

공간 관계 그래프를 이용한 움직임 객체의 의미 표현

조미영*, 최준호, 신주현, 윤미진, 김판구

*조선대학교 전자계산학과

{irune80*, spica, jhshin, mjyoon, pkkim}@mina.chosun.ac.kr

Semantic Representation of Moving Object Using Spatial Relationship Graph

Mi-Young Cho*, Jun-Ho Chio, Ju-Hyun Shin, Mi-Jin Yoon, Pan-Koo Kim

*Dept of Computer Science, Chosun University

요 약

비디오 데이터는 미디어의 특성상 시간의 흐름에 따라 객체의 위치가 변하는 움직임 객체(Moving Object)를 가지며, 이러한 움직임으로부터 어떤 개념 혹은 의미(Semantic) 정보를 추출해 낼 수 있다. 본 논문에서는 Egenhofer에 의해 정의된 공간 관계 표현을 이용하여 공간 관계 그래프를 정의하고 이 그래프를 통하여 움직임 객체의 의미를 표현하고자 한다. 이를 이용하면 사용자는 비디오 데이터에서 객체의 움직임을 이용한 내용 기반 검색뿐만 아니라 움직임의 의미를 이용하여 개념 기반 검색을 수행 할 수 있다.

1. 서론

컴퓨터 비전과 영상처리분야의 다양한 연구활동에도 불구하고, 내용기반 비디오 검색이 아직까지는 의미적 이해측면에서 보면 완전치 못하다. 시각 데이터에 의미적 요소가 존재함에도 불구하고 아직 그것을 인지하지 못하고 있는 실정이다. 의미적 요소 데이터는 주로 시간적, 공간적, 개체 정보 등과 같은 내용표현들이다. 이는 단순한 개체인식 그 이상이라고 볼 수 있다.

텍스트나 이미지 데이터와는 달리 비디오 데이터가 지니는 가장 중요한 특징은 움직임 객체에 대한 움직임 정보이다. 이러한 움직임 정보는 각각의 프레임 내에서의 객체들간의 공간적인 정보와 일련의 프레임들간의 시간적인 정보가 결합된 시공간 관계성을 통해 표현될 수 있으며, 비디오 데이터에 대한 사용자의 내용 기반 검색을 수행하는 데 있어 매우 중요한 역할을 한다.

본 논문에서는 비디오 데이터가 지니는 움직임 객체의 의미를 표현하기 위한 공간 관계 그래프를 정

의하고 이를 이용한 의미 표현 기법을 제안한다. 이를 이용하여 사용자는 비디오 데이터에서 이동 객체의 움직임을 이용한 내용 기반 검색을 할 수 있다. 또한 비디오 데이터에서 일련의 이동 객체의 움직임으로부터 어떤 개념 혹은 의미(Semantic) 정보 유추를 통한 개념 기반 검색에 활용할 수 있다.

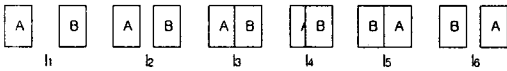
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 비디오 검색과 관련된 기존의 움직임 객체의 의미 표현에 관한 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 Egenhofer의 공간 표현 정의를 이용한 공간 관계 그래프를 정의한 후 이를 기반으로 움직임의 의미 표현법을 기술한다. 마지막으로, 4장에서 결론 및 향후 연구 방향에 대해서 설명한다.

2. 관련연구

비디오 데이터는 이미지와 달리 공간 정보와 시간 정보를 모두 포함하고 있기 때문에, 움직임 객체를 보다 효율적으로 표현하기 위해서는 움직임 객체에 대한 공간 관계성(Spatial Relationship)과 시간 관계성(Temporal Relationship) 모두 고려해야 한다.

기존의 시공간 관계성을 고려한 움직임 객체 표현은 다음과 같다.

첫째, John Z. Li[1]은 두 움직임 객체 A와 B사이의 시공간 관계성을 시간 I_k 동안 $A(\alpha, \beta, I_k)B$ 로 표현하며, 여기서, α 는 움직임 객체 A와 B사이의 위상 관계 즉, DJ(Disjoint), TC(Touch), EQ(Equal), IN(inside), CB(covered_by), CT(Contains), CV(Covers), OL(Overlap) 중의 하나를 의미하고, β 는 움직임 객체 A와 B의 방향 관계(Directional Relation) 즉, NT, ET, ST, WT, NE, SE, SW, NW 중 하나를 고려하여 객체 움직임 경로를 표현하고 있다. [그림 1]과 같이 움직이는 객체 A와 B사이의 시공간 관계성은 다음과 같이 표현한다.



{(DJ, LT, I1), (DJ, LT, I2), (TC, LT, I3), (OL, NULL, I4), (TC, RT, I5), (DJ, RT, I6)}
 [그림 1] 움직임 객체 A와 B간 시공간 관계

여기서 위상 관계에 대한 거리와 방향 관계에 대한 거리는 [표 1]과 같으며, 이를 이용하여 유사성을 계산할 수 있다.

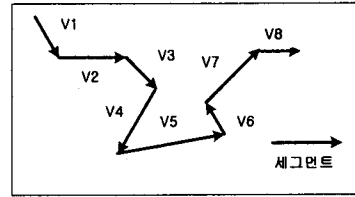
	NT	NW	NE	WT	SW	ET	SE	ST
NT	0	1	1	2	3	2	3	4
NW	1	0	2	1	2	3	4	3
NE	6	5	0	4	3	4	3	6
WT	4	5	4	0	1	6	7	4
SW	5	4	3	1	0	7	6	3
ET	4	5	4	6	7	0	1	4
SE	5	4	3	7	6	1	0	3
ST	4	3	6	4	3	4	3	0

	DJ	TC	EQ	IN	CB	CT	CV	OL
DJ	0	1	6	4	5	4	5	4
TC	1	0	5	5	4	5	4	3
EQ	6	5	0	4	3	4	3	6
IN	4	5	4	0	1	6	7	4
CB	5	4	3	1	0	7	6	3
CT	4	5	4	6	7	0	1	4
CV	5	4	3	7	6	1	0	3
OL	4	3	6	4	3	4	3	0

[표 1] 방향과 위상 관계간 거리

둘째, M.K. Shan[2]은 움직임 객체의 움직임 경로를 일련의 세그먼트(Segment)의 집합으로 나타내고 각각의 세그먼트는 $0^\circ \sim 360^\circ$ 까지의 각도로 표현하고

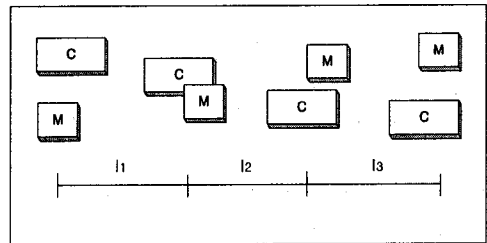
있다. 예를 들어 [그림 2]와 같은 motion trajectory는 다음과 같이 표현한다.



[그림 2] 움직임 경로 예
 $V=(310^\circ, 0^\circ, 310^\circ, 240^\circ, 5^\circ, 95^\circ, 45^\circ, 0^\circ)$

그러나 움직임 객체가 두 개 이상인 경우 기존의 2D 이미지 내의 객체간의 공간 관계성을 위해 2D 스트링 방법을 이용하였다. 이를 위해 객체를 일련의 심볼로 나타내었으며 각각의 심볼 객체는 2D 스트링으로 표현했다.

셋째, shim[3]에 의한 시공간 표현 기법은 시공간 관계성뿐만 아니라 일정시간 간격 동안 움직인 이동거리도 고려하여 시간 간격 I_i 동안의 객체 A에 대한 객체 B의 시공간 관계는 (R_i, α, D_i, I_i) 로 표현한다. 여기서 R_i 는 시간간격 I_i 동안의 위상관계를 의미하며, α 는 시간 간격 I_i 의 시작 프레임에서 객체 A에 대한 객체 B의 방향을 $0^\circ \sim 360^\circ$ 까지의 실제 각도로서 나타낸다. D_i 는 객체 A(기준 객체)에 대한 객체B(상대 객체)의 상대적인 이동거리로 0에서 100까지의 정규화된 값으로 나타낸다. [그림 3]과 같이 다수의 움직임 경로는 다음과 같이 시공간 관계의 리스트로 표현된다.



[그림 3] C와 M 객체에 대한 움직임 예
 $\langle (DJ, 260^\circ, 30, I1), (OL, 290^\circ, 50, I2) \rangle$
 $(DJ, 45^\circ, 55, I3) \rangle$

이와 같이 시공간 관계표현 기법을 이용한 움직임 객체의 의미 표현에 관한 많은 연구가 있었다. 하지만 이들 표현 기법을 이용해 실제 단어의 의미를 표

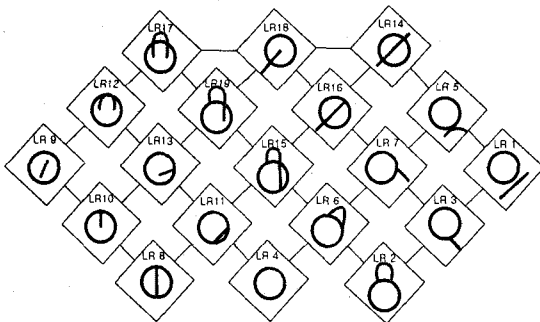
현하고자 하는 연구는 없었다. 이에 본 논문에서는 공간 관계를 중심으로 그래프로 표현하고 이를 이용하여 단어 즉 움직임 동사의 의미를 표현하고자 한다.

3. 움직임 객체의 의미 표현

3.1 공간 관계 그래프 정의

움직임 객체의 의미 표현을 위한 개념적 공간 관계 그래프 정의를 위해서는 먼저 공간 관계 정의가 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 Egenhofer[4]의 공간 관계 정의를 이용했다. 이는 점, 선, 영역 객체 모두에 적용될 수 있는 위상적 공간 관계를 위한 모델로 아래와 같이 3x8 교집합 행렬로 정의된다.

$$M(A, B) = \begin{pmatrix} A^{\circ} \cap B^{\circ} & A^{\circ} \cap \partial B & A^{\circ} \cap B^{-} \\ \partial A \cap B^{\circ} & \partial A \cap \partial B & \partial A \cap B^{-} \\ A^{-} \cap B^{\circ} & A^{-} \cap \partial B & A^{-} \cap B^{-} \end{pmatrix}$$



[그림 4] 공간 관계 그래프

위 정의에서 A와 B는 각각 비디오 내에서 점, 선 혹은 영역으로 표현되는 객체를 의미한다. 만약 객체를 A라고 정의하면 A° 는 객체 A의 내부를 의미하며, ∂A 는 A의 경계를, A^{-} 는 A의 외부에 의미한다. 정의된 행렬 각 요소의 값들은 정의에 의해 각각을 바이너리 값으로 표현한다. 즉 교집합의 존재 유무를 0 혹은 1로 표현한다.

3x3 교집합 행렬 공간 관계 모델에 의하면 이론상 512개의 공간 관계가 존재한다. 하지만 실제 존재할 수 있는 공간 관계는 객체의 종류와 차원에 따라 다르며 이론만큼 존재하지 않는다. 선의 경계는 선의 끝점으로, 그리고 선의 내부는 선과 선의 경계의 차집합이라는 전제 조건 하에 2차원 평면상에서 선과 영역사이의 표현 가능한 공간 관계는 모두 19가지로 [표 2]와 같다.

RL 1 	RL 2 	RL 3 	RL 4 	RL 5
$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$
RL 6 	RL 7 	RL 8 	RL 9 	RL 10
$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$
RL 11 	RL 12 	RL 13 	RL 14 	RL 15
$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$
RL 16 	RL 17 	RL 18 	RL 19 	
$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	

[표 2] 선과 영역사이 공간 관계

[표 2]에서 정의한 19가지의 공간 관계를 이용하여 위상적 근접성 즉 행렬의 각각의 요소값들을 비교하여 유사한 행렬이 근접하도록 공간 관계 그래프를 표현하면 다음과 같다.

3.2 공간 관계 그래프를 이용한 의미 표현

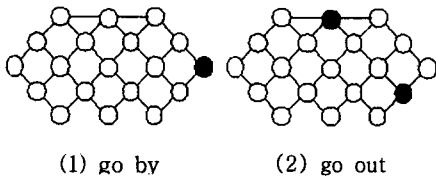
공간 관계 그래프를 이용한 의미 표현에 앞서 실제 단어(움직임 동사)와 19개의 공간 관계간 매칭은 다음 표와 같다.

term	1	2	3	5	7	8	9	10	11	13	14	16	17	18	19	total
..
enter		6				1				2		24				33
go across				1	4	3				24	1	1				34
go away	17	2		1		1				2		8				31
go by	32	1												1		34
go out	1	6				1				1	5	19				33
go through				3		2				28		1				34
inside						23	2			1						26
run across					7	4				19	2	2				34
...

[표 3] 움직임 동사에 대한 각 공간 관계 빈도수

[표 3]은 실제 설문조사에 의한 실험결과의 일부로 각 동사를 표현할 수 있는 공간적 관계를 정의된 공간 관계 내에서 선택하게 한 후 각각의 공간 관계별 빈도수로 표현하였다. [표 3]에서 보듯이 정확히 하나의 공간 관계로 표현될 수 있는 단어는 거의 없으며 대부분 둘 혹은 셋 이상의 공간적 관계로 표현되었다.

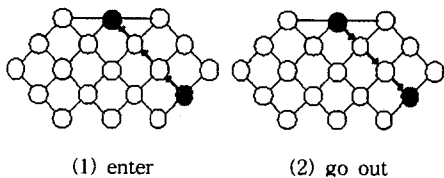
이에 착안하여 빈도수의 정도를 always, sometimes, never 세 분류로 나누어 각각을 검은색, 회색, 흰색으로 표현하여 특정 단어별로 공간 관계 그래프에 표현해 보면 [그림 5]와 같다.



[그림 5] 공간 그래프를 이용한 움직임 동사 표현

[그림 5]에서 보듯이 go by 경우 LR1 공간 관계만으로도 표현 가능하나 go out 경우 LR18, LR3 2개의 공간 관계들로 표현되었다. 여기서 둘 혹은 셋 이상의 공간 관계들은 대부분 일직선상에 존재하며 이들은 동사를 표현하기 위한 시간의 흐름에 따른 공간 관계의 변화를 의미한다.

대부분의 단어들은 동일한 공간 관계로 유사한 의미를 표현한다. 하지만 일부 단어들은 동일한 공간 관계를 가지나 내포하는 의미가 다른 경우도 있다. [표 3]에서 enter와 go out의 경우 같은 공간 관계(LR18, LR3)로 의미가 표현된다. 본 논문에서는 방향성 그래프를 이용한 시간적 관계 표현으로 [그림 6]과 같이 enter와 go out을 각각 다르게 표현하였다.



[그림 6] 시간적 관계 표현을 위한 방향성 그래프

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 Egenhofer의 공간 관계 정의를 이용한 공간 관계 그래프를 통하여 움직임 객체의 의

미 표현을 해보았다. 이를 기반으로 내용 기반 비디오 검색뿐만 아니라 향후 개념 혹은 의미 정보 유추를 통한 개념 기반 검색에도 활용될 수 있다.

향후 연구 과제로는 움직임 동사의 범위를 확대하여 비디오내 움직임 객체간 시공간 관계 표현을 이용해 움직임 동사를 정의하고자 한다.

참고문헌

- [1] John Z. Li, M. Tamer Ozsu, Duane Szafron, "Modeling of Moving Objects in a Video Database", In Proceedings of the International Conference on Multimedia Computing and Systems, pp. 336-343, 1997.
- [2] Man-Kwan Shan and Suh-Yin Lee, "Content-based Video Retrieval via Motion Trajectories", In Proceedings of the International Conference on SPIE, Vol. 3561, pp. 52-61, 1998.
- [3] Choon-Bo Shim and Jae-Woo Chang, "비디오 데이터에서 움직임 객체의 모델링을 위한 시공간 표현 기법", 정보과학회논문지:데이터베이스 제 27권 제 4호, 2000.
- [4] A. R. shariff, M. J. Egenhofer and D. Mark "Natural-Language Spatial Relations Between Linear and Areal Objects: The Topology and Metric of English Language Terms", International Journal of Geographical Informaion Science, 12(3): 215-246, 1998.
- [5] A. Rashid B. M. shariff, Max. J. Egenhofer "Metric Details for Natural-Language Spatial Relatoins", ACM Transactions on Information Systems, Volume 16, Issue 4 : 295 - 321 1998.
- [6] Ki-Joune Li, and Kyoung-Sook Kim, "이동객체의 움직임에 대한 시간적 명세", 한국정보과학회 데이터베이스 연구회지, Vol. 16, No. 1, pp. 27-39, August, 2000
- [7] Tae-Wan Kim, and Ki-Joune Li, "시 구간에서 이동객체들 사이의 위상관계를 위한 모델", 한국정보과학회 학술대회지, Vol.24 No.1, pp.121-124, April 1997