

영역 분할 및 합병 기법을 이용한 위성 영상 영역 분할 방법

전병태*, 장대근**

A Method for the Region Segmentation for Satellite Images using Region Split and Merge

Byung Tae Chun *, Dae-Geun Jang **

요 약

기존 화소 기반 영역분할 방법은 주변 화소와 비교를 통하여 영역 분할을 수행하기 때문에 처리 시간이 길고, 영역 분할이 부정확한 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 대용량 위성 영상을 효과적으로 영역 분할하기 위하여 영역 분할 및 합병 기법을 이용한 수정된 중심 연결 방법을 제안한다. 자신의 화소 값을 주변의 화소 값들과 비교하여 조건이 비슷할 경우 주변의 화소들을 합병하여 영역을 생성하는 방법으로 2방향으로만 주변 화소 값들과 비교를 수행하여 분할영역을 생성 및 합병한다. 실험결과 제안된 방법이 기존의 화소 기반 영역 분할 방법들보다 알고리즘이 간단하고 연산량이 작아 처리 시간이 짧으면서도 분할의 정확도가 우수한 영역기반 위성영상 영역분할 방법임을 알 수 있었다.

Abstract

Conventional pixel based region segmentation methods have problems of long processing time and incorrect region split on account of performing region split through comparison of neighboring pixels. In this paper, we propose the method which segments a large size of satellite image effectively using modified centroid linkage method. This method is a sort of region split and merge. The proposed method merges pixels and makes them as a new region through only two directional comparing the current positioning pixel with neighbor ones, if they are satisfied with given conditions. Therefore, this method has less comparing time than the cases of previous ones. The experimental result shows that the proposed method is very efficient because of having less processing time and more exact segmented regions than the previous ones.

▶ Keyword : 위성 영상(satellite image), 영역 분할(region segmentation)

• 제1저자 : 전병태

• 접수일 : 2007.4.5, 심사일 : 2007.4.13, 심사완료일 : 2007. 5.18.

* 국립 환경대학교 웹정보공학과 교수, ** 특허청 심사관

※ 본 논문은 2006년 국립 환경대학교 자체학술 연구비 지원에 의하여 연구된 논문임.

1. 서론

위성영상을 이용한 응용 분야로는 전국의 산림을 포함한 식생 분포 및 산불 발생 여부를 위성 영상을 이용하여 파악하는 분야, 해수 온도 변화나 조류의 흐름을 파악하는 분야, 도시 개발을 위한 기본 자료로서의 활용 분야 등 많은 분야가 있다[1][2]. 그리고 이러한 응용을 위해서는 먼저 사용자가 의도하는 정보에 맞게 위성 영상을 영역별로 분할 할 수 있어야 하며 또한 그 분할 영역으로부터 필요한 정보를 얻을 수 있는 방법의 개발이 필요하나, 현재는 이러한 작업을 사용자가 수작업으로 직접 해왔으며 이러한 작업을 자동화 할 수 있는 소프트웨어가 소수 개발 되었지만 그 성능의 신뢰도가 낮고 수행시간이 많이 소모되어 사용에 어려움이 있어왔다.

기존의 연구 방법은 영역 분할 및 합병 방법[3], 여러 기법을 혼용한 하이브리드 방법[4][5][6], 영상의 컬러를 이용한 방법[7] 등 많은 연구가 진행 되어 왔다.

위성 영상의 경우 보통 300 MB 이상의 크기를 갖고 있으며, 고해상도 영상의 경우 영상의 크기는 더욱 늘어난다고 볼 수 있다. 고 해상도 영상을 일반적인 영상 처리 기법 [3]을 이용하여 처리할 경우 컴퓨터 처리 용량에 한계를 가질 수 있고 시간 또한 많이 소요 된다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 기존의 방법에 비해 메모리를 적게 사용하면서 처리 시간을 단축할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

본 논문에서는 그림 1과 같이 수정된 중심 연결 방법[8]을 사용하여 위성영상을 분할하고 영역 합병 과정에서 수행 시간을 빠르게 하기 위하여 작은 영역은 사전 영역 탐색 방법에 의하여 통합한다. 이 방법은 자신의 화소값을 주변의 화소 값들과 비교하여 조건이 비슷할 경우 주변의 화소들을 합병하여 영역을 생성하는 방법으로, 주어진 조건에 따라 효과적인 영역 분할이 가능하며 연산량이 작아 처리시간이 짧으면서도 분할의 정확도가 우수한 영역기반 위성영상 영역분할 방법을 본 논문에서 제안 한다. 최종적으로 대단위 영역은 k-Means[9]알고리즘을 이용하여 영역을 합병한다.

II. 위성 영상 영역 분할

기존의 연결 중심 영역 확장 방법은 그림 1(a)와 같이 P₀를 중심으로 합병하기 위한 비교 검색이 이웃 4개(P₁, P₂, P₃, P₄)에 대하여 수행하므로 영역 분할 시간이 길어

지는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 그림 1(b)와 같이 P₀를 중심으로 2개(P₁, P₂)의 이웃 화소만을 검색하여 합병하기 때문에 화소의 비교 횟수가 적어 처리 시간이 단축되는 장점이 있다.

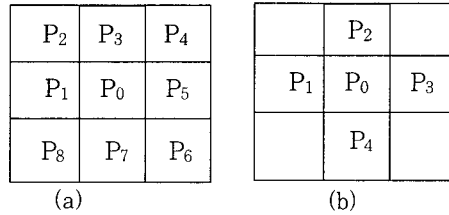
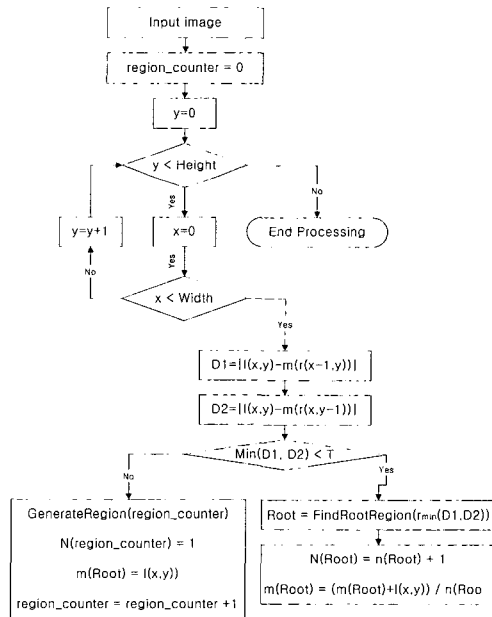


그림 1. 8방과 4방향 탐색에서의 방향 표시
Fig 1. Direction mark for searching 8 and 4 neighborhood

그림 2는 수정된 중심 연결 방법을 이용한 영역 분할 방법을 흐름도로 나타낸 것이다.



Width, Height : 입력영상의 가로, 세로 크기(pixels)
 $I(x, y)$: 좌표 (x, y) 에서의 화소 값
 $m(r(x, y))$: 좌표 (x, y) 가 속한 영역의 화소값 평균
 $Min(a, b)$: a, b중 작은 값 선택
 $N(a)$: 영역 a의 화소 수
 $FindRootRegion(rmin(a, b))$: a, b값 중 작은 값에 해당하는 화소를 가진 영역 r의 부모 영역

그림 2. 수정된 중심 연결 방법을 이용한 영역분할 알고리즘
Fig 2. Algorithm for region segmentation using modified centroid linkage

$Min(D1, D2) < T$ 인 경우는 중심 화소 P_0 을 주변의 화소 P_1 또는 P_2 가 속한 영역에 합병하는 경우이고, 다른 경우는 현재의 화소 P_0 을 새로운 영역으로 생성함으로써 영역을 생성해가는 과정이다.

III. 2단계 인접 영역 합병

영역 분할 결과 수십에서 수백 화소의 큰 군집 영역이 발생하는가 하면 크기가 10화소 이하의 작은 영역이 많이 발생하게 된다. 이러한 작은 영역은 이웃 화소에 합병 시켜야 하는데 기존의 방법에서는 분할 영역의 위치 및 크기 에 대한 정보를 포함하고 있어야 함으로 대용량의 버퍼가 필요한 문제점이 있다. 본 논문에서는 버퍼의 사용량을 줄이기 위하여 그림 3과 같이 작 영역 단위를 빠르게 인접 영역에 합병하는 합병 방법을 제안하고, 합병된 대단위 영역은 k-Means 영역 합병 방법(9)을 이용하여 최종 합병을 수행한다.

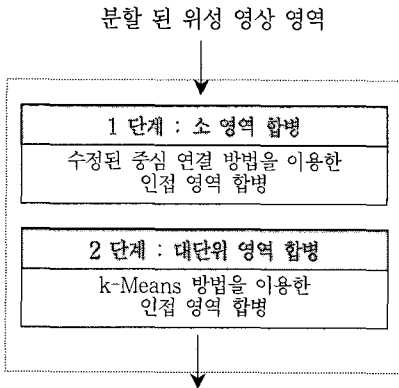


그림 3. 이웃 인접 영역 합병 방법
Fig.3 A method for merging neighborhood regions

1단계 소 영역 합병 방법은 그림 1(b)와 같이 4 방향 이웃 화소가 소속된 영역을 확인하여 합병 여부를 주어진 조건에 따라 수행한다. 합병을 위한 조건으로 크기와 화소 값 차이 두 가지를 사용하며 이두 조건을 모두 만족하는 경우만 합병한다. 그림 4는 병합 함수 (*Fast_Merge_Region()*)를 슈드 코드 형태로 보여주고 있다. 이 함수는 분할된 영역들을 주어진 조건에 따라 병합하는 함수로 *s_th*는 크기 조건이고, *d_th*는 화소 값 조건으로 크기가 10 화소 이하인 영역을 주변 영역에 포함시키려면 크기 조건은 10 이하 화소 값은 입력영상의 최대값 보

다 큰 값을 사용한다. 1단계 소 영역 합병은 적은 메모리 사용과 적은 단위의 영역을 빠르게 합병한다는 장점이 있다.

```

Fast_Merge_Region(image_W, image_H, size_th, it_th)
{
    initialize used variable;
    clearing_region_info_buffer();
    for(int i; i<image_H; i++)
    for(int j; <image_W; j++)
    {
        checking_region_size();
        for(int k; k<4; k++)
        {
            if(region[next] != region[cur])
                Df = GetDiff(cur, next, it_th)
                finding_index(mdiff);
        }
        if(mdiff < region_info[reion(cur)])
        {
            m = Finding_root_region()
            exchanging_region_info();
        }
    }
}
    
```

그림 4. 소단위 영역 합병 알고리즘
Fig 4. Algorithm for merging small regions

2단계 대단위 영역 합병 방법은 대단위 영역 합병 방법을 사용한다. 1단계 과정에서 작은 영역 단위 영역은 모두 합병되며 이렇게 형성된 대단위 영역은 k-Means 기법(9)을 이용하여 대단위 영역으로 합병한다.

IV. 실험 결과 및 고찰

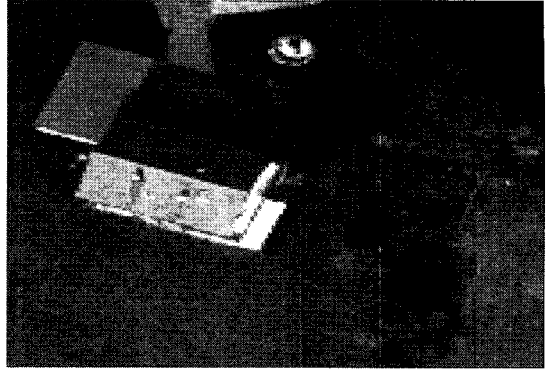
본 논문은 위성영상을 수정된 중심 연결 방법을 이용하여 영역 분할함으로써 기존의 방법들보다 버퍼 사용량이 적고 수행속도가 빠르면서도 영역분류의 정확성이 우수한 방법임을 보이기 위하여 저, 중, 고 해상도 위성영상을 사용하여 분할 조건에 따른 분할 영역의수와 그 수행 시간을 기록하였다.

분할 조건으로는 각 화소를 명암값에 따라 새로운 영역으로 생성하거나 주변의 영역에 합병하기 위한 조건(T), 분할된 인접영역을 다시 결합하여 하나의 영역으로 만들기 위한 합병 조건(M), 크기가 너무 작아 인접영역에 합병시키기 위한 크기 조건(S)이 있으며 이들 조건에 따라 위성영상을 영역분할 하였다.

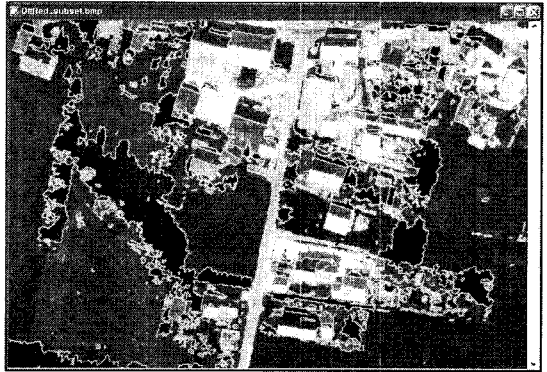
표 1은 그림 5의 영상들의 크기와 영역분할 수행 시간을 기록하였으며 수행 시간은 e-cognition S/W에서 3-10분이 걸리던 결과가 수초 내에 수행됨을 확인할 수 있다.



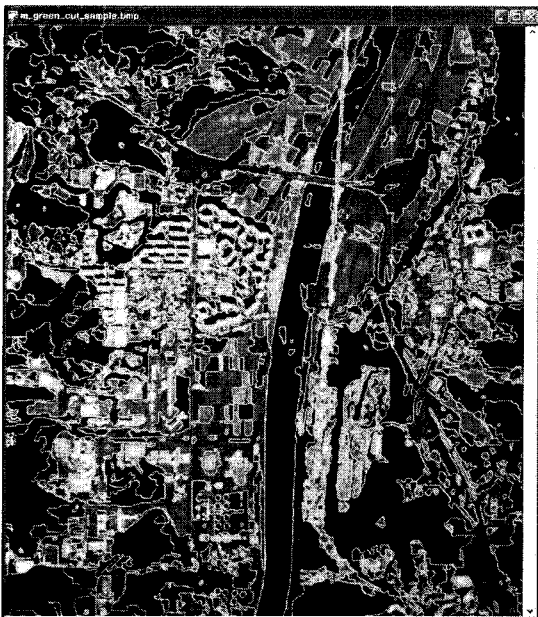
(a)



(c)



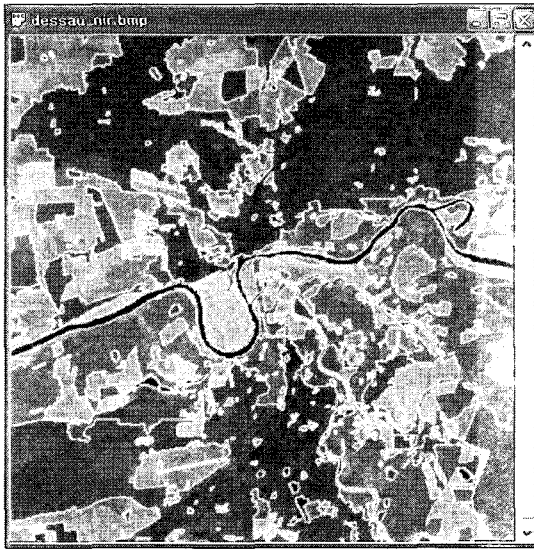
(d)



(b)



(e)



(f)

그림 3. 위성 영상 영역 분할 예

Fig. 3 Example for region segmentation in satellite image
 (a), (c), (e) 입력 위성영상 예
 (b) (a)의 영역분할 예(T40, M30, S4)
 (d) (c)의 영역분할 예(T20, M30, S4)
 (f) (e)의 영역분할 예(T20, M40, S4)

표 1. 그림 5의 위성영상 영역분할 수행시간

Table 1. Execution time of satellite image segmentation in Fig 5.

항목 영상	크기(가로x세로 pixels)	수행시간(sec)
영상(b)	1596 x 1965	2.70
영상(d)	890 x 600	1.74
영상(f)	500 x 500	1.09

V. 결 론

본 논문에서는 수정된 중심 연결 방법을 사용하여 대용량 위성 영상을 효과적으로 영역 분할하기 위한 방법을 제안하였다.

자신의 화소 값을 주변 화소 값들과 비교하여 조건이 비슷할 경우 주변의 화소들을 합병하여 영역을 생성하는 방법으로 2방향으로만 주변 화소 값들과 비교를 수행하여 분할 영역을 생성 및 합병함으로써 기존의 상용 제품보다 수행시간과 메모리 사용을 대폭 감소시켰다.

참고문헌

- (1) Yu Jin Zhang, "A Review of recent evaluation methods for image segmentation", Proc. of IEEE Int. Conf. on ISSPA , pp.148-151, 2001.
- (2) R. Connors, M. Trivedi, and C. Harlow, "Segmentation of a high-resolution urban scene using texture operations", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, (25):273-310, 1984.
- (3) R.C. Gonzales and R.C. Woods, Digital Image Processing, Addison and Wesley, 1992.
- (4) 전영준, 김진일, "하이브리드 분류 기법을 이용한 위성 영상의 분류에 관한 연구", 정보처리학회논문지 B, 제 11-B권 제2호, 159~168, 2004
- (5) 임혁순, 박상성, 장동식 "유전자 알고리즘을 이용한 자동 영상분할 시스템 개발", 한국컴퓨터정보학회논문지 , 1598-849X, 제11권4호 , pp.283-289 , 2006
- (6) Sun, W., "A New Information Fusion Method for Land-Use Classification using High Resolution Satellite Imagery," Ph.D. Dissertation, <http://archimed.uni-mainz.de/pub/2000/0004>, 2000
- (7) J. C. Devaux, R. Kouassi, P. Gouton, and F. Truchetet, "Region based segmentation of color Images : application to aerial image cartography", Proc. of Int. 31th IEEE Asilomar Conf. on Signal, System and Computers, Vol 2, pp.1740-1744, Nov. 199
- (8) 전병태, 장대근 외 3인, "수정된 센트로이드 링케이지 방법을 이용한 영역기반위성영상 영역분할 시스템," 특허등록번호 10-0607558-0000, (2006. 07.25)
- (9) G. P. Babu and M. Murty, "A near-optimal initial seed value selection in k-means algorithm using a genetic algorithm", Pattern Recognition Letters, 10(14):763-769, 1993.

저 자 소개



전 병 태

2001년 고려대학교 컴퓨터학과(박사)
1992년 5월 IR52 장영실 상 수상
(과기부 장관상)
1989년~2004년 한국전자통신연구원
선임연구원
2004년 2월 ~ 현재 국립 한경대학교
웹정보공학과 교수
2003.8.~현재 정통부 산하 컴퓨터
프로그램보호위원회 감정전문위원
2004.7~현재 한국정보기술학회 이사
2004.5~현재 한국전자통신연구원
초빙연구원



장 대 근

2003년 2월 : 경북대학교 전자공학과
(공학박사)
1996년 ~ 2005년 5월 :
한국전자통신연구원 선임연구원
2005년 ~ 현재 : 특허청 통신사무관
관심분야 : MPEG, 영상처리, 영상압
축, 영상인식