

시간 관계성을 고려한 정적 이미지의 시간 정보 표현 방안

김 찬 설^{*}, 엄 기 현
동국대학교 대학원 컴퓨터공학과

A Representation Scheme of Temporal Information for Still Images with Temporal Relationship

Chansup Kim^{*}, Kyhyun Um
Dept. of Computer Engineering, Graduate School, Dongguk University
(bigaonda, khum}@cakra.dongguk.ac.kr

요약

정적 이미지도 시간 정보를 갖는다. 그래서, 정적 이미지 데이터에 시간 정보를 반영하여 시간적으로 연관된 이미지들간의 시간 관계성을 분석하고 표현하여, 사용자가 제시하는 시간 관계의 정보 요구 사항인 질의에 적절한 처리결과를 제공하는데 활용할 필요가 있다. 본 논문은 이미지에 표현될 수 있는 시간 정보를 추출하고 이 시간 정보를 바탕으로 이미지 도메인에 매핑되는 시간 도메인을 정의하며, 이미지들간의 시간 관계성을 표현하는 표현 구조를 설계하여 이중 그래프 모델의 표현 능력을 확장한다.

1. 서론

정적 이미지(still image) 정보는 일반적으로 공간적인 특성을 갖지만[6] 시간적인 측면의 특성도 갖고 있다. 즉, 이미지가 생성된 날짜뿐만 아니라 이미지의 내용 자체가 사람, 사물, 자연 등의 이력의 한 부분이 될 수 있기 때문이다. 이미지 데이터베이스에서 시간적으로 서로 연관된 이미지들은 저장된 이미지들간의 시간 관계를 토대로 하는 정보 요구 사항들을 만족시켜야 한다. 예를 들어, 개인의 이력이나 사물의 변화를 시각적으로 알고 싶거나, 시대를 반영하는 건축물 또는 예술품들의 변천 과정 등을 파악하는 것 등이다.

지금까지 멀티미디어에서 시간 관계성에 대한 연구들이 비디오나 멀티미디어 동기화에 많이 나타나지만 시간적으로 연관된 정적 이미지들의 시간 관계성에 대한 연구는 거의 없다. 이미지 데이터베이스에서도 충분히 시간 질의를 지원할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 시간 정보를 이미지 도메인에 표현하기 위해 시간 도메인을 정의하고, 이러한 시간 도메인의 시간 정보를 반영한 이미지의 표현 구조를 설계함으로써 정적 이미지들간의 시간 관계 질의도 효과적으로 지원할 수 있는 방안을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로서 기존의 시간 관계성을 모델링하는 방법들을 소개하고, 3장에서는 정적 이미지의 시간 정보를 표현하기 위해 필요한 시간 정보에 대해 기술하며, 4장에서는 이러한 시간 정보를 이중 그래프 모델[7]에 적용함으로써 정적 이미지들간의 시간 관계성을 표현할 수 있는 구조를 제시한다. 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

멀티미디어 정보처리를 위해서 시간 관계성을 표현하는 방법은 멀티미디어 동기화 모델[3,5], 비디오 모델[4], 의학 이미지 모델[1] 등이다. 비디오 모델에서는 비디오 클립내의 관심 객체들과 사건들에 관련된 시간적 이력을 유지하여 시간 관계를 다루고 있다[4]. 멀티미디어 시나리오의 시간적 요구 조건들을 모델링하는 연구도 있다[5]. 이는 새 가지 관련 요소들, 즉, 기본 시간 단위, 문맥 정보, 시간 표현 기법들을 통한 시간 모델을 언급하고 있다. 또한, 의학 이미지(주로 뇌)를 대상으로 내용 기반 이미지 검색을 위한 시공간 모델을 제안하고 있다[1]. 뇌의 중앙이 시간적으로 성장하는데 대한 시간적인 변화와 공간적인 관계성을 언급하고 있다. 마지막으로 합성 멀티미디어 객체들내에서 객체들간의 시간 관계성을 규명하기 위한 시간 모델을 기술하고 이를 관계형 데이터베이스로 매핑하며, 일반화된 n-ary 구조를 멀티미디어 데이터의 시공간 의미정보를 모델링하는데 사용한 연구도 있다[3].

하지만 이들 연구는 정적 이미지 자체에 대한 시간적 측면의 특성에 대해서는 체계적으로 고려하지 않고 있다.

본 논문은 멀티미디어 동기화, 비디오 모델, 의학 이미지 모델이외에 일반적인 정적 이미지 자체의 시간적인 측면을 고려하여 이미지들간의 시간 관계성을 이중 그래프 모델[7]에 첨가하여 표현함으로써 이미지 데이터베이스에서도 시간 관계 질의를 할 수 있는 방안을 제시한다.

3. 시간 정보의 표현 단위와 시간 도메인

정적 이미지가 갖고 있는 시간 정보는 기본 시간과, 이를 표현하는 수단, 기본 시간이 순서화되는 방법의 세 가지

로 구성될 수 있다[표1].

절대 시간은 시점(time point, TP)과 시구간(time interval, TI)으로 이루어진다. 시점은 이산적인 시간축상에서의 순간(instant)을 의미하고, 시구간은 시작 시점과 끝시점간의 시간이며, 시작 시점을 a라 하고 끝시점을 b라고 할 때, 각 증점 a, b를 포함하는 시구간은 [a,b]로 표기한다. 상

기본 시간	표현 수단	순서화 방법
상대시간, 절대시간, 이산시간, 명확한 시간, 불명확한 시간	시간 도메인	total order, partial order

[표1] 시간 정보

대 시간은 time span(TS)으로서 상대적인 시간의 기간(duration)이다[9]. 예를 들면, 5시간, 20일, 2달에서 3달의 기간 등이 있다. 이산 시간은 경수로 표현할 수 있는 시간 차원을 말한다. 명확한 시간은 특정 시간이 정해져 있는 경우를 말하고, 불명확한 시간은 특정 시간이 정해져 있지 않은 경우를 말한다. 예를 들면, 1999년 5월 4일이라는 시점이 주어지지 않을 때, 1999년 5월 4일 전체로 해석되면 명확한 시점이 되는 것이고, 1999년 5월 4일의 특정 불명확한 시간일 경우, 불명확한 시점이 되는 것이다.

이들은 기본 시간 정보를 표현하는 수단으로서 정의된 시간 도메인을 활용한다. 기본 시간 정보를 순서화하는 방법에는 시간적인 접점을 허용하지 않는 total order와 접점을 허용하는 partial order의 두 가지 방법이 있다[2]. 본 논문에서는 total order로 기본 시간 정보를 순서화할 수 있다고 전제한다.

시점에 관한 연산자들은 시점의 이전, 이후를 나타내는 OP_before, OP_after, 동일한 시점을 나타내는 OP_same, 시점의 경과 시간을 나타내는 OP_elapsed, 크거나 같은 시점간의 비교 연산인 OP_gte, 작거나 같은 연산인 OP_lte가 있다. 시구간에 관한 연산자들은 시구간의 양 끝 시점을 나타내는 OP_lb, OP_ub, 크기를 나타내는 OP_length, 시구간들의 순서화와 관련된 연산자들은 Allen[8]이 제안한 13가지 관계에 대한 연산자들, 시구간들의 비교를 위한 집합 연산에는 시구간의 연결을 나타내는 OP_union, 교차하는 부분들을 나타내는 OP_intersection, 차를 나타내는 연산자 OP_difference가 있다. TS는 작거나 같은, 크거나 같은 비교 연산인 OP_lte, OP_gte가 있고, TS간의 산술 연산인 OP_add, OP_subtract가 있다[2]. 마지막으로, TP, TI, TS를 매개변수로 갖고서 특정 시점, 시구간, 또는 기간을 만족하는 객체들에 대한 검색 연산인 OP_findobject가 있다. [표2]는 이들을 정리한 것이다.

TP	TI	TS	관심객체 또는 이미지
OP_before, OP_after, OP_same, OP_elapsed, OP_gte, OP_lte	OP_lb, OP_ub, OP_length, ordering_OPs, Set-theoretic OPs	OP_lte, OP_gte, OP_add, OP_subtract	OP_findobject

[표2] 시간 연산자

시간 도메인은 정적 이미지에 시간 정보를 반영하기 위한 표현 수단으로서 다음과 같이 정의된다.

정의 (시간 도메인) 시간 도메인이란 기본 시간 정보를 실세계(이미지 도메인)에 표현하기 위한 도메인이며 다음과 같은 요소(C)들을 갖는다.

[C₁]연(C_{year}), 월(C_{month}), 일(C_{day}), 시(C_{hour}), 분

(C_{minutes}), 초(C_{seconds})

[C₂]주간(C_{week}), 야간(C_{night})

[C₃]봄(C_{spring}), 여름(C_{summer}), 가을(C_{fall}), 겨울(C_{winter}).

[C₄]연대 : C_{chron}¹⁰, C_{chron}¹⁰⁰

각 요소들은 이미지 도메인에 매핑되는 시간 단위로서 사용될 수 있는 특별한 종류의 명확한 time span이다. 예를 들면, 요소 C₁의 C_{day}는 time span 1 day와 유사하게 작용한다 그리고 C₁은 해당 부단위를 갖는다. 예를 들면, C_{month}는 1월, . . . , 12월, C_{day}는 월요일, . . . , 일요일의 부단위를 갖는다. C₂는 하루중의 주간, 야간을 나타내고, C₃는 계절에 대한 정보를 나타낸다. C₄는 10년 단위, 100년 단위의 연대를 나타낸다.

(변환규칙) C₂, C₃, C₄는 C₁으로 변환이 가능하다.

즉, 가장 기본적인 요소는 C₁이며 그 이외의 요소들은 C₁으로 변환되어 이용될 수 있다. 즉, C₂, C₃, C₄는 C₁으로 모두 표현할 수 있는 것이다. 예를 들면, C_{spring}의 경우 C_{month}로 표현이 가능하다. 대략 3월에서 5월 사이가 봄이라고 가정하면, 시구간 [3월,5월]이 존재한다.

4. 시간 정보를 반영한 이미지의 표현구조

이미지의 시간 정보를 표현하고, 이미지들간의 시간 관계성을 모델링함으로써 이중 그래프 모델의 확장이 가능하다.

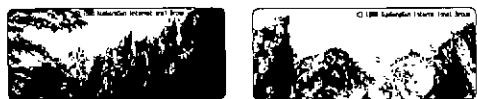
4.1 시간 도메인의 이미지 도메인으로의 매핑

이중 그래프 데이터 모델[7]은 내용 그래프와 배경 그래프로 구성되어 있다. 내용 그래프에서 시간 정보를 갖는 정점들은 주객체(MO) 정점과 대표 객체(RO) 정점이다. 주객체 정점에는 주객체에 대한 시간 정보를 포함하고, 대표 객체 정점에는 대표 객체에 대한 시간 정보를 포함한다. 부객체(SO)는 주객체의 부분 객체이므로 부객체에 대해서는 시간 정보를 고려하지 않는다. 배경 그래프에서는 배경 정점(BG)에 시간 정보를 표현한다. 각 정점의 필드에는 시간 정보(TP)가 추가된다. 한 장의 이미지는 고정된 시점(TP)만을 갖게 되며, 둘 이상의 시간적으로 연관된 이미지들은 시구간(TI)을 갖는다.

시간적으로 연관된 둘 이상의 이미지들을 이중 그래프로 표현할 때는 내용 그래프의 시작 정점을 나타내는 SV 또는 배경 그래프의 시작 정점을 나타내는 IV간의 간선을 연결함으로써 명시적으로 객체에 대한 시간적 변화를 나타낸다. 이 간선들은 이중 그래프 모델[7]에서 간선들이 객체들간의 관계를 나타낸 것과는 다른 것으로서 객체들의 시간에 따른 변화를 나타낸다. 따라서, 확장된 이중 그래프 표현 구조에서는 객체의 시간적 변화를 나타내는 시간 정보를 구성하여 새로운 간선 구조를 정의한다.

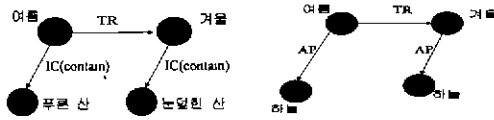
4.2 시간 정보가 추가된 이중 그래프 표현 예

다음 [그림1]의 두 이미지는 시간적으로 연관된 두 이미지들이다.



[그림1] 계절의 변화

[그림1]은 금강산의 여름 사진(왼쪽)과 겨울 사진(오른쪽)이다. 두 이미지는 계절적 변화를 나타낸다. [그림2]에 대한 이중 그래프 표현은 [그림2], [그림3]과 같다.



[그림2] 내용 그래프 [그림3] 배경 그래프

SV 또는 IV들을 서로 연결한 간선은 객체의 시간적 변화를 나타낸다. 즉, 시간 정보는 주객체 정점에 하나의 필드로서 추가되고, 간선에는 시간 관계(TR)라는 새로운 간선 유형이 존재한다. 시간적으로 연관된 객체들의 ID는 시간 정보와 함께 간선의 필드 구조에 포함된다. 배경 그래프도 동일하다.

다음 [그림4], [그림5]는 확장된 이중 그래프 모델의 표현 요소를 물리적으로 저장하는 구조를 나타낸다.

vertex ID	vertex type	Object ID	Object name	primitive&semantic	TP
-----------	-------------	-----------	-------------	--------------------	----

[그림4] 주객체(MO), 대표객체(RO) 정점 필드 구성

Edge ID	Edge Type	TI	Object IDs
---------	-----------	----	------------

[그림5] 시간 관계를 표현하는 간선 필드 구성

[그림4]의 시간 정보는 고정된 시점(TP) C_{summer} 와 C_{winter} 가 된다. 이 때, [그림5]의 간선 유형은 TR이며 시간 정보는 $[C_{summer}, C_{winter}]$ 이다. Object IDs는 시간적으로 연관된 객체들의 ID이다. 이를 통해, [그림2], [그림3]에서와 같이 금강산의 시간적 변화를 표현할 수 있다.

4.3 가능한 시간 질의예

먼저, 이미지 집합을 I 라 하고, 대표객체는 하나의 주객체로 볼 수 있으므로 주객체와 대표객체를 O로 표기한다고 가정한다. 각 예는 정보 요구 사항을 시간 연산자로 표현한 것이다.

① 개인, 이력, 활동에 관한 질의

- “이종범(O)의 한국 프로야구 시절과 일본 진출후의 활동을 담은 이미지를 구하라”
 - 프로 데뷔: TP a = 199x년 x월 x일
 - 일본 진출 TP b = 199y년 y월 y일
 - I.OP_findobject(O.OP_after(a) and O.OP_before(b))

② 의학 이미지에 관한 질의

- “종양(O)이 발견된 이후, 직경이 10mm 이상이 되기까지의 중간 과정을 보여주는 이미지를 구하라”
 - 종양 발견 시기 TP a
 - 10mm인 시기: TP b
 - 시구간 [a,b]
 - I.OP_findobject(O.TI([a,b]))

③ 자연물 또는 건축물의 변화에 관한 질의

- “70년대 한국의 가옥형태(O)와 90년대까지의 가옥형태 변천 과정을 담은 이미지를 구하라”
 - 시구간 [a,b]
 - I.OP_findobject(O.TI([a,b]))

5. 결론

정적 이미지에 대한 시간 정보 표현과 이 정보를 바탕으로 이미지들간의 시간 관계성에 대한 연구는 정적 이미지들에 대한 의미있는 정보 요구 사항이 많음에도 불구하고 거의 없는 실정이다.

본 논문에서는 이미지 데이터에 시간 정보를 반영하여 시간적으로 연관된 정적 이미지들간의 시간 관계성에 대한 모델을 제안했다. 즉, 이미지 도메인에 시간 정보를 반영하기 위하여 시간 도메인이란 개념을 정의하였으며, 시간 정보를 반영한 이미지의 표현 구조를 이중 그래프 데이터 모델의 표현 요소로 보완하였다.

이미지 데이터베이스내의 시간적으로 연관된 이미지들간의 시간 관계성을 규명함으로써 기존의 이미지 데이터베이스에 대해 새로운 형태의 질의를 할 수 있다. 이는 개인의 이력, 활동, 자연물의 변화, 사물의 변화 등 이미지 데이터베이스에서도 유용한 시간 질의를 지원할 수 있다.

[참고 문헌]

- [1] W. W. Chu, C. Hsu, I. T. Jeong, R. Taira. "Content-Based Image Retrieval Using Metadata and Relaxation Techniques", chapter 6 in Managing multimedia Data, edited by Amit Sheth and Wolfgang Klas, McGraw Hill, 1998, pp. 147-187.
- [2] Goralwalla, M. T. Ozsu and D. Szafron, "A Framework for Temporal Data Models - Exploiting Object-Oriented Technology", TOOLS USA 97, Santa Barbara, California, July 1997
- [3] T.D.C. Little and A. Ghafor, "Interval-based conceptual models for time-dependent multimedia data". IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 5(4):551-563, August 1993.
- [4] J.Z. Li, I. Goralwalla, M.T. Ozsu and D. Szafron, "Modeling Video Temporal Relationships in an Object Database Management System", Multimedia Computing and Networking 1997, San Jose, California, February, 1997, pp. 80-91.
- [5] M.J. Perez-Luque and T.D.C. Little, "A Temporal Reference Framework for Multimedia Synchronization", IEEE Journal on Selected Areas in Communications (Special Issue: Synchronization Issues in Multimedia Communication), Vol. 14, No 1, January 1996, pp. 36-51.
- [6] Ramesh Jain, "Visual Information Management", Communications of the ACM, vol. 40, No. 12, Dec., 1997, pp 31-37
- [7] 박미화, 엄기현, "이미지 정보를 표현하기 위한 이중 그래프 데이터 모델", 한국정보과학회'98, 가을학술발표논문집(I), pp262-264.
- [8] Allen, J. F. "Maintaining Knowledge About Temporal Intervals." Communications of the ACM, 26(11) :832-843, November 1983
- [9] I. Goralwalla, Y. Leontiev, M. T. Ozsu and D. Szafron, "Modeling Time: Back to Basics", University of Alberta TR 96-03, February 1996.