

객체 기반 이미지 분할에 관한 연구

임희석, 박기홍
군산대학교 컴퓨터정보과학과

A Study On Object-based Image Segmentation

Hui-Seok Im, Ki-Hong Park
Dept. of Computer Information Science, Kunsan National University
E-mail : hsim@kunsan.ac.kr, spacepark@kunsan.ac.kr

요 약

본 논문에서는 효율적인 이미지 분할을 위한 객체지향 모델링 방법을 제시한다. 이를 위하여 분할 객체와 자료구조를 제시하며 각각의 객체들을 위한 클래스 계층 구조를 나타낸다. 또한 객체의 부분에 대한 계층구조는 물론 객체의 기하학적인 표현을 위한 표현 클래스도 제시한다. 결론적으로 이미지 객체에 대한 시스템 독립적 이미지 분할을 위한 클래스 계층 구조를 객체지향 방법으로 제시하였다.

1. 소개

현재 대부분의 분야에서 이미지를 처리하는 연구와 응용들에서 폭넓은 컴퓨터 소프트웨어의 사용을 필요로 한다. 다양한 종류의 프로그래밍 환경들이 그들을 처리하기 위한 목적으로 사용되고 있다. 다른 대형 프로그래밍 시스템과 마찬가지로 그들 또한 소프트웨어 위기에 처해 있다. 프로그램 부분간의 상호 의존성이 빈약한 경우가 많다.

결국, 현존 소프트웨어의 재사용은 필요한 알고리즘을 다시 작성하는 것보다 더 어렵다. 한가지 해결책은 국제 표준화에 따라 이미지 처리 절차와 자료 구조를 표준화하는 것이다. 현재 소프트웨어 기술은 높은 모듈성을 목적으로 하고 있다. 데이터 캡슐화는 소프트웨어 모듈의 상호 의존성을 구조화하는 방법을 제공한다. 객체지향 프로그래밍은 캡슐화와 상속성을 결합하고 있다. 상속성은 기존에 작성된 코드의 재사용을 허용하는 방법이다. 따라서 객체지향 방법은 소프트웨어 위기를 극복하는 또 다른 방법이라 볼 수 있다. 객체지향 프로그래밍의 기본 요소는 클래스, 객

체, 그리고 상속이다. 클래스는 일반 프로그래밍 언어의 자료구조와 같은 것으로서 필요한 연산과 결합되어 있다. 클래스의 데이터 요소를 속성이라 부른다. 객체는 클래스의 인스턴스, 즉 메모리의 한 조각과 같다. 객체는 메소드를 호출하는 메시지에 의해 액세스된다. 메소드와 속성의 상속은 클래스에 대해 명시된다. 클래스와 형의 세부적인 차이점은 [2]에 자세히 설명되어있다. 객체지향 프로그래밍은 이미지 분할과 분석과 같은 이미지 전처리 프로그래밍을 쉽게 해 준다. 지금까지 객체지향 시스템들은 주로 전처리[3,5]를 위해서 또는 이미지 분석의 전처리, 분할, 그리고 지식 기반 분야[1,4]를 포함하는 이미지 분석을 위해서 제시되어 왔다. 이미지 전처리의 전형적인 데이터 구조는 이미지 또는 처리장치이다. 이들은 객체지향 형태로 클래스에 의해 자연스럽게 모델링되고 클래스의 메소드에 의해서 장치를 독립적으로 액세스할 수 있다. 이미지 분석은 많은 다른 형태의 정보의 표현을 필요로 하는데, 이 정보는 표현을 위한 특정 작업 도메인에 관한 지식이다. 객체지향 시스템들은 그런 목적을 위하여 클래스를 제공한다.

2. 이미지 분할을 위한 자료 구조

전처리를 포함한 이미지 분류를 위해서는 많은 자료 구조와 자료 형들이 필요하다. 가장 단순한 예는 컬러에 대한 나열형(Red, Green, Blue) 또는 그레이 레벨 형이다. 단순한 이미지 자료 구조는 래스터 데이터와 크기 및 관련 정보로 구성된다. 이미지 분할을 통해 선분, 영역, 정점, 표면과 같은 구성요소들이 추출된다[9]. 이들은 자료 구조로서 잘 묘사되어야 한다. 분할 단계의 결과는 대개 이들 클래스에 속하는 객체들의 집합과 그들 사이의 특징들과의 관계들이다. 관계의 예로는 선분의 그룹화, 동일선상, 병렬선분 등이 있다. 분할 단계의 결과를 일반적으로 표현하는 자료구조들은 관련 논문들에서 많이 찾아볼 수 있다. 이들은 지식 기반 심볼 처리를 위한 인터페이스로서 작용하며 [표 1]과 같이 구분할 수 있다. 좀더 세부적인 내용들은 [10]에서 찾아볼 수 있다. 그들 중에는 집합이나 관계를 사용함으로써 자료구조를 묘사하는 것들도 있다.

자료구조	관련연구
스캐치	[8]
아이콘-심볼 자료 구조	[13]
RSE-그래프	[7]
선분 인접 그래프	[11]
영역 인접 그래프	[11]
공간 자료 구조	[12]
분할 객체	[10]

[표 1] 지식 기반 처리 관련 연구

일반적으로 분할은 분할 객체들을 끌어낸다. 그들은 관계 정보와 관련 특징들과 함께 단순한 구성요소들로 구성된다. 본 논문에서는 분할 객체 O_s 의 회귀 정의를 허용한다.

$$O_s : ((A : (TA, R \cup VT))^*, \\ (P : O_s)^*),$$

$$(S(P) : R)^*,$$

$$CF : R)$$

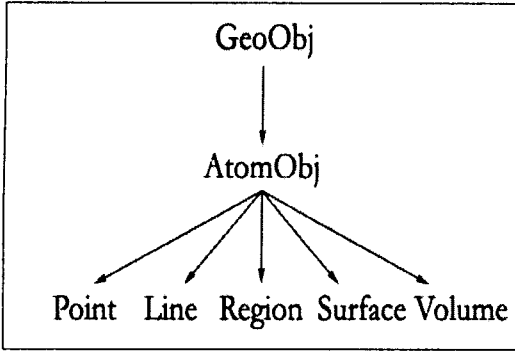
분할 객체의 구성은 다음과 같다.

- 1) 속성 또는 특징의 리스트(A)는 각각 형(TA)과 값의 쌍으로 표현된다. 값들은 실수(R) 또는 터미널 알파벳(VT)으로부터 나오는 어떠한 심볼로서 예를 들면, 쌍(컬러, 'red')와 같은 형태이다.
- 2) 분할 객체의 차례에 따른 인스턴스인 부분(P)의 집합이다.
- 3) 이들 부분 사이의 구조적 관계(S(P))의 집합이다.
- 4) 전체 객체에 대한 확실성 측정(CF)이다.

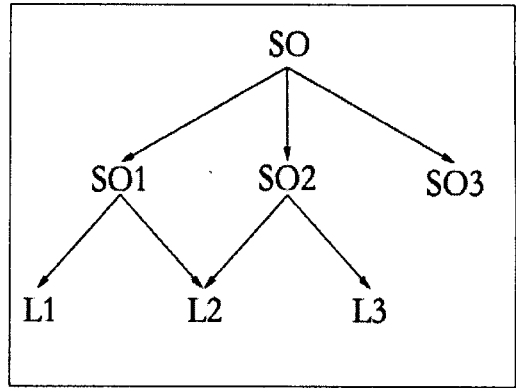
더 이상 부분이 없는 분할 객체들을 원자 객체라 부른다. 선분, 정점, 그리고 영역이 원자 객체의 예이다. 보다 확장된 분할 객체의 정의는 [9]에 자세히 나와있다. 속성-값 쌍(A)는 특징의 표현을 허용한다. 평균 대비에 대한 각각의 값들을 가진 선분을 하나의 예로 볼 수 있다. 관계(S(P))는 근접성이나 일직선 성분과 같은 구조적인 특징들을 표현하는데 사용된다. 이들 관계가 분할 에러나 노이즈 때문에 이미지 분석에서 불확실하고 부정확한 경우를 나타내기 위해서 하나의 퍼지 값이 사용된다. 분할 객체의 질에 대한 전반적인 측정 방법은 정확성 요소(CF)를 이용한다. 이것은 순위 비교 결과를 제시하는 지식 기반 처리를 보다 단순화시킨다.

3. 새로운 객체지향 시스템

앞장에서 나열된 자료구조들은 메소드를 추가함으로써 자연스럽게 클래스로 확장되며 계층구조를 갖는다. 이미지 처리 객체 계층은 이미지 처리와 분할을 위한 많은 클래스들을 제공하며 앞장에서 설명한 자료구조에 대한 클래스들도 갖는다. 점, 선분, 영역 그리고 표면들은 원자 개체들(AO)의 특별한 개념이며 기하 객체(GO)의 특수한 경우이다. 이 계층관계는 클래스 계층의 부분인 클래스 상속 트리[그림1]로 사상된다.



[그림1] 원자 객체의 계층구조

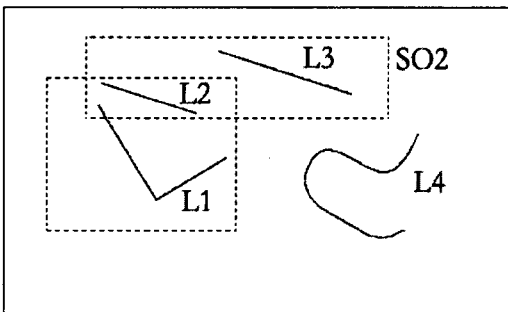


[그림 2-2] 부분 계층

기하객체는 원자객체나 분할객체(SO)중 하나이며 합성된 객체로서 적용한다. 분할객체는 이들 사이의 부분과 관계로 구성된다. 분할 객체의 부분으로서 기하객체를 이용함으로써 앞장에서 묘사된 회귀와 유사한 표현방법을 나타낼 수 있다. 분할객체의 관계들은 그들의 부분으로 제한된다. 즉 분할객체의 부분은 객체의 내부에서만 허용한다. 다른 제약조건은 부분에 있는데, 분할객체는 자기 자신을 포함하지 못하도록 한다. 분할객체의 부분은 따라서 직접적인 사이클 형태의 그래프를 형성한다. 하지만 분할객체가 동시에 여러 객체의 부분이 되는 것은 가능하다. 이것은 분할 단계에서 이미 양자택일의 표현이 가능하도록 해준다. 객체들의 확실성은 확실성 요소에서 가중치를 부여받는다. 이들 제약 조건들은 분할 객체에 부분과 관계를 추가하는 메소드에 의해서 체크된다. 이들 특징들은 [그림2-1][그림2-2]에서 보여주고 있다.

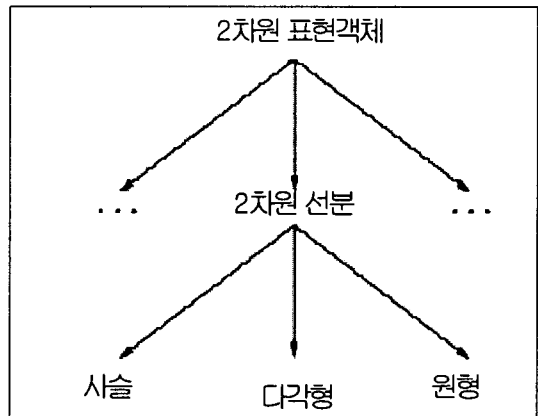
4. 기하표현

원자객체는 응용에 따라 2차나 3차원을 갖는다. 클래스에 차원을 부여하기보다는 객체에 부여하도록 한다. 모든 원자객체는 다양한 표현 클래스로 선택될 수 있는 각각을 표현하기 위한 참조를 갖는다. 체인 코드, 다각형 그리고 타원들이 선분을 표현하는 예이다. 이들은 2차나 3차원으로 표현된다. 영역은 쿼드 트리, 이진트리 또는 외곽선 형태로 표현된다. 본 시스템의 이 부분에 대한 설명은 [그림3]과 같다.



SO

[그림 2-1] 장면 이미지



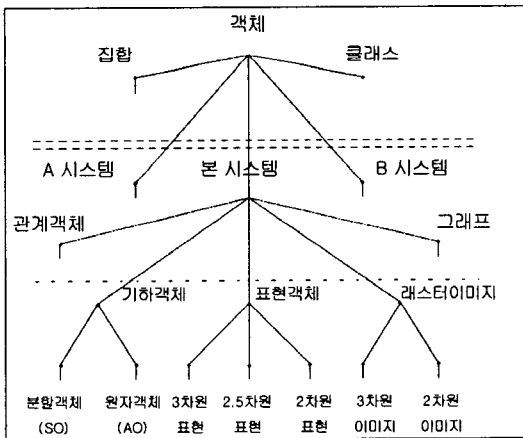
[그림3] 기하객체를 위한 표현 클래스

5. 이미지 객체의 외부 표현

현재 이미지 표현의 표준은 그림 데이터만을 이용하고 있다. 하지만 분할 결과는 수치와 관계 정보를 갖는 심볼 데이터 표현을 필요로 하고 있다. 본 시스템에서는 임의의 데이터의 이진 표현을 위해 표준 이진 표현을 이용한다. 모든 클래스는 메소드를 갖으며 특정 시스템에 독립적인 외부 이진 표현을 생성한다. 분산 이미지 처리는 모든 메소드들을 합병하고 있으며 네트워크의 투명성에 따라 모든 장치들을 액세스될 수 있다.

6. 결론

본 시스템은 C++로 구현되었으며 2차원 분할 결과를 보여주고 있다. 하지만 크기와 표면에 대한 클래스는 아직 구현되지 않았다. 또한 3차원 분할은 개발 중에 있다. 전체적인 클래스 구조는 [그림4]와 같다.



[그림4] 전체적인 클래스 계층구조

본 논문에서는 객체지향 프로그래밍을 이용하였으며 이미지에 대한 자료구조와 클래스 계층 구조를 제시하였다.

[참고문헌]

[1] V. Cappellini, A. Del Bimbo, and A. Mecocci. Object oriented system for image processing. In V.Cappellini, editor, Time-Varying Image

Processing and Moving Object Recognition; Proc. of the 3rd Int. Workshop, pages 69-74, Elsevier, Amsterdam, 1990.

[2] L. Cardelli and P.Wegner. On understanding types, data abstraction, and polymorphism. computer Surveys, 1985.

[3] M. Dobie and P.Lewis. Data structures for image processing in C. Pattern Recognition Letters, 1991.

[4] M. Flickner, M. Lavin, and D. Sujata. An object-oriented language for image and vision execution. In Proceedings of the 10th International Conference on Pattern Recognition(ICPR), Volume II, pages 561-571, Atlantic City, 1990.

[5] P. Gemmar and G. Hofele. An object oriented approach for an iconic kernel system IKS. In Proceedings of the 10th International Conference on Pattern Recognition(ICPR), Volume II, pages 85-90, Atlantic City, 1990.

[6] K. E. Golen, S. Orlow, and P.S. Plexico. Data Abstraction and Object-Oriented Programming in C++. John Wiley and Sons, Chichester, 1990.

[7] A. Hanson and E. Risemann. Representation and Control in the Construction of Visual Models. Technical Report, A Progress Report on Visions, University of Massachusetts, Amherst, Mass, 1976. TR76-9, Dep. of Computer and Information Science.

[8] D. Marr. Representing visual information. In A. Hanson and E. Risemann, editors, Computer Vision Systems, pages 61-80, Academic Press, New York, 1978.

[9] H. Niemann. Pattern Analysis and Understanding. Springer, Berlin, 1990.

[10] D. Paulus. Objectorientierte Bildverarbeitung. PhD thesis, Technische Fakultat, Universitat Erlangen-Nurnberg, Erlangen, 1991.

[11] T. Pavlidis. Structural Pattern Recognition.

Springer, Berlin, 1977

- [12] L. Shapiro. Design of a spatial data structure. In H. Freeman and G. Pieroni, editors, Map Data Processing, pages 101-117, Academic Press, New York, 1980
- [13] S. Tanimoto. An iconic/symbolic data structuring scheme. In C. Cheng, editor, Pattern Recognition and Artificial Intelligence, pages 452-471, Academic Press, New York, 1976.