

논문-00-5-1-05

물체의 움직임 궤적에 기반한 감시 비디오의 검색

정 영 기*, 이 규 원**, 호 요 성***

Surveillance Video Retrieval based on Object Motion Trajectory

Young-Kee Jung*, Kyu-Won Lee**, and Yo-Sung Ho***

요 약

본 논문에서는 감시 비디오의 검색을 위해 객체 단위의 특징을 이용한 새로운 비디오 색인 및 탐색 방법을 제안한다. 의미론적 인 레벨에서 각각의 객체에 접근하기 위해 객체의 움직임 궤적 모델을 색인 인자(Key)로 이용하였다. 객체 움직임 궤적을 이용한 내용 기반의 비디오 색인을 위해 비디오 시퀀스에서 움직임 분할에 의해 객체를 검지한 다음, 분할된 객체를 추적하여 움직임 궤적을 생성하고 이를 기호적인 표현으로 모델링한다. 제안된 검색 시스템은 query by example, query by sketch 및 query on weighting parameters 등의 사건 기반의 비디오 검색을 위한 다양한 질의 유형을 지원할 수 있도록 설계되었다. 관심있는 비디오 클립(clip)을 검색했을 때, 제안된 시스템은 유사도에 따라 순서대로 정합된 사건들을 결과로 출력한다.

Abstract

In this paper, we propose a new method of indexing and searching based on object-specific features at different semantic levels for video retrieval. A moving trajectory model is used as an indexing key for accessing the individual object in the semantic level. By tracking individual objects with segmented data, we can generate motion trajectories and set model parameters using polynomial curve fitting. The proposed searching scheme supports various types of queries including query by example, query by sketch, and query on weighting parameters for event-based video retrieval. When retrieving the interested video clip, the system returns the best matching event in the similarity order.

I. 서 론

비디오 시퀀스 내에서 특정한 내용을 검색하고자 할 때, 하나의 비디오 객체는 계층적으로 구성된 비디오 표현

* 호남대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Engineering Honam University

** 대전대학교 정보통신공학과
Dept. of Information & Communications Taejon University

*** 광주과학기술원 정보통신공학과
Dept. of Information & Communications Kwang-Ju Institute of Science and Technology

※ 본 연구는 광주과학기술원(K-JIST) 초고속광네트워크연구센터(UFON)를 통한 한국과학재단 우수연구센터(ERC)와 교육부 두뇌한국21(BK21) 정보기술사업단의 지원에 의한 것입니다.

에서 의미론적으로 다른 레벨의 특징들을 제공할 수 있다. 비디오는 일반적으로 시퀀스, 장면, 화면, 프레임, 객체 및 영역으로 구성된다. 비디오 시퀀스에서 하나의 객체는 여러 가지 특성을 가질 수 있고, 객체의 움직임 궤적은 그 중 하나의 특성이다.

한 객체의 움직임 궤적은 객체의 동적인 이동 진로를 나타낸다. 비디오 감시에서 움직임 궤적은 특정 방향과 속도를 갖고 이동하는 객체가 포함된 비디오의 위치를 검색하는데 이용될 수 있다. 따라서, 객체의 움직임 궤적은 객체 행위를 표현하는데 중요한 특징이 된다. 이러한 객체 기반의 움직임 궤적은 현재 작업중인 MPEG-7 표준의 주요 표준화 대상이다^{[1][2][3]}

객체의 움직임 궤적을 이용한 내용 기반의 비디오 색

인을 위해 비디오 시퀀스에서 움직임 분할에 의해 객체를 검지한다^{[4][5][13][14]}. 그뒤, 분할된 객체를 추적하여 움직임 측정을 생성하고, 이를 기호적인 표현으로 모델링한다^{[6][11][13][14]}. 이러한 측정 모델은 의미론적인 레벨에서 객체를 접근하기 위한 색인 인자(Key)로 이용될 수 있다.

본 논문에서는 비디오 검색을 위해 객체 지향의 효율적인 색인 방법과 객체를 탐색하기 위한 새로운 정합 기준(Matching Criterion)을 제안하였다. 또한 query by example, query by sketch 및 query on weighting parameters 등의 사건 기반의 비디오 검색을 위한 다양한 질의(query) 유형을 설계하였다. 제안된 시스템은 관심있는 비디오 클립(clip)을 검색하기 위해 유사도에 따라 순서대로 정합된 사건들을 결과로 출력한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장과 III장에서 비디오 시퀀스 상에서 객체를 분할하고 추적하기 위해 제안된 알고리즘을 설명한다. IV장에서는 다항식 근사를 이용한 효율적인 움직임 측정의 표현 방법을 기술한다. V장은 비디오 시퀀스를 사건 기반으로 표현하고 색인을 위한 새로운 정합 기준과 탐색 방법을 제안한다. 마지막으로 VI장과 VII장에서는 각각 제안된 알고리즘을 영상 감시용 비디오 시퀀스에 적용한 시뮬레이션 결과를 제시하고 결론을 맺는다.

II. 객체 분할 (Object Segmentation)

그림1은 객체를 분할하기 위한 객체 분할 알고리즘의 블록도이다.

적응적인 배경 갱신을 위해 시간적인 중앙값(Temporal Median) 연산을 이용한다[8].

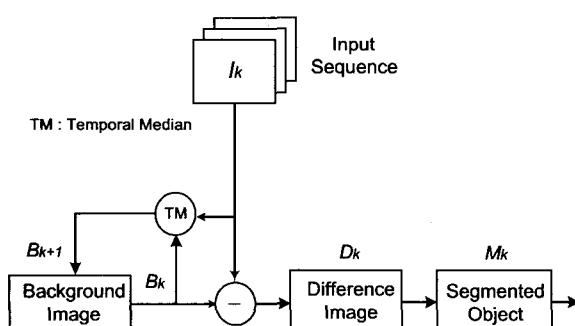


그림 1. 객체 분할
Fig. 1. Object segmentation

영상 시퀀스의 입력 I_k 에 대해 배경 시퀀스 B_k 는 식 (1)과 같이 화소 단위의 비교를 통해 각각의 프레임에 대해 갱신된다.

$$B_{k+1}(x) = \begin{cases} B_k(x) + 1, & \text{if } B_k(x) < I_k(x) \\ B_k(x) - 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

분할 영상 M_k 는 입력 영상 I_k 와 배경 영상 B_k 의 차이 값의 절대값을 이진화하여 얻어진다.

III. 객체 추적 (Object Tracking)

새로운 객체를 검지한 후에는, 관측된 객체의 위치 정보로부터 다음의 위치를 예측하여 객체를 효율적으로 추적할 수 있다. 이를 위해 선형 칼만 필터(Linear Kalman Filter)를 이용한 이차원 특징에 기반한 추적 알고리즘을 설계하였다^{[7][10]}. 본 논문에서는 객체를 추적하기 위해 객체의 중심 위치와 크기를 특징으로 이용하였다.

일반적으로 칼만 필터는 시스템 상태 $x(k)$ 를 측정하는데 최적화된 선형 최소 오류 분산(Linear Minimum Variance of Errors)을 갖는 연속적이고 반복적인 알고리즘이다. 본 논문에서는 측정하기 위한 시스템의 상태를 식 (2)와 같이 이동 객체의 중심과 크기의 변화 값을 그 성분으로 갖는 4차원 벡터로 정의한다.

$$x(k) = \begin{pmatrix} \Delta x_center(k) \\ \Delta y_center(k) \\ \Delta xsize(k) \\ \Delta ysize(k) \end{pmatrix} \quad (2)$$

따라서 선형 칼만 필터의 시스템 모델과 관측 모델로부터 유도된 회귀적 칼만 필터(Recursive Kalman Filter) 알고리즘을 적용한다. 알고리즘의 동작은 상태변수 초기화, 다음 상태변수 예측 및 현재 상태변수 갱신의 세 가지 단계로 이루어진다. 초기화 단계에서 객체가 검지된 후, 연속된 두 프레임의 측정치로부터 중심의 변화값과 크기의 변화값을 계산하여 상태변수 $x(0)$ 를 초기화한다. 그런 다음, 예측 단계에서는 다음 상태를 예측하고, 다음 단계에서는 실제 관측치를 이용하여 예측된 상태를 보정하는 과정이 반복된다.

IV. 객체 움직임 궤적의 표현

이동 객체의 궤적은 계속되는 프레임에서 객체의 중심좌표를 모은 연속적인 점들이다. 따라서 식(3)과 같이 다항식으로 객체의 궤적을 근사화할 수 있다.

$$y(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + a_nx^n \quad (3)$$

여기서 n 은 근사화 차수이고, 다항식 $y(x)$ 는 ($n+1$) 개의 계수를 갖는다. 예를 들어, k 개의 중심점들을 3차 다항식 곡선으로 근사화한다면, 다항식 곡선과 중심점 사이의 차이값의 제곱의 합을 최소화하는 최소제곱 곡선 정합에 의해 미지의 계수 a_0, a_1, a_2 및 a_3 을 구할 수 있다. 근사화된 다항식 곡선은 다음과 같이 $k \times 4$ 의 행렬로 표현되는 k 개의 식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_{k-1} \\ y_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & x_1^3 \\ 1 & x_2 & x_2^2 & x_2^3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{k-1} & x_{k-1}^2 & x_{k-1}^3 \\ 1 & x_k & x_k^2 & x_k^3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} \quad (4)$$

위와 같은 정합은 데이터값을 정확하게 근사화할 수는 없지만, 정합된 곡선은 움직임 궤적의 대략적인 형상을 표현한다. 따라서 단지 몇 개의 다항식 계수만을 가지고 움직임 궤적을 표현할 수 있다. 그림 2는 근사화 된 하나의 다항식 곡선의 예를 보여준다.

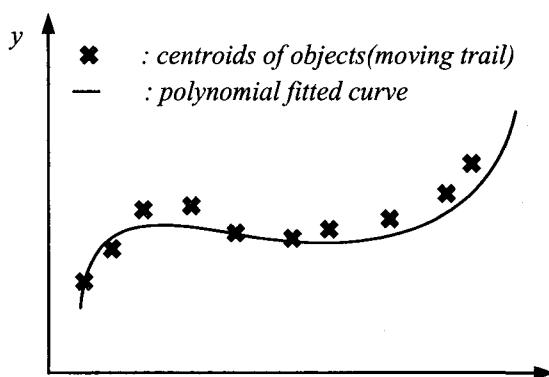


그림 2. 근사화된 다항식 곡선 정합
Fig. 2. Polynomial curve fitting

1. 움직임 궤적 표현자(Motion trajectory descriptor)의 구조

궤적의 형상을 효율적으로 표현하기 위해 본 논문에서 제안한 움직임 궤적 표현자의 구조는 <표 1>과 같다.

표 1. 움직임 궤적 표현자의 구조

Table 1. Structure of motion trajectory descriptor

Components	Value	Data Type
<i>VO_ID</i>	Video object number	<i>int</i>
<i>Birth_Time</i>	Frame number	<i>int</i>
<i>Death_Time</i>	Frame number	<i>int</i>
<i>Birth_Position</i>	(<i>x, y</i>)	<i>int*2</i>
<i>Death_Position</i>	(<i>x, y</i>)	<i>int*2</i>
<i>Trajectory</i>	Main axis: [0: <i>x, 1:y</i>] 1-bit	<i>1-bit</i>
	Polynomial Coefficients a_0, a_1, a_2, a_3	<i>float*4</i>

움직임 표현자의 세부 구성을 살펴보면, 비디오 객체의 고유번호를 나타내기 위한 *VO_ID*, 객체가 장면으로부터 나타내는 시점을 나타내는 *Birth_time*, 비디오 객체의 생성시의 *x, y* 좌표 값인 *Birth_position*, 객체가 장면으로부터 사라지는 시점을 나타내는 *Death_time*, 비디오 객체의 소멸시의 *x, y* 좌표 값인 *Death_position*, 움직임 궤적의 곡선 정합의 근사화 차수를 나타내는 *N_order* 등이 정의된다.

2. 움직임 궤적 표현자의 문법

본 논문에서 제안한 움직임 궤적 표현자의 문법을 그림 3에 나타내었다.

```

Object_Motion_Trajectory {
    int VO_ID
    int Avg_Half_Width_of_Object, Avg_Half_Height_of_Object;
    int Birth_time, Birth_position_x, Birth_position_y;
    int Death_time, Death_position_x, Death_position_y;
    MT_Description
}
MT_Description {
    interpolation_function coefficients[N_order];
}

```

그림 3. 움직임 궤적 표현자의 문법
Fig. 3. Syntax of object motion trajectory descriptor

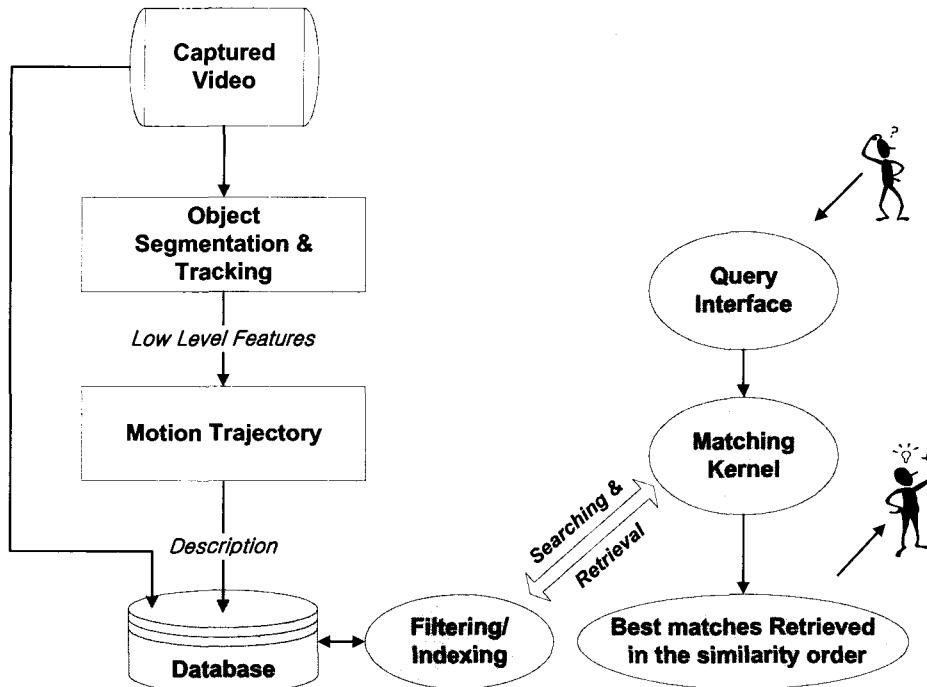


그림 4. 객체기반의 색인 및 검색 절차

Fig. 4. Procedure of indexing and retrieval of object-specific events

V. 비디오 색인 및 검색 (Video Indexing and Retrieval)

일반적으로 감시용 비디오의 대부분 정보는 장면 내에서 움직이는 객체와 관련이 많다. 특히, 사람이나 차량과 같이 움직이는 객체를 검색하는 것을 주요 목표로 삼는다. 따라서 감시용 비디오에서 효율적인 검색을 위해서는 객체 기반의 비디오 객체를 색인하는 것이 필요하다.

그림 4는 객체 중심의 사건을 색인하고 검색하기 위한 절차를 나타낸다. 객체의 시간적인 사건을 등록하기 위해, 데이터베이스에 사건의 표현자와 원래의 비디오 클립(Clip)을 저장한다. 관심있는 비디오 클립을 검색하기 위해, 하나의 질의어(Query)가 인터페이스를 통해 입력되면, 질의어의 형태를 하나의 표현자로 변환한 후 데이터베이스에 저장된 모든 표현자들과 비교한다. 그뒤, 유사도에 따라 가장 높은 정합 값을 갖는 순서대로 정합된 사건들을 출력하게 된다.

본 논문에서는 정합을 위한 기준을 다음과 같이 제안한다. 정합 기준은 query by example, query by sketch 및 query on weighting parameters 등의 사건 기반의 비디오 검색을 위한 다양한 질의어를 제공한다.

1. 정합 방법 (Matching Scheme)

(a) 용어의 의미

q 와 s 는 정합을 위한 질의어와 객체의 데이터를 나타내기 위한 아래 첨자이다. $[P]$ 는 근사화 된 케적의 계수들이다. 또한 v 는 비디오 객체의 속도이고, α, β 는 케적 형상과 속도의 정합에 쓰이는 가중 계수이다.

▶ 거리 함수

케적 형상의 거리 함수는 다음과 같이 정의된다.

$$d([P]_q, [P]_s) = (a_{0q} - a_{0s})^2 + (a_{1q} - a_{1s})^2 + (a_{2q} - a_{2s})^2 + (a_{3q} - a_{3s})^2 \quad (5)$$

반면, 속도에 대한 거리 함수는 다음과 같이 정의된다.

$$d(v_q, v_s) = (v_q - v_s)^2 \quad (6)$$

케적 형상과 속도를 고려한 거리 함수는 가중 계수를 곱하여 합한 수식으로 표현된다.

$$d(Q, S) = \alpha \cdot d([P]_q, [P]_s) + \beta \cdot d(v_q, v_s) \quad (7)$$

여기에서 α, β 는 가중 계수이고, 이 계수들은 〈표2〉와 같이 질의어 형태에 따라 다르게 적용되며, 질의시에 사용자에 의해 조절될 수 있다.

표 2. 레벨과 가중계수
Table 2. Levels and weights

Level \ Value	0	1	2	3	4
α	0	0.5	1.0	1.5	2
β	0	25	50	75	100

2. 질의어 유형 (Query Types)

(a) Query by Example

움직이는 객체를 포함하는 비디오 클립 자체를 질의로 선택하는 유형이다. 즉, 질의로 가해진 비디오 클립 내 움직임 객체와 이동 궤적, 속도 등의 특성이 가장 유사한 비디오 클립을 검색하는 데 이용한다.

(b) Query by Sketch

움직이는 물체의 궤적을 다항식 곡선으로 근사화한 다음, 질의어 궤적의 다항식 계수와 데이터베이스의 계수들과 비교한다. 그림 5는 query by sketch 질의어 유형에 의한 예를 보여주고 있다. 그림 5와 같이 사용자에 의해

+ 기호들이 표시되면, 최소제곱 곡선 정합에 의해 근사화된 궤적이 구해진 것이다. 먼저 찾고자 하는 궤적을 스케치하는 형태로 질의한 후, 스케치에 선택된 점들을 잇는 근사 곡선의 계수와 DB에 저장된 이동 궤적 곡선의 계수와 비교하여 유사도가 높은 이동 궤적을 포함하는 비디오 클립을 찾는다.

(c) Query on Parameter Weighting

사용자는 비디오 궤적의 형태, 이동 속도 및 위치를 고려하여 이러한 조건을 갖는 객체를 찾을 수도 있다. 따라서 질의 유형은 정의된 궤적 표현 변수들을 가지고 다양한 가중치 표현에 의한 질의가 가능하다. 가중 계수는, 표 2에 보인 것과 같이, 질의어 형태에 따라 다르게 적용된다.

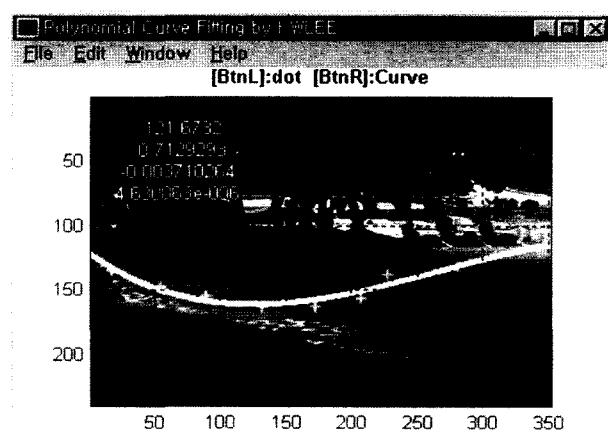
3. 정합 기준 (Matching Criterion)

제안된 궤적 표현은, 앞에서 정의한 바와 같이, 다양한 질의 유형을 제공한다. 질의에 대한 각각의 정합 기준은 다음과 같다.

(a) Q1-1 : Query by Example (속도 유사도에 따른 검색)

Q 와 S 를 각각 질의 사건과 저장 사건이라고 가정하면, 두 궤적의 거리 $d(Q, S)$ 는 다음 식(8)과 같이 정의된다.

$$d_{1-1}(Q, S) = \min[\alpha \cdot d([P]_q, [P]_s) + \beta \cdot d(v_q, v_s)] \quad (8)$$



(a) 스케치를 통한 질의



(b) 검색 결과(1st ranked)

그림 5. 스케치를 통한 질의 예

Fig. 5. Example of sketch-based query

여기서 i 는 비디오 객체들의 계수이다. 이 질의 유형에서는 질의 사건의 객체와 속도가 가장 유사한 비디오 클립을 찾고자 하는 것이므로, 이동궤적의 유형 가중치는 낮은 값을 선택하고 속도 가중치는 높은 값을 선택한다. 즉, $\alpha=0$, $\beta=4$ 를 사용하고, 최소 거리 $d_{(1-1)}(Q, S)$ 을 갖는 S 를 선택한다.

(b) Q1-2: Query by Example (궤적 유사도에 따른 검색)
 궤적 거리 $d_{(1-2)}(Q, S)$ 은 $d_{(1-1)}(Q, S)$ 과 같다. 상기의 Q1-1유형 질의와 달리 본 질의 유형에서는 이동 궤적의 유사도에 기반한 질의 유형이므로 $\alpha=4$, $\beta=0$ 을 사용하고, 최소 거리 $d_{(1-2)}(Q, S)$ 을 갖는 S 를 선택한다.

(c) Q2 : 이동 방향에 따른 검색

본 질의 유형은 사용자가 임의의 이동 방향을 선택하고, 저장 사건의 객체중에서 질의 방향과 유사하게 이동한 객체를 포함하는 비디오 클립을 반환하도록 한다. 저장 사건 객체의 이동 방향은 식(9)와 같이 계산하며, 식(10)과 같이 질의로 가해진 이동각과 저장 사건에 포함된 객체의 이동각을 비교하여 최소 거리 $d(Q, S)$ 를 갖는 S 를 선택한다.

$$\theta = \arctan(dy/dx) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} dx &= \text{Death_position_x} - \text{Birth_position_x} \\ dy &= \text{Death_position_y} - \text{Birth_position_y} \end{aligned}$$

$$d_2(Q, S) = d_2(Q_q, S_s) \quad (10)$$

(d) Q3 : Query by Sketch (속도에 관계없이 궤적 유사도에 따른 검색)

스케치에 의한 질의는 질의창 안에서 사용자가 요구하는 궤적의 형태를 몇 개의 점들로 입력하여 구성하며, 입력된 점들을 곡선으로 근사화한다. 이러한 근사화 과정을 통해 얻어진 근사화 계수를 이미 색인된 이동 궤적의 근사화 계수와 비교하여 검색을 수행한다. 이것은 (b) 항과 같이 객체의 속도를 배제한 이동 궤적 경로의 유사도를 비교하는 질의 유형이므로 정합 기준도 Q1-2로 사용한다.

VI. 실험 결과

카메라가 고정된 환경에서 취득된 비디오에서 물체의 이동 유무를 검지하고 다중 이동 객체를 개별적으로 추적하였다. 본 논문에서 제안한 바와 같이 객체의 이동 궤적 정보를 다항 곡선 정합 계수로써 단순화하여 DB에 저장한 후 비디오 객체의 시간적인 사건에 기반한 색인 및 검색 결과를 설명한다. 실험에서는 SPEEDWAY 시퀀스 및 하나의 ROAD 시퀀스의 5가지 MPEG-7 표준 테스트 비디오를 이용하였다. SPEEDWAY 시퀀스들은 왕복 차선과 갓길 도로의 배경을 가지고 있으며, 갓길 운행 정지 차량 및 무단 도로 횡단 등의 비정상적인 흐름을 가진다. ROAD 시퀀스는 보행자, 자동차 및 자전거 등의 다양한 움직임 형태를 가진다.

비디오 감시 응용을 위해 제안된 본 검색 시스템은 비디오 객체의 궤적 정보에 따른 다양한 질의 유형을 제공한다. 그림 6과 그림 7에 ROAD 시퀀스에서 추출된 비디오

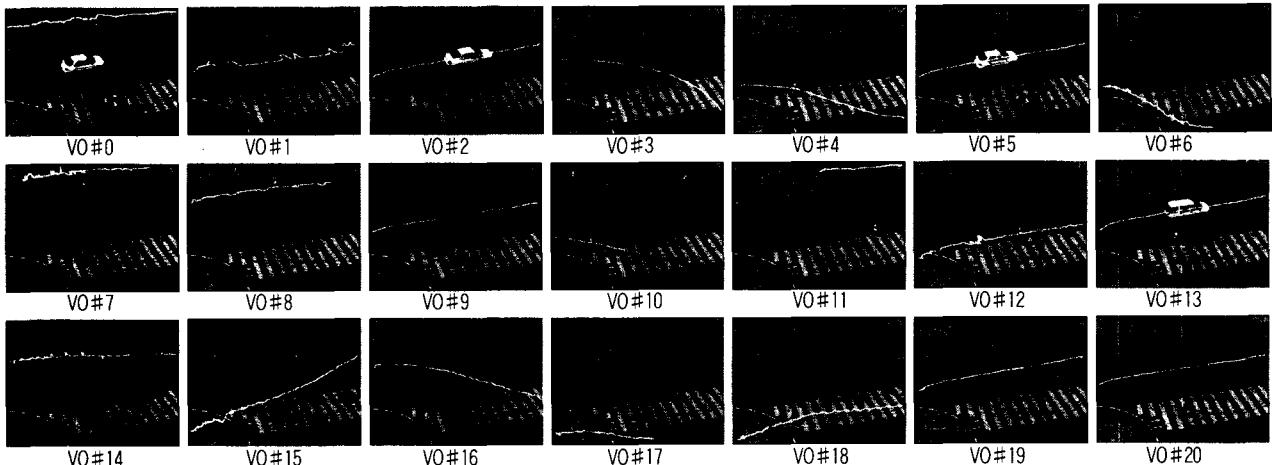


그림 6. Road 시퀀스의 비디오 객체
Fig. 6. Video objects for ROAD sequence

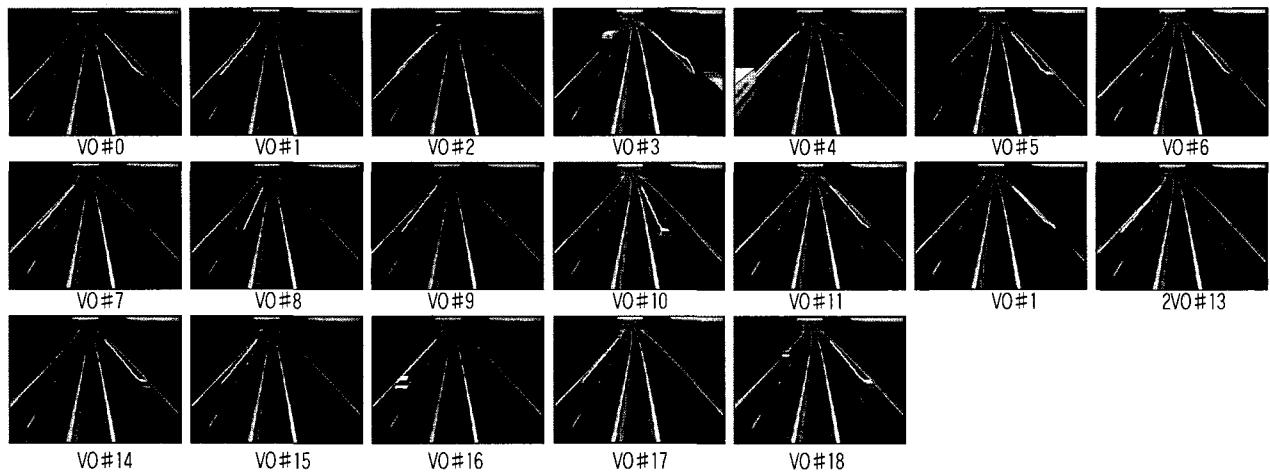


그림 7. Speedway2 시퀀스의 비디오 객체
Fig. 7. Video objects for SPEEDWAY2 sequence

객체들과 SPEEDWAY2 시퀀스에서 추출된 비디오 객체들을 나타내었다. 제안된 여러 가지 정합 기준들의 성능을 측정하기 위해, 정의된 질의 유형들에 대해 몇 가지 실험들을 반복적으로 수행하였다. 표 3, 표 4와 표 5는 정합 기준들에 따른 ROAD 시퀀스와 SPEEDWAY2 시퀀스의 검색 결과를 보여주고 있다.

표 3은 query by example의 유사도에 따른 10 가지의 검색 결과를 보여준다. SPEEDWAY2 시퀀스의 S3의 경우, 그림 7의 VO#3에서 보는 바와 같이, 트럭이 남쪽에서 북쪽 방향으로 진행되는 궤적 형태를 가진다. 따라서

이 질의에 대한 검색 결과는 표 3과 같이 비슷한 궤적을 가지는 모든 비디오 객체들을 출력하게 된다.

표 4는 움직임 방향에 따른 질의에 대한 검색 결과를 보여주고 있다. 각 비디오 시퀀스에 대하여 2 가지의 각으로 질의를 가한 결과 질의각과 유사한 이동 특성을 갖는 비디오 객체가 순서대로 검색됨을 확인하였다.

표 5는 query by sketch의 질의에 대한 결과이다. 이때, 상위 순위로 검색된 비디오 객체의 경우는 질의 객체와 이동 특성이 매우 유사함을 확인할 수 있다. 검색 대상으로 삼은 비디오 객체의 샘플 수가 적어 낮은 순위로 검색

표 3. Q1-2에 대한 검색 결과: query by example
Table 3. Retrieval results for Q1-2: query by example

시퀀스	질의어로 쓰인 비디오 객체번호	Top-10 retrieval results
ROAD	R0	R0-R1-R9-R20-R8-R5-R19-R13-R18-R4
	R3	R3-R16-R12-R14-R15-R6-R2-R7-R10-R11
SPEEDWAY2	S3	S3-S12-S0-S14-S18-S11-S6-S5-S10-S8
	S15	S15-S9-S1-S13-S7-S16-S17-S2-S4-S8

R#: Number of Video Object for ROAD, S# : Number of Video Object for SPEEDWAY2

표 4. Q2에 대한 검색 결과 : 움직임 방향
Table 4. Retrieval results for Q2 : moving direction

시퀀스	질의어로 쓰인 비디오 객체번호	Top-10 retrieval results
ROAD	0	R11-R17-R8-R1-R20-R10-R9-R0-R13-R5
	135	R6-R3-R16-R14-R7-R2-R12-R15-R18-R19
SPEEDWAY2	-135	S2-S4-S16-S13-S7-S17-S1-S15-S9-S8
	135	S3-S12-S11-S6-S14-S0-S5-S18-S10-S2

표 5. Q3에 대한 검색 결과 : query by sketch

Table 5. Retrieval results for Q3 : query by sketch

시퀀스	궤적 유사도에 의한 질의	Top-10 retrieval results
ROAD		R3-R16-R14-R12-R15-R6-R2-R7-R10-R11-R13-R18-R4
SPEEDWAY2		S3-S12-S11-S0-S18-S14-S6-S5-S10-S8

된 비디오 객체의 경우 질의 객체의 이동 특성과 비교하기에는 거리가 있다. 그러나, 본 시스템이 현장에 적용되어 장시간의 비디오 객체를 대상으로 검색을 행한다면 비디오 검색을 요구하는 사용자에게 편리한 도구로 이용될 수 있을 것이다. 표 3, 표 4와 표 5에 나타난 바와 같이, 제안된 정합기준은 여러 가지 질의에 대해 성공적으로 적용되고 있음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 카메라가 고정된 감시 비디오 환경에서 발생할 수 있는 다양한 사건들을 효율적으로 분류할 수 있도록, 비디오 내의 이동 객체를 검지하여 추적하고, 이들의 이동 궤적을 기호적으로 표현하는 모델을 제시하였다. 또한, 비디오 감시 응용을 위해 객체의 움직임 궤적에 기반한 새로운 비디오 검색 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 비디오 객체의 궤적 정보에 따른 다양한 질의 유형을 제공하고, 실제 감시용 비디오 시퀀스에 적용한 검색 실험 결과를 통해 질의 유형과 정합 기준이 성공적으로 동작함을 알 수 있었다. 앞으로 카메라가 움직이는 환경에 제안된 방법을 적용하고 감시 분야외의 보다 보편적인 비디오 검색을 위한 알고리즘으로 확장해 나갈 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] S. Jeannin, "MPEG-7 Visual part of eXperimentation Model Version 1.0", *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/MPEG99/N2695*, Seoul, Mar. 1999.
- [2] J. W. Kim, K.W. Lee, O. Hori and T. Kaneko, "Core Experiments on MPEG-7 Object Motion Trajectory Descriptors," *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/MPEG99/M4708*, Vancouver, Jul. 1999.
- [3] K. W. Lee and J. W. Kim, "Hierarchical Motion Trajectory Descriptor," *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/MPEG99/M4708*, Vancouver, Jul. 1999.
- [4] T. Meier and K. N. Ngan, "Automatic Segmentation of Moving objects for Video Object Plane Generation," *IEEE Trans. CSVT*, vol. 8, no. 5, pp. 525-538, Sep. 1998.
- [5] R. Castagno, T. Ebrahimi, and M. Kunt, "Video Segmentation Based on Multiple Features for Interactive Multimedia Applications," *IEEE Trans. CSVT*, vol. 8, no. 5, pp. 562-571, Sep. 1998.
- [6] F. Bremond and M. Thonnat, "Tracking Multiple Nonrigid Objects in Video Sequence," *IEEE Trans. CSVT*, vol. 8, no. 5, pp. 585-591, Sep. 1998.
- [7] J. Malik and S. Russell, "A Machine Vision Based Surveillance System for California Roads," *PATH Project MOU- 83 Final Report, University of California, Berkeley*, 1994.
- [8] N. McFalane and C. Scholfield, "Segmentation and

- Tracking of Piglets in Images," *Machine Vision and Application*, vol. 8, pp. 187-193, Oct. 1995.
- [9] R. Rosales and S. Sclaroff, "Improved Tracking of Multiple Humans with Trajectory Prediction and Occlusion Modeling," IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, Workshop on the Interpretation of Visual Motion, pp. 127-134, June 1998.
- [10] A.M. Tekalp, "Digital Video Processing, Prentice Hall," 1993.
- [11] B. Rao, H. Durrant-Whyte, and J. Sheen, "A Fully Decentralized Multi-Sensor System For Tracking and Surveillance," *The International Journal of Robotics Research*, vol. 12, no. 1, pp. 20-44, Feb. 1993.
- [12] Requirements Group, "Licensing Agreement for the MPEG-7 Content Set," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/MPEG98/N2466, Atlantic City, Oct. 1995.
- [13] 정영기, 호요성, 차량의 영상 추적을 통한 지능적인 교통정보 추출 알고리즘, *Telecommunications Review*, 제9권, 제4호, pp. 582-596, 1999. 7/8.
- [14] Y. K. Jung and Y. S. Ho, "Traffic Parameter Extraction using Video-based Vehicle Tracking," *IEEE Int'l Conference on ITS*, pp. 764-769, Oct. 1999.

저자 소개

정영기



1986. 2 : 서울대학교 전기공학과 공학사
 1986. 1 ~ 1999.2 : LG산전 연구소 선임 연구원
 1994. 7 : 한국과학기술원 전기및전자과 공학석사
 1997. 3 ~ 현재 : 광주과학기술원 정보통신과 박사과정
 1999.9 ~ 현재 : 호남대학교 컴퓨터공학과 교수
 주관심분야 : 영상신호 처리 및 압축, 움직임 추적, 내용기반 비디오검색, 교통영상감시

이규원



1986. 2 : 연세대학교 공과대 전자공학과 공학사
 1988. 2 : 연세대학교 대학원 전자공학과 공학석사
 1988. 2 ~ 1989. 8 : LG산전(주) 연구소 연구원
 1989. 9 ~ 2000. 2 : 한국전자통신연구원 선임연구원
 1998. 2 : 연세대학교 대학원 전자공학과 공학박사
 2000. 3 ~ 현재 : 대전대학교 정보통신공학과 교수
 주관심분야 : 멀티미디어 검색, Computer Vision, Motion Analysis, 영상처리, Digital 방송

호요성



1977. 3 ~ 1981. 2 : 서울대학교 전자공학과 학사
 1981. 3. ~ 1983. 2 : 서울대학교 전자공학과 석사
 1983. 3. ~ 1995. 9 : 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
 1984. 9. ~ 1989. 12 : 미국 University of California, Santa Barbara 박사
 1990. 1. ~ 1993. 5 : 미국 필립스연구소 선임연구원
 1995. 9. ~ 현재 : 광주과학기술원 부교수
 주관심분야 : 영상통신, 신호압축, 디지털 TV 방송, HDTV, 디지털 오디오 방송