PDA and mobile devices, such as the proliferation of spread, GPS (Global Positioning System) the use of, the rapid development of wireless network and a regular user even images, audio, video, multimedia data, such as increased use is for. In particular, video data among multimedia data, unlike the moving object, text or image data that contains information about the movements and changes in the space of time, depending on the kinds of changes that have sigongganjeok attributes. Spatial location of objects on the flow of time, changing according to the moving object (Moving Object) of the continuous movement trajectory of the meeting is called, from the user from the database that contains a given query trajectory and data trajectory similar to the finding of similar trajectory Search (Similar Sub-trajectory Retrieval) is called. To search for the trajectory, and these variations, and given the similar trajectory of the user query (Tolerance) in the search for a similar trajectory to approximate data matching (Approximate Matching) should be available. In addition, a large multimedia data from the database that you only want to be able to find a faster time-effective ways to search different from the existing research is required. To this end, in this paper effectively divided into a grid to search for the trajectory to the trajectory of moving objects, similar to the effective support of the search trajectory offers a new grid-based search techniques.

**Key Words :** Vidio Data, Similar Sub-trajectory Retrieval, Approximate Matching

\*중신회원, 을지대학교 의료산업학부

\*\*중신회원, 을지대학교 의료산업학부(교신저자)

\*\*\*정회원, 을지대학교 의료산업학부

\*\*\*\*정회원, 건국대학교 컴퓨터공학과

접수일자 2009.6.30, 수정일자 2009.8.29

## I. 서론

오늘날 인터넷의 활용이 일반화되어가고, 특히 웹(World Wide Web)은 네트워크 사용자가 전 세계의 방대한 정보를 쉽고 빠르게 접근할 수 있도록 하는 매우 효과적인 정보 공유의 방법을 제공하게 되었다. 때문에 전 세계적으로 인터넷을 통한 멀티미디어 분야의 관심이 집중되면서 멀티미디어 컴퓨팅, 통신 그리고 이에 대한 응용 기술들이 급속도로 발전하고 있다. 또한 PCS, PDA와 같은 이동기기 보급의 확산, GPS(Global Positioning System)의 활용, 유무선 네트워크의 급속한 발전 등으로 일반 사용자들조차 이미지, 오디오, 비디오 등과 같은 멀티미디어 데이터에 대한 활용이 증가하고 있다<sup>[1]</sup>.

특히, 멀티미디어 데이터 중에서도 비디오 데이터는 텍스트나 이미지 데이터와는 달리 이동 객체에 대한 움직임 정보를 포함하고 있고 시간의 변화에 따라 공간의 변화를 가지는 시공간적 특성을 가진다. 이러한 움직임 객체를 효과적으로 나타내기 위해선 객체의 전체적인 움직임 모양을 파악할 수 있는 궤적(Trajectory)을 표현해야 한다.

따라서, 비디오 데이터에서의 다양한 사용자 질의에 대한 새로운 검색기법과 이동 객체의 위치 정보나 이동 패턴 등과 같은 움직임 정보의 궤적관리에 의한 효율적인 검색을 위한 연구가 필요하다<sup>[2]</sup>.

객체의 공간적 위치가 시간의 흐름에 따라 계속 변하는 이동객체(Moving Object)들의 연속적인 움직임들의 모임을 궤적이라 하며, 데이터베이스에서 사용자로부터 주어진 질의 궤적과 유사한 궤적을 포함하는 데이터를 찾는 것을 유사 부분궤적 검색(Similar Sub-trajectory Retrieval)이라 한다. 그리고 이러한 유사 부분궤적 검색을 하기 위해선 사용자 질의 궤적과 주어진 유사정도(Tolerance) 내에서 유사한 데이터 궤적을 검색 할 수 있는 근사 매칭(Approximate Matching)이 가능해야 한다.

또한, 방대한 멀티미디어 데이터베이스에서 사용자가 원하는 데이터 만큼 보다 빠른 시간 내에 찾을 수 있도록 기존 연구와는 다른 효과적인 검색방법이 요구된다<sup>[3,4]</sup>.

이를 위해, 본 논문에서는 효과적인 검색을 위해 궤적을 그리드로 분할하여 이동 객체의 궤적에 대한 효율적인 유사 부분궤적 검색을 지원하는 새로운 그리드 기반 검색 기법을 제안한다.

## II. 관련 연구

본 장에서는 관련 연구로서 기존의 부분 유사도 검색 기법과 관련된 다양한 연구에 대하여 간단히 소개한다.

### 2.1 John Z. Li

어떤 일정시간 동안 객체의 위치가 변하는 객체를 이동 객체로 간주하고 이에 대해서 8개의 방향 즉, North, NorthWest, West, SouthWest, South, SouthEast, East, NorthEast을 고려하여 객체의 궤적을 표현한다<sup>[5]</sup>.

임의의 시간 간격 Ii 동안 객체 A의 움직임은 (Si, di)로 표현하며, 여기에서 Si는 객체 A의 변위(displacement)이고 di는 객체 A의 이동 방향을 의미한다. 따라서 어떤 일련의 주어진 시간 간격 <I1, I2, ..., In>에 대해서 이동 객체 A의 궤적은 다음의 일련의 움직임들로 표현된다.

$$\langle (S1, d1, I1), (S2, d2, I2), \dots, (Sn, dn, In) \rangle$$

표 1과 같이 위상 관계에 대한 유사성 거리(Similarity Distance)와 방향 관계에 대한 유사성 거리를 이용하여 이동 객체 A의 궤적 = <M1, M2, ..., Mm>과 이동 객체 B의 궤적 = <N1, N2, ..., Nn> 사이의 시공간 관계성에 대한 유사성을 측정한다. 이동 객체 A의 궤적과 B의 궤적 사이의 유사성 측정함수 TrajSim(A, B)는 다음과 같다.

$$\min Diff(A, B) = \min \sum_{j=1}^m distance(M_j, N_{i+j}) \quad (\forall j, 0 \leq j \leq n-m)$$

$$TrajSim(A, B) = \frac{\max Diff(A, B) - \min Diff(A, B)}{\max Diff(A, B)}$$

표 1. 방향과 위상 관계에 대한 유사성 거리  
Table 1. Similarity distance about direction and status relation

(a) 방향 관계에 대한 유사성 거리									(b) 위상 관계에 대한 유사성 거리								
	NT	NW	NE	WT	SW	ET	SE	ST		DJ	TC	EQ	IN	CB	CT	CV	OL
NT	0	1	1	2	3	2	3	4	DJ	0	1	6	4	5	4	5	4
NW	1	0	2	1	2	3	4	3	TC	1	0	5	5	4	5	4	3
NE	1	2	0	3	4	1	2	3	EQ	6	5	0	4	3	4	3	6
WT	2	1	3	0	1	4	3	2	IN	4	5	4	0	1	6	7	4
SW	3	2	4	1	0	3	2	1	CB	5	4	3	1	0	7	6	3
ET	2	3	1	4	3	0	1	2	CT	4	5	4	6	7	0	1	4
SE	3	4	2	3	2	1	0	1	CV	5	4	3	7	6	1	0	3
ST	4	3	3	2	1	2	1	0	OL	4	3	6	4	3	4	3	0

### 2.2 Lp-norm

Lp-norm에서 p는 차원을 나타내고 궤적 A = ((ax,1, ay,1),..., (ax,n, ay,n)) and B = ((bx,1, by,1),..., (bx,n, by,n))는 다음과 같이 표현할 수 있다<sup>[6]</sup>.

$$L_p(A, B) = \sum_{i=1}^n L_p((a_{x,i}, a_{y,i}), \dots, (a_{x,n}, a_{y,n}))$$

유사성 측정을 위하여 각 점의 거리를 더한다. 그림 1은 Lp-norm에서 유사성 측정을 위하여 두 궤적간의 거리 계산을 보여준다.

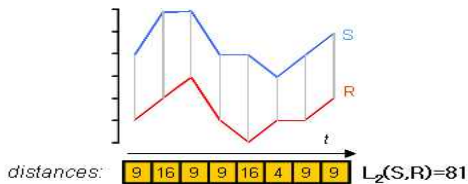


그림 1. 궤적간의 거리 계산  
Fig. 1. Distance calculation between enemy

Lp-norm의 단점으로는 첫째, 길이가 다른 궤적을 비교할 수 없고 둘째, Noise로 발생한 outlier를 처리할 수 없다. 그리고 마지막으로 시간 축이 서로 다른 궤적을 비교할 수 없다는 단점을 가지고 있다.

### 2.3 Dynamic Time Warping

Dynamic Time Warping (DTW)는 시간 축에 대한 Warping Length를 두어 시간 축이 서로 다른 궤적을 효과적으로 비교하였다<sup>[7]</sup>.

두 궤적 A, B의 길이가 각각 n, m이고 Head(A)=((ax,1, ay,1),..., (ax,n-1, ay,n-1)) 라 할 때, DTW는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$DTW(A, B) = L_p((a_{x,n}, a_{y,n}), \dots, (b_{x,n}, b_{y,n})) + \min \begin{matrix} DTW(Head(A), Head(B)) \\ DTW(Head(A), B) \\ DTW(A, Head(B)) \end{matrix}$$

그림 2는 Dynamic Time Warping에서 유사성 측정을 위하여 두 궤적간의 거리 Matrix를 보여준다.

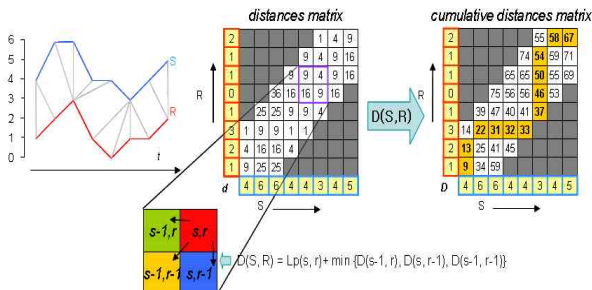


그림 2. 유사성 측정을 위한 Matrix  
Fig. 2. Matrix for similarity measurement

Dynamic Time Warping의 단점으로는 첫째, Noise로 인한 영향을 효과적으로 처리할 수 없고 둘째, Warping Length가 길면 계산 비용이 증가한다는 단점이 있다.

### 2.4 Longest Common Subsequence

Longest Common Subsequence (LCSS)는 시간과 공간 축에 대한 threshold 값을 주어 시간 축이 서로 다른 궤적과 잡음으로 인해 발생한 outlier에 대한 효과적인 비교를 수행한다<sup>[8]</sup>.

두 궤적 A, B의 길이가 각각 n, m이고, Warping Length를  $\delta$ , 공간 threshold 값을  $\epsilon$  이라할 때 LCSS는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$LCSS_{\epsilon, \delta}(A, B) = \begin{cases} 0, & \text{if A or B is empty} \\ 1 + LCSS_{\epsilon, \delta}(Head(A), Head(B)), & \text{if } |a_{x,n} - b_{x,m}| < \epsilon \text{ and } |a_{y,n} - b_{y,m}| < \epsilon \text{ and } |n - m| \leq \delta \\ \max(LCSS_{\epsilon, \delta}(Head(A), B), LCSS_{\epsilon, \delta}(A, Head(B))), & \text{otherwise} \end{cases}$$

LCSS의 값은 두 궤적의 길이에 의존되며 한정되지 않기 때문에 정규화 필요하다. 그림 3은 Longest Common Subsequence에서 유사성 측정을 위하여 두 궤적간의 거리 정규화를 보여준다.

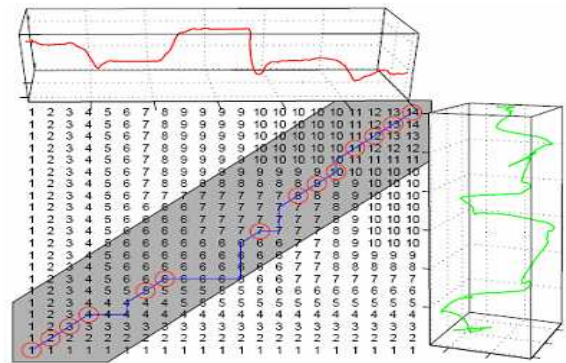


그림 3. 유사성 측정을 위한 정규화  
Fig. 3. Formality anger for similarity measurement

## III. 그리드 기반 유사 부분궤적 검색 기법

본 장에서는 본 논문에서 제안하는 그리드 기반 유사 부분궤적 검색 기법에 대하여 설명한다.

### 3.1 용어 정의

본 논문에서는 그리드 기반 유사 부분궤적 검색을 위해 몇 가지 용어를 정의하고 있다. 표 2는 용어 정의를 보여주고 있다.

표 2. 용어  
Table 2. Terminology

용어	설명
이동 객체	시간의 흐름에 따라 공간적 위치가 연속적으로 변하는 객체
궤적	이동 객체의 연속적인 움직임들의 모임
유사 부분궤적 검색	주어진 사용자 질의 궤적과 유사한 궤적을 포함하는 이동 객체의 궤적을 찾는 것
근사 매칭	질의 궤적과 주어진 허용치 범위 내에서 유사한 데이터 궤적을 검색
임계치 값	궤적 데이터에서 유사도를 위한 범위 값
유사 정도(%)	사용자로부터 입력된 근사 범위

### 3.2 움직임 객체의 궤적 표현

비디오는 수많은 프레임들로 구성된다. 일반적으로 비디오는 1초에 15~45정도의 프레임들로 구성된다. 프레임 내에는 수많은 객체들이 포함되어 있다. 따라서 사용자의 질의에 대해 비디오의 모든 프레임을 검색하는 것은 어려울 뿐만 아니라 짧은 시간 동안 프레임들에서 객체들의 변화는 미세하기 때문에 모든 프레임에 나타난 객체의 움직임을 표현하는 데는 문제점이 있다. 본 논문에서는 비디오를 구성하는 프레임들 중에서 일정한 시간 간격으로 키 프레임(Keyframe)을 추출하고 키 프레임에 존재하는 시간에 따른 객체들의 변화를 객체 단위로 나타낸다. 그림 4는 농구 비디오 데이터를 일정한 시간 간격으로 키 프레임을 추출하여 그 키 프레임 내에 존재하는 움직임 객체의 궤적을 표현하기 위해 단위로 표현한 예이다. 궤적의 표현은 경기장을 절대 좌표로 매핑하여 그림 5와 같이 나타낼 수 있다.

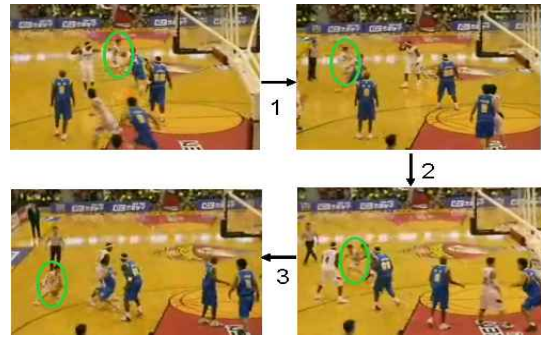


그림 4. 프레임에서의 객체 움직임 추출  
Fig. 4. Object motion abstraction in frame

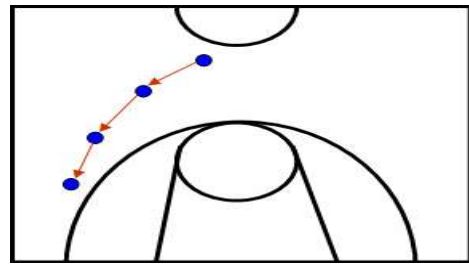


그림 5. 절대 좌표로 매핑  
Fig. 5. Mapping to distant ages coordinate

움직임 객체가 시간 간격  $\langle I_1, I_2, \dots, I_m \rangle$ 이 주어지고 N번 움직인다고 할 때, 움직임 각각에 대한 객체의 궤적 정보 V는 다음과 같이 표현한다.

$$V = (v_1, v_2, \dots, v_N)$$

이때,  $v_N = \{ \theta(\text{단위 각}), U(\text{임계치 값}) \}$ 을 표현하고  $\theta$  단위 각은  $0 \sim 360$ 의 각으로 표현한다. 그리고 U 임계치 값은  $\pm u$ 로 표현한다.

또한, 사용자 질의에 대한 궤적 정보 Q는 다음과 같이 표현한다.

$$Q = (q_1, q_2, \dots, q_M)$$

이때,  $q_M = \{ \theta(\text{단위 각}), U(\text{임계치 값}) \}$ 을 표현하고  $\theta$  단위 각은  $0 \sim 360$ 의 각으로 표현한다. 그림 6은 움직임 객체의 궤적 표현 예를 보여준다.

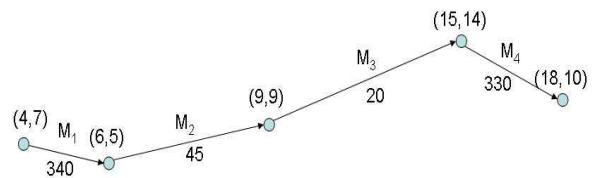


그림 6. 움직임 객체의 궤적 표현 예  
Fig. 6. Example of Trajectory expression of motion object

그림 7의 움직임 객체의 궤적을 표현하면 궤적 V는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$V = ((340, \pm 10), (45, \pm 10), (20, \pm 10), (330, \pm 10))$$

### 3.3 정규화

두 궤적 Q와 V가 있을 때 두 궤적의 공간을 그리드로 정규화한다. 이때, 셀 안 궤적의 Start Point와 End Point의 위치를 순차적으로 비교하게 된다. 그림 7은 정규화 과정을 보여주고 있다.

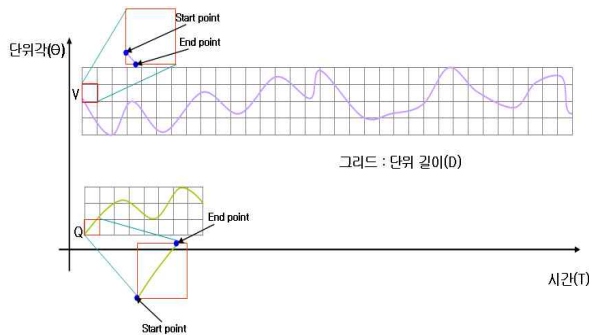


그림 7. 정규화 과정  
Fig. 7. Normalization Process

그림 7에서 보는 바와 같이 이동 객체의 궤적과 질의 궤적을 그리드의 단위 길이(D)로 그리드하여 정규화 한다. 이렇게 그리드로 나누어진 이동 객체의 궤적과 질의 궤적의 각 셀들의 Start Point와 End Point를 순차적으로 비교함으로써 유사한 부분 궤적을 검색할 수 있다.

그리드 기반 유사 부분궤적 검색 기법에서는 근사 매칭을 위해 임계치 값을 적용한다. 그림 8은 임계치 값 적용을 보여 주고 있다.

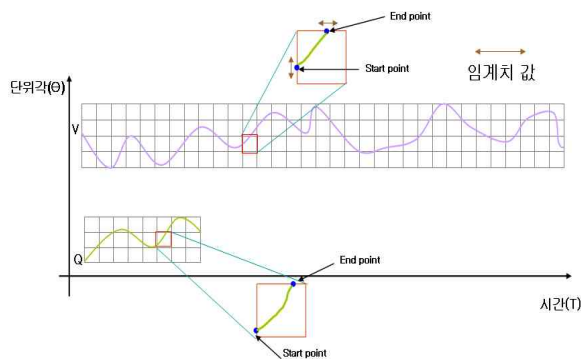


그림 8. 임계치 값 적용  
Fig. 8. Application of critical Value

그림 8에서 보는 바와 같이 근사 매칭을 지원하기 위해 각 셀의 Start Point와 End Point에 임계치 값을 적용한다. 또한, 이동 객체 궤적과 질의 궤적간의 부분궤적 비교 시 두 궤적간의 유사성 측정에 사용된다.

### 3.4 유사성 측정 기법

비디오 데이터베이스에서 이동 객체의 유사 궤적 검색을 지원하고 효율적인 근사 매칭(approximate matching)을 지원하기 위해서는 두 궤적 사이의 유사성을 측정할 수 있는 효율적인 유사성 측정 기법이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 단위각과 임계치 값을 이용한 유사성 측정 기법을 사용한다. 그림 9는 유사도 측정의 예를 보여준다.

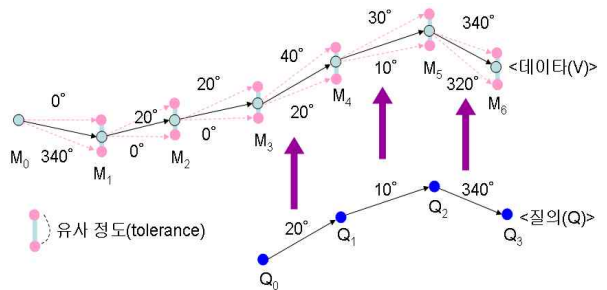


그림 9. 유사도 측정의 예  
Fig. 9. example of Similarity Measurement

이동 객체의 궤적 V를 구성하는 임의의 움직임 요소  $M_i$ 와 질의 궤적 Q를 구성하는 임의의 움직임 요소  $Q_j$ 사이의 유사도 측정 알고리즘은 다음과 같이 구해진다.

$Ang(Q_{j-1}, Q_j)$ 는  $Q_{j-1}$ 와  $Q_j$ 사이의 단위각을 구하는 함수이며,  $Grad(M_{i-1}, M_i)$ 는  $M_{i-1}$ 와  $M_i$  사이의 유사성을 측정하기 위한 임계치 범위를 구하는 함수이다.

$$Grad(M_{i-1}, M_i) = [Ang(M_{i-1}, M_i), Ang(M_{i-t}, M_{i+t})],$$

(t : tolerance)

```

Algorithm Similarity Sub-Trajectory Measurement
i ← 1, (0 < j < m)
j ← 1, (0 < i < n)
for i = 1 to n do
    if  $Ang(Q_{j-1}, Q_j) \in Grad(M_{i-1}, M_i)$  then
         $Sim(M_i, Q_j) = |Ang(Q_{j-1}, Q_j) - Ang(M_{i-1}, M_i)|$ 
        j++
    end if
    if j > m then break
next i
    
```

표3은 데이터 궤적  $V = \{(350,10), (10,10), (10,10), (30,10), (20,10), (330,10)\}$ 와 질의 궤적  $Q = \{20, 10, 340\}$  사이의 유사도를 유사 부분궤적 알고리즘을 이용하여 측정한 표를 보여준다.

표 3. 유사도 측정 표  
Table 3. Table of Similarity Measurement

(330,10)	X	X	10
(20,10)	0	10	X
(30,10)	10	20	X
(10,10)	10	0	X
(10,10)	10	0	X
(350,10)	X	X	10
M/Q	20	10	340

표3에서 보는 바와 같이 X 표시는 임계치 값을 벗어난 경우를 의미하며 숫자들은 유사 정도를 나타내고 있다. 그리고 숫자 값이 작을수록 유사도가 높은 것을 의미한다. 이동 객체의 궤적과 질의 궤적간의 유사도가 순차적으로 존재 할 경우 유사 부분 궤적으로 선택된다.

### 3.5 질의 분석 및 특징

멀티미디어 데이터 가운데 텍스트나 이미지 데이터와는 달리 비디오 데이터가 지니는 가장 중요한 특징은 이동 객체에 대한 움직임 정보이다. 이러한 움직임 정보는 각각의 프레임 내에서의 객체들 간의 공간적인 정보와 일련의 프레임들 간의 시간적인 정보가 결합된 시공간 관계성을 통해 표현된다. 일반적으로 축구 비디오 데이터베이스를 기반으로 원하는 축구 비디오 샷을 검색하기 위한 사용자의 질의 타입은 세 가지(궤적 기반 질의, 행위자 기반 질의, 의미 기반 질의)의 질의로 분류된다.

궤적 기반 질의는 축구 비디오 데이터에서 축구공이나 주요 선수들과 같은 이동 객체의 궤적에 기반을 둔 질의를 말하며 대표적인 질의로는 다음과 같다. “사용자가 스케치한 축구공의 궤적과 유사한 궤적을 가진 축구 비디오 샷을 찾아라.” 그리고 행위자 기반 질의는 축구 비디오 데이터에서 축구공을 소유하고 있거나 관련 있는 주요 선수 이름에 기반을 둔 질의를 말하며 대표적인 질의로는 다음과 같다. “‘박지성’이라는 선수가 ‘어시스트’하는 장면을 포함하는 축구 비디오 샷을 찾아라.” 마지막

으로, 의미 기반 질의는 코너킥 페널티 킥, 골 킥, 드로우인, 프리 킥, 센터링 등과 같이 축구 비디오 데이터에서 매우 중요한 의미 정보에 기반을 둔 질의를 말하며 대표적인 질의로는 다음과 같다. “‘코너 킥’ 혹은 ‘페널 킥’으로 골인된 모든 축구 비디오 샷을 찾아라.”

그리드 기반 유사 부분궤적 기법은 다음과 같은 특징 및 장점을 갖는다. 첫째, 셀 안 궤적의 Start point와 End point의 위치만을 비교함으로써 빠르고 간단하게 부분궤적 검색 가능하고 둘째, 부분궤적 검색뿐만 아니라 전체 궤적 검색도 가능하다. 그리고 셋째, 복잡한 유사 측정 방법 대신 임계치 값을 적용함으로써 효율적인 유사 검색 가능하고 넷째, 질의 궤적을 데이터 궤적의 단위 길이에 맞는 크기로 그리드화 함으로써 반복적인 데이터 궤적의 그리드화 비용을 줄일 수 있다.

## IV. 결 론

이동 객체의 궤적은 내용 기반 비디오 검색을 위해 비디오의 내용이나 의미를 색인 하는데 있어 매우 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 비디오 데이터가 지니는 이동 객체의 궤적에 대한 효율적인 유사 부분궤적 검색을 지원하는 새로운 그리드 기반 검색 기법을 제안하였다. 제안하는 그리드 기반 검색 기법은 이동 객체의 궤적을 모델링하기 위해 사용되는 속성인 단위각과 사용자에게 의한 유사 정도(tolerance)에 따른 임계값을 추출하여 유사 검색을 가능하게 하였다. 아울러 주어진 질의 궤적에 대해서 빠른 검색 성능을 위해 이동 객체의 궤적을 단위 길이에 따른 그리드로 분할하여 근사 매칭을 하는 기법을 제안하였다.

향후 연구 과제로는 제안하는 그리드 기반 유사 부분궤적 검색을 위한 사용자 인터페이스를 설계 및 구현하는 것이다. 또한, 실제 비디오 데이터로부터 추출한 대용량의 이동 객체 궤적 데이터를 이용하여 제안하는 검색 기법에 대한 성능의 우수성과 유용성을 검증하기 위한 성능 평가를 수행하는 것이다.

## 참 고 문 헌

[1] Parketal, S. H., “Efficient Searches for Simialr

Subsequence of Difference Lengths in Sequence Databases,” In.Proc . Int’l . Conf. on Data Engineering. IEEE, pp.23-32, 2000.

[2] Bar-Joseph, Z., Gerber, G., Gifford, D., Jaakkola, T., & Simon, I. “A new approach to analyzing gene expression time series data,” Proceedings of the Sixth RECOMB, pp.39-48, 2002.

[3] Levenshtein, “Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals,” Soviet Physics-Doklady, pp.707-710 1966.

[4] Agrawal, R., Lin. K., Sawhney, H.S., & Shim, K., “Fast similarity search in the presence of noise, scaling and translation in time-series databases,” Proceedings of the VLDB, pp.490-501, 1995.

[5] John Z. Li, M. Tamer Ozsu, Duane Szafron, “Modeling Video Temporal Relationships in an Object Database Management System,” In Proceedings of Multimedia Computing and Networking(MMCN97), pp.80-91, 1997.

[6] Yi, B. K., Lagadish, H. V., and Faloutsos, C., “Efficient Retrieval of Similar Time Sequences Under Time Warping ,” In.Proc . Int’l . Conf. on Data Engineering, IEEE, pp.201- 208 , 1998.

[7] Das, G., Gunopulos, D., & Mannila, H., “Finding similar time series,” Proceedings of the PKDD Symposium, pp.88-100, 1997.

[8] Vlachos, M., Kollios, G., & Gunopulos, D. “Discovering similar multidimensional trajectories,” Proceedings of the ICDE, pp.673-684, 2002.

저자 소개

이 기 영(중신회원)



- 제 9 권 4호 참조
- 1991년~현재 을지대학교 의료산업학부 부교수
- <주관심분야 : 공간 데이터베이스, GIS, LBS, USN, 텔레매틱스 등>

임 명 재(중신회원) :교신저자



- 제 9 권 4호 참조
- 1992년 ~ 현재 을지대학교 의료산업학부 부교수
- <주관심분야 : S/W공학, CBD 방법론, HCI 등>

김 규 호(정회원)



- 제 9 권 4호 참조
- 1992년~현재 을지대학교 의료산업학부 부교수
- <관심분야 : USN, U-Healthcare, 임베디드시스템 등>

김 정 준(정회원)



- 제 9 권 2호 참조
- 2005년~현재 건국대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사 수료.
- <주관심분야 : 공간 메인 메모리 데이터베이스, GIS, LBS, 텔레매틱스, USN 등>