

디지털영상의 특정영역 인식과 처리 방안 Methods on Recognition and Recovery Process of Censored Areas in Digital Image

김감래* · 김욱남** · 김훈정***

Kim, Kan Lae · Kim, Uk-Nam · Kim, Hoon Jung

要 旨

본 연구에서는 보안목표물의 효율적인 활용에 목적을 두고 있으며 이를 위하여 항공사진 영상에 표현된 보안 삭제구역에 대한 문제점을 분석하고 영상의 특정영역 인식을 위하여 클러스터링과 레이블링을 실시하였으며, 후처리 알고리즘을 통하여 디지털 영상 데이터의 다양한 활용성을 극대화시키려 하였다. 이러한 연구 성과를 토대로 영상의 밝기 값은 지형·지물의 수량에 따라 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 영상 전체에 포함되어 있는 지형·지물의 정보량 판단에 유용한 평가자료로 활용할 수 있는 것으로 평가되었다. 또한 영상인식 및 후 처리에 있어서 도심지나 교외지의 경우 기존 보안목표물의 삭제에 대한 처리절차와 유사하게 인식되는 지형·지물의 다수 포함으로 인해 산악지에 비해 좋은 결과 값이 도출되지 않았으며, 이는 지형·지물의 수량이 인식 및 처리에 절대적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

This study set up a purpose in the efficient utilization of security target objects. This purpose is the following: Firstly, this study analyzed problem about deleted areas for security described on aerial photography image. Secondly, this study made clustering and labeling to recognize censored areas of image. Finally, this study tried to maximize various utilizability of digital image data through postprocessing algorithm. Based on these courses, the results of this study appeared that brightness value of image increased depending on topography and quantities of topographic features. It was estimated that these was able to utilized by useful estimative data in judging information of topography and topographic features included in the total image. Besides, in the image recognition and postprocessing, the better result value was not elicited than in a mountainous region. Because it was included that a lots of topography and topographic features was similarly recognized with the process for deletion of the existing security target objects in urban and suburb region. This result appeared that the topography and quantities of topographic features absolutely affected the recognition and processing of image.

1. 서 론

최근 들어 고해상의 항공사진 촬영 기술과 위성영상을 획득할 수 있는 인공위성이 발달하고, 상업화됨에 따라 디지털 영상자료를 이용한 지형도 제작 및 각종 주제도 제작, 응용 소프트웨어의 개발 효용가치는 더욱 증가되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 국가 상황을 감안해 점차 활용도가 증가하고 있는 각종 영상의 사용에 있어서 보안 목표물에 대한 효과적인 표현을 위한 시스템을 구축하고자 한다. 현재까지 항공사진의 활용 시 보안 목표물에 대한 제거로 인하여 이미지 훼손이 심하게 나타났으며, 인공 위성영상은 보안 목표물에 대한 무분별한 표현으로 인하여 국가 보안에 문제점을 야기시키고 있는 실정으므로 항공사진 영상에 표현된 보안 삭제구역에 대한 문제점을 분석하고 영상의 특정영역(보안 삭제 구역)의 인식과 후 처리를 통하여 디지털 영상 데이터의 다양한 활용성을 극대화시키는데 그 목적이 있다고 할 수 있다.

*명지대학교 건설교통공학계열 교수

**신구대학교 지적정보과 교수

***명지대학교 산업대학원 석사

2. 영상의 특성 분석

2.1 영상처리 적용 데이터의 특성

본 연구에서 적용한 영상처리 데이터 파일 형식은 화면에 있는 그림을 바이트 단위로 읽어서 다른 기법을 사용하지 않고 그대로 저장한 파일을 의미한다. 적용 데이터 형식의 특성은 데이터가 많을 경우 파일이 상당히 커지며, 파일이 간단하여 프로그래밍이 용이하고, 대부분의 윈도우용 응용프로그램들에서 제공되고 있고, 저장 시 압축을 하지 않으므로 입출력이 빠르다. 다만, 용량이 큰 단점을 가지고 있으나 원래의 이미지를 가장 완벽하게 저장하고 있다. 또한 주로 응용프로그램간의 자료 교환에 많이 사용되고 있으며, 24비트의 고정된 팔레트를 사용하기 때문에 화면상에서 색상의 변화가 가능하다.

적용 데이터 파일 형식의 Header 구조는 4바이트로 되어있으며 2바이트는 x축의 시작위치와 끝 위치를 나타내고, 2바이트는 y축의 시작위치와 끝 위치를 나타낸다. 그리고, 역워드 방식일 경우 시작위치와 끝 위치가 바뀌어져 있다.

2.2 보안목표물의 처리방법 및 영상판독 결과와 문제점

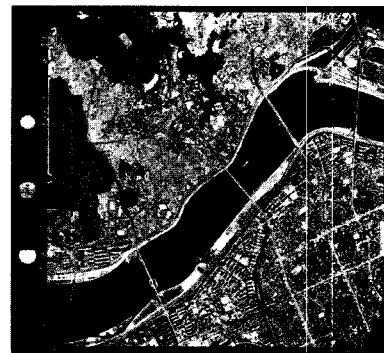
보안 목표 영역은 보안 관리권자가 특정 패턴으로 보안을 요하는 영역을 덧칠하여 일반인들로 하여금 식별할 수 없게 만든 영역을 말하는 것으로 산, 강, 바다 등 자연적으로 촬영된 원격 탐측 영상의 영역들과 달리 인위적으로 만들어진다. 따라서 보안 목표 영역은 자연적으로 만들어진 다른 영역들과 달리 패턴의 분포가 균일하고 그 모양이 불균일하다는 특징을 가진다.

보안목표물에 대한 처리는 항공기를 이용한 사진촬영 결과물의 양화필름을 아래 그림 1의 (a)의 좌측 중간, (b)의 좌우측 상단, (c)의 좌측상단과 좌측하단과 같이 일정하지 않은 다각형의 모양으로 빗금을 사용하여 양화필름 상에서 삭제한다. 또한 이 빗금의 간격은 항상 일정하게 나타나고 있다.

예를 들어 보안 관리자가 빗금 패턴으로 보안목표물을 포함한 영역을 덧칠하였을 때, 이 영역은 빗금 패턴이라는 하나의 균일한 패턴의 분포를 갖게 되고, 반면에 모양은 원이나 사각형과 같은 균일한 모양이 아니라 보안목표물의 종류에 따라 또는 사용자의 의도에 따라 다양한 다각형 모양을 취할 수 있다.

보안목표 영역은 또한 영역의 크기 면에서 특정한 범위의 제약을 둘 수 있다. 때에 따라서 바다나 강과 같은 커다란 영역이 균일한 패턴의 분포로 인하여 보안목표 영역으로 분류될 수도 있다. 그러나 보안목표 영역은 일반적으로 이런 영역들에 비해 비교적 크기가 작기 때문에, 본 연구에서는 크기의 제약을 통해 인식률을 향상시킨다.

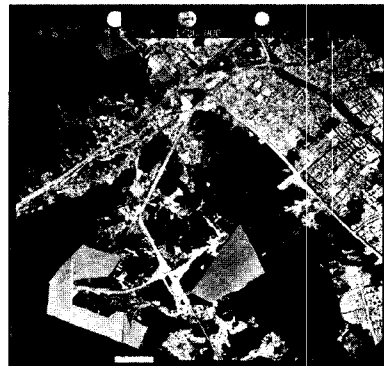
보안목표 영역은 이와 같이 영역적 특성들을 많이 가



(a)



(b)



(c)

그림 1. 항공사진촬영 영상

지고 있기 때문에, 본 연구에서는 보안영역의 특징 추출을 위한 전단계에서의 준비를 위해 영상을 밝기값을 기준으로 클러스터링하고 레이블링하는 영상 분류과정을 선행한다. 그리고 분류된 영상에서 세선화 및 직선 정합과정을 통해 특정 패턴의 영역을 추출한다.

3. 보안목표영역의 인식 및 처리절차

3.1 클러스터링 및 레이블링

클러스터링(군집화)이란 특정 공간상에서의 유한개의 패턴들을 일정한 개수의 군집으로 나눔으로써 유사한 특징 값을 가지는 패턴들끼리 무리를 지어주는 기술로 주로 패턴 인식이나 자료 분석을 위해 사용되는 기술이다. 여기서 군집이란 특정 공간상에 주어진 유한개의 패턴들이 서로 가깝게 모여서 이루어지는 무리를 말한다.

본 연구에서는 단순군집화 알고리즘과, 최대최소거리 알고리즘, k-평균알고리즘을 실험하였으며 가장 좋은 결과값을 도출한 k-평균알고리즘을 최종적으로 적용하였다. k-평균 알고리즘은 군집 영역에 속하는 모든 점으로부터 군집 중심까지의 거리의 제곱의 합으로 정의되는 성능지표를 최소화하는데 바탕을 둔다. K-평균 알고리즘이라 불리는 이 과정은 다음과 같은 단계로 구성된다.⁸⁾

단계 1 : K개의 초기 클러스터 중심 $z_1(1), z_2(1), \dots, z_K(1)$ 을 선택한다. 일반적으로, 주어진 표본 집합의 처음 K개의 표본을 임의로 선택한다.

단계 2 : k번째 반복단계에서 $i = 1, 2, \dots, K$

i, j 에 대하여, 다음의 관계를 이용하여 표본 $\{x\}$ 를 K개의 군집 영역에 분배한다.

$$\|x - z_j(k)\| < \|x - z_i(k)\| \quad x \in S_j(k) \quad (3-1)$$

여기서, $S_j(k)$ 는 군집 중심이 $z_j(k)$ 인 표본 집합을 의미한다. 식 (3-1)을 만족하는 부류가 여러 개일 경우는 임의로 선택한다.

단계 3 : 단계 2의 결과로부터, 모든 $j=1, 2, \dots, K$ 에 대하여 $S_j(k)$ 에 포함된 모든 점들로부터 군집 중심까지의 거리의 제곱의 합을 최소로 하는 새로운 군집 중심 $z_j(k+1)$ 을 계산한다. 즉, 다음과 같은 성능지표를 최소화하도록 새로운 군집 중심 $z_j(k+1)$ 을 계산한다.

$$J_j = \sum_{x \in S_j(k)} \|x - Z_j(k+1)\|^2, \quad j = 1, 2, K, k \quad (3-2)$$

이 성능지표를 최소화하는 $z_j(k+1)$ 은 단순히 $S_j(k)$ 의 평균이다. 따라서, N_j 가 $S_j(k)$ 에 속한 표본의 개수일 때, 새로운 군집 중심은 다음과 같이 주어진다.

$$z_j(k+1) = \frac{1}{N_j} \sum_{x \in S_j(k)} x, \quad j = 1, 2, K, k \quad (3-3)$$

K-평균이라는 이름은 군집 중심이 순차적으로 갱신되는 방법에서 유래되었다.

단계 4 : 모든 $j=1, 2, \dots, K$ 에 대하여 $z_j(k+1) = z_j(k)$ 를 만족하면, 알고리즘은 수렴하며 종료된다. 그렇지 않으면 단계 2로 간다.

K-평균 알고리즘의 결과는 명시된 군집 중심의 개수, 초기 군집 중심의 선택, 표본 처리 순서, 그리고 데이터의 기하학적 특성 등에 영향을 받는다. 이 알고리즘의 수렴성에 대한 증명은 없지만, 데이터가 서로 비교적 멀리 떨어진 특성을 나타낼 때, 적당한 결과를 만들어 낸다. 대부분의 실용적인 경우에 이 알고리즘을 적용할 때는, 서로 다른 초기 군집 중심 뿐만 아니라 다양한 K 값에 대하여 실험하였다.

3.2 세선화와 직선 적합을 통한 후보 영역 추출

평면 영역의 구조적 형태를 표현하는 중요한 방법은 여러 가지가 있지만 그중 한 방법은 그것을 그래프로 변환하는 것이다. 이 변환은 세선화(일명 골격화) 알고리즘을 통해 영역의 골격을 구함으로써 이루어질 수 있다. 항공사진에서 표현된 보안영역의 이미지는 빗금 모양의 일정치 않은 다각형으로 이루어져 있기 때문에 세선화 알고리즘을 사용하여 직선 적합을 통해 그 영역을 인식하는데 요구되는 후보 영역을 추출하여야 한다. 본 연구에서는 영상의 이진 영역들을 세선화 하기 위한 알고리즘을 사용할 것이다. 영역의 점들은 1의 값을 가지고, 배경점들은 0의 값을 가진다고 가정한다. 이 방법은 주어진 영역의 외곽선 점들에 대해 두 가지 기본 단계를 연속적으로 통과하는 것으로 이루어진다.

3.3 인식을 위한 특징 추출

텍스처 특징은 칼라 특징과 함께 영상에서의 화소값들의 분포를 특징짓는 주요한 특징으로 활용되고 있다. 텍스처 특징을 추출하기 위해 사용되는 텍스처 분석 알고리즘은 랜덤 필드 모델에서부터 웨이블릿 변환 기술들에 이르기까지 다양하게 연구되어왔는데 최근에는 가

보 웨이블릿 변환을 이용하는 가보 특징이 많이 사용되고 있다.

본 연구에서는 텍스처 특징의 추출을 위해 가보 웨이블릿 변환을 사용한다. 가보 웨이블릿 변환은 기존의 다른 텍스처 특징들보다 뛰어난 텍스처 구분력을 가진 것으로 알려져 텍스처에 기반한 영상 데이터베이스 검색 등에서 널리 사용되고 있다.⁶⁾ 본 연구에서는 가보 웨이블릿 변환을 통해 얻어진 텍스처 특징을 모델 구성하는 특징으로 정의함으로써 모델을 구성하는 각 대표 셀들의 텍스처 특징을 이용하여 좀 더 정확하게 정합을 수행할 수 있도록 한다.

가보 웨이블릿 변환은 가보 함수를 모함수로 사용하는 웨이블릿 변환이다. 가보 함수는 복잡한 sinusoid 함수에 의해 변조된 가우시안 함수로 2차원 가보 웨이블릿 함수 $g(x,y)$ 는 식 (3-4)와 같이 정의된다.

$$W_{mn}(x, y) = \int I(x_i, y_i) \times g_{mn}(x - x_i, y - y_i) dx_i, dy_i \quad (3-4)$$

그림 2는 m 과 n 값의 변화에 따른 가보 웨이블릿 함수를 나타낸다.

3.4 퍼지추론을 통한 보안 목표영역 판독

퍼지 추론은 애매모호한 문제를 정량적으로 표현하고 해결할 수 있어 매우 유용하게 사용된다. 그러나 대부분의 지식 베이스 추론 시스템에서와 마찬가지로 규칙의 생성에 많은 어려움이 있고 동적으로 변화하는 환경

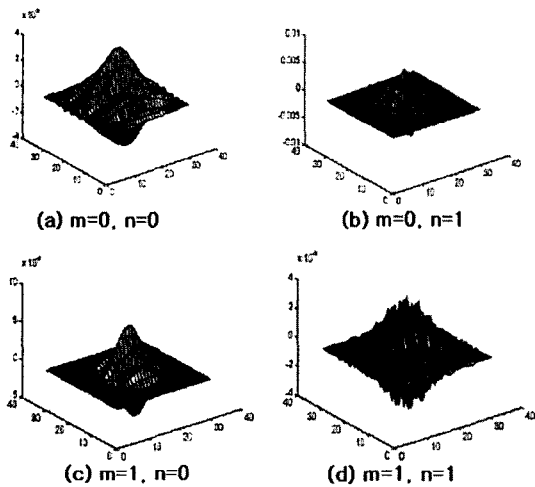


그림 2. m 과 n 값의 변화에 따른 가보 웨이블릿 함수

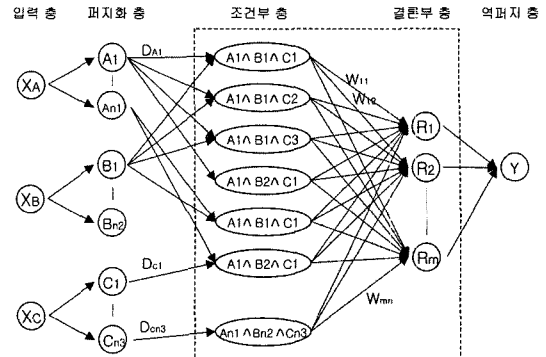


그림 3. 퍼지 연상 기억장치에 기반한 추론시스템의 기본 모델

에 적용할 수 있도록 하는 학습 능력이 없다.¹¹⁾ 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 퍼지 연상 기억장치(FAM : Fuzzy Associative Memory)를 기반으로 하는 퍼지 추론 시스템을 도입했다. 본 연구에서 사용하는 퍼지 추론 시스템은 크게 학습 단계와 추론 단계의 두 단계로 구성되는데 학습 단계에서는 퍼지 연상 기억장치의 학습 기능을 이용하여 퍼지 규칙을 조건부와 결론부를 연결하는 가중치의 형태로 결정한다. 그리고 추론 단계에서는 구성된 퍼지추론망을 통하여 실제 추론을 수행한다.

본 연구의 퍼지 추론에서는 그림 3에서와 같이 어떤 임의의 입력 특징값들에 대해 조건부의 만족도가 조건부의 각 퍼지 집합을 구성하는 소속 함수값들의 최소값으로 결정되고 결론부 퍼지 집합과 논리곱을 통해 퍼지 규칙의 만족도를 구하게 된다. 그리고 각각의 개별적 퍼지 규칙들에 대한 만족도가 논리합으로 결합되어 전체적인 결론에 이르게 된다.

3.5 보안목표영역의 합성처리

본 연구에서 구현하고자하는 보안목표영역의 합성처리는 원영상에서 보이고 있는 보안목표영역을 인식에 의하여 구분한 후 다각형 모양의 일정 범위의 영상을 제거하고 그 지역에 새로운 영상을 추가하는 것을 의미한다. 이러한 작업을 위해서는 픽셀 단위의 사칙연산이 요구되어진다.

픽셀 단위 사칙연산은 두 가지 방법으로 구현할 수 있다. 첫 번째는 픽셀마다 일정한 상수 값과 사칙 연산시켜 이미지의 값에 변화를 주는 방법이고 두 번째는 두 이미지간의 사칙연산을 수행하여 합성된 이미지 영상을

보여주는 방법이다. 본 연구에서는 원 영상의 이미지를 새로운 이미지로 대체하여야 하므로 전자의 방법을 수행하였다.

4. 결과 분석

4.1 대상지역 및 프로그램 구현

이번 실험에 사용할 대상 지역은 크게 3지역으로써 강남구 일대의 도심지역의 항공사진 영상 3개 지역 영상과, 성남시 일대의 교외지(농촌포함)지역의 항공사진 영상 3개 지역, 성남시 일대의 산악지 지역의 항공사진 영상 3개 지역을 실험대상지역(총 9개 지역)으로 사용하였다.

영상의 전처리 과정이후 영상분류 작업을 수행한다. 영상의 분류 작업은 클러스터링과 레이즐링 알고리즘에 의하여 수행되어지며 실험영상 3개 지역의 클러스터링 알고리즘 적용 결과는 그림 4와 같다. 이때 등근 원형모양의 구는 군집의 좌표개념의 위치를 나타내며 검은 선은 기본영역의 분포를 의미한다.

클러스터링 알고리즘 적용이후 레이블링알고리즘을 적용하여 영상의 분류를 실시하면 그림 5와 같은 결과 값을 가질 수 있다.

영역의 형태별로 군집을 가지게 되고 이를 바탕으로 하여 특정영역에 대한 후보영역을 선별한다.

후보 영역의 확보는 그림 6과 같이 세션화 과정과 직선 접합 과정을 거치게 되는데 세션화 과정은 보안목표물 영역의 표시가 빗금 모양으로 처리되기 때문이고 이것을 이용하여 일부 영역이 그림 7과 같이 보안목표물로 선택되어진다.

후보 영역의 값을 구한 후에는 보안 영역에 대한 판독을 실시하여야 하며 이때 퍼지 추론 이론을 적용한다. 퍼지 추론 이론을 적용하여 그림 8과 같은 결과 값을 가지고 왔으며 후보영역과 퍼지 추론 이후의 결과값을

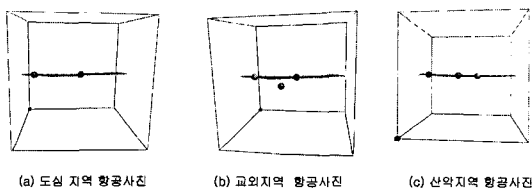
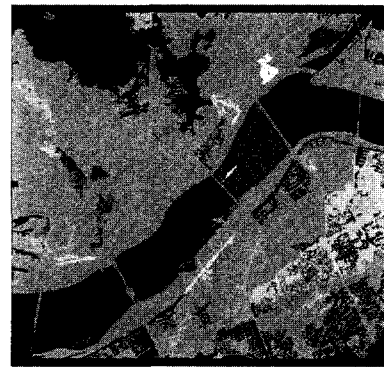


그림 4. 클러스터링 알고리즘 적용 결과

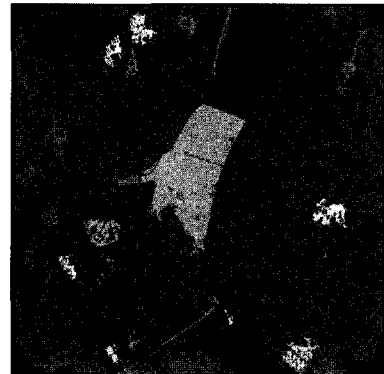
비교하기 위하여 색의 변화를 주었다.

그림 8과 같이 퍼지추론에 의한 보안목표물 인식과정을 거친 이후 인식의 오류를 사용자가 판단하여 수정 편집할 수 있는 기능을 추가하여 보다 정확한 영상합성이 이루어지도록 하였다.

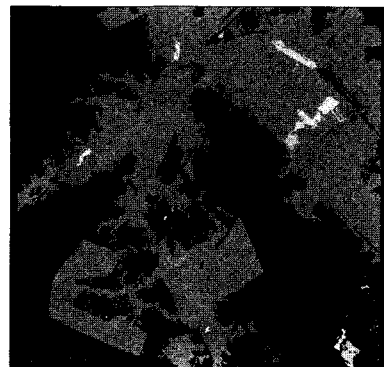
또한 영상의 합성에 있어서 도심지, 농경지 및 도심



(a) 도심지역 항공사진



(b) 교외지역 항공사진



(c) 산악지역 항공사진

그림 5. 영상분류 결과



그림 6. 세션화 알고리즘 적용 결과

외곽지, 산악지 등 크게 3개의 분류로 나누어서 각각 지역의 여러 종류의 기준 이미지(그림 9)를 제작, 저장하여 영상합성에 기준이미지를 삽입하여 그림 10과 같이 영상합성을 수행할 수 있도록 하였다.

4.2 결과 분석

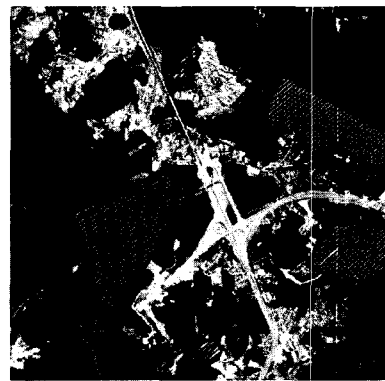
영상 인식의 정확도 평가는 크게 도심지, 교외지 및 농경지, 산악지 등 3개 지역으로 나누어 실시했으며, 영상의 평활화 과정을 거친 이후의 이미지 RGB의 평균값의 변화는 표 1과 표 2와 같이 나타났다. 실험에서 영상



(a) 도심지역 항공사진



(b) 교외지역 항공사진



(c) 산악지역 항공사진

그림 7. 후보영역 추출 결과

의 RGB값을 분석한 것은 RGB 값은 컴퓨터 모니터 상에 보여지는 컬러모드이며, 색상을 표현하는 가장 기본적인 값이기 때문이다. 흑백영상에 RGB값을 사용한 이유는 향후 칼라 영상의 도입 시 알고리즘 확장을 위하여 RGB 값을 사용하였다.

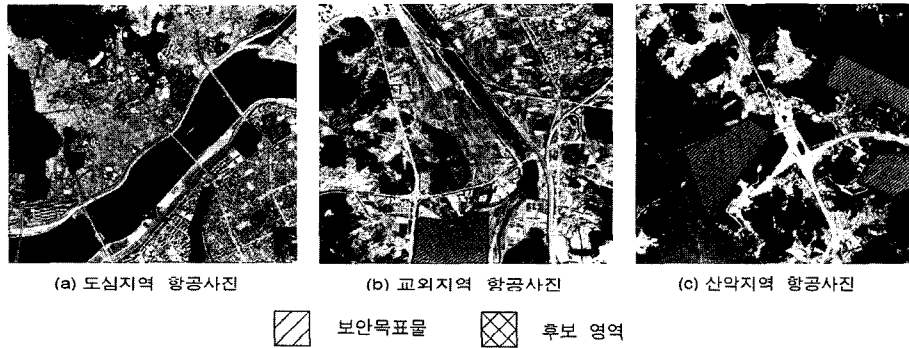


그림 8. 퍼지추론 적용 결과

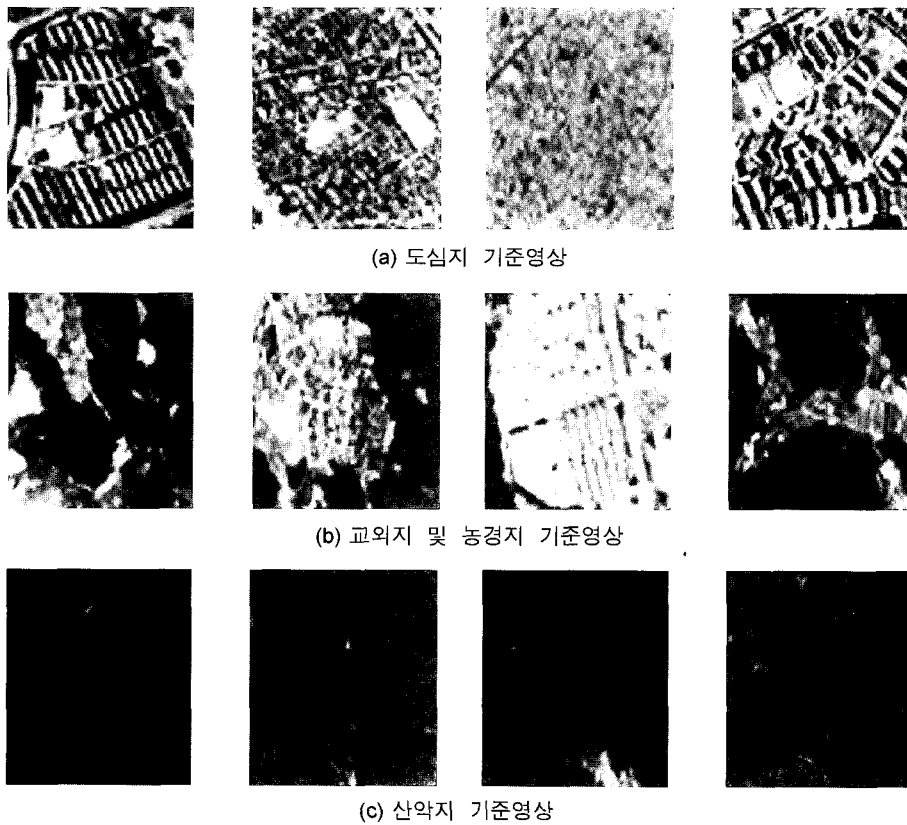
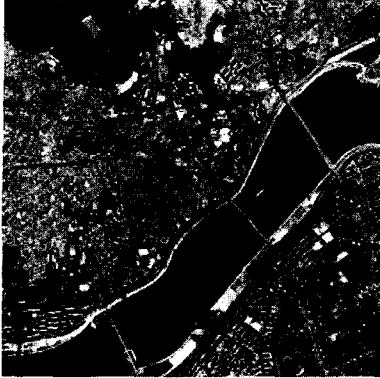


그림 9. 영상 합성을 위한 기준 영상

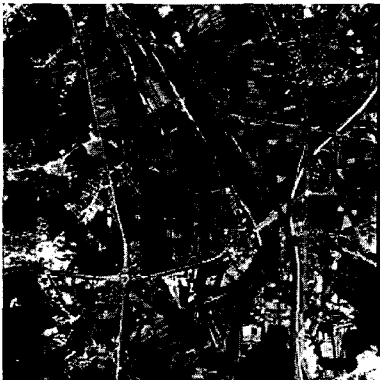
실험대상지역의 원 영상을 분석한 결과 원영상의 RGB의 평균값은 도심지가 가장 높은 수치를 나타냈으며, 다음으로 교외지, 산악지 순으로 나타났다. 이는 도심지가 밝은 색으로 표현되는 지형·지물이 다수 있기 때문이고 산악지로 갈수록 지형·지물의 감소로 인하여 RGB

의 평균값이 감소하는 것으로 나타났다.

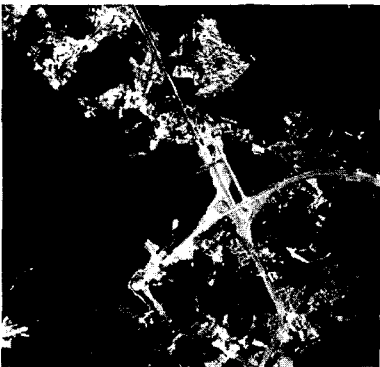
실험대상지역 영상을 원 영상과 전처리 과정을 거친 결과 영상을 비교했을 때, 도심지의 경우 RGB의 평균값이 결과 영상에서 조금 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 또한 교외지의 경우는 증가하는 영상과 감소하는 영



(a) 도심지역 항공사진



(b) 교외지역 항공사진



(c) 산악지역 항공사진

그림 10. 영상합성 결과 영상

상이 동시에 나타나고, 산악지의 경우는 대부분의 영상의 RGB값이 감소하고 있음을 알 수 있다. 이는 영상의 평활화 과정을 통하여 영상의 RGB 값의 분포가 고르게 향상되었음을 의미한다.

클러스터링과 레이블링을 이용한 영상분류과정의 결과

표 1. 원 영상의 RGB 평균값

단위 : RGB

구분	Red	Green	Blue	
도심지	1	93.29	93.13	94.77
	2	96.46	96.41	98.06
	3	109.23	110.23	108.15
교외지	1	89.19	88.56	91.37
	2	70.45	71.43	78.42
	3	75.86	76.46	77.52
산악지	1	60.46	61.56	66.78
	2	74.82	72.85	77.05
	3	60.60	62.34	67.88

표 2. 전처리 이후 영상의 RGB 평균 값

단위 : RGB

구분	Red	Green	Blue	
도심지	1	96.77	98.28	98.08
	2	101.20	101.58	102.87
	3	114.30	115.28	117.25
교외지	1	90.55	92.64	91.18
	2	69.67	69.89	73.34
	3	74.57	73.75	75.45
산악지	1	59.56	60.53	62.65
	2	73.30	74.86	77.05
	3	59.46	60.88	66.98

표 3. 영상분류 과정 이후 결과 값

구분	도심지			교외지 및 농경지			산악지		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
분류그룹	14	15	12	10	11	15	8	10	8

값은 다음과 같다. 이때 클러스터링을 위한 알고리즘으로는 K-Means 알고리즘을 사용하였으며 이는 단순 군집화 알고리즘이나, 최대최소 거리 알고리즘에 비하여 결과 값이 좋게 나타났기 때문이다.

표 3의 결과 값에서 알 수 있듯이 도심지역에 대하여는 분류 그룹이 높게 나타나고 있다. 그에 반해 교외지 및 산악지로 갈수록 분류그룹은 감소하는 것으로 나타나고 있지만 교외지의 일부 결과 값에서는 도심지의 분류 그룹만큼의 분류그룹이 생성되었음을 보이고 있다. 이는 교외지에도 도심지에 포함되어있는 다수의 지형·지물이 존재하고 있음을 의미한다.

표 4. 실험영상에 포함되어있는 보안목표물 수

구분	도심지			교외지 및 농경지			산악지		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
보안목표물	3	3	4	6	6	4	5	5	4

표 5. 후보영역추출 이후의 보안목표물 수

구분	도심지			교외지 및 농경지			산악지		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
보안목표물	6	5	7	10	7	7	8	8	10

표 6. 퍼지추론 적용 이후의 보안목표물 수

구분	도심지			교외지 및 농경지			산악지		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
보안목표물	5	5	6	7	8	6	5	6	5

이를 통해 도심지에서 산악지로 갈수록 영상에 포함되어 있는 지형·지물의 수가 감소하고 있음을 의미하며 이는 보안목표물의 인식에 있어서도 도심지에서 산악지로 갈수록 인식률이 올라갈 수 있음을 의미한다.

실험영상에 포함되어 있는 보안 목표물의 숫자는 표 4와 같으며 실험영상에 대한 후보영역 추출 결과 값은 표 5와 같이 나타난다.

표 5에서 알 수 있듯이 후보영역 추출과정을 통해 얻은 결과 값은 표 4의 원영상에 포함되어 있는 보안목표물의 개수와 많은 차이를 가지고 있음을 알 수 있다. 이는 후보영역 추출 알고리즘은 영상분류 과정 이후 분류된 결과 값만을 토대로 값을 산출하였기 때문이다.

표 6은 후보영역 추출 과정을 거쳐 선택된 지역에 대하여 퍼지 추론 알고리즘을 적용한 결과 값이다.

퍼지추론 이후의 최종 결과 값을 토대로 표 7과 같은 결과 값을 얻었으며 도심지 지역에서의 인식의 정확도는 다른 지역에 비하여 크게 떨어졌다. 특히 아파트 밀집지

역 및 도로 주변의 상가 밀집지역에서의 영상 인식의 오차는 크게 나타났다. 그 이유는 후보영역 추출을 위한 세션화 과정에서 아파트 밀집지역 및 도로 주변의 상가 밀집지역과 보안목표물의 표시 형식인 빗금무늬가 동일하게 나타나고 있기 때문이다. 이는 1/20,000 축척의 항공사진에서는 아파트, 상가 건물의 폭이 얼마 되지 않게 나타나므로 세션화 과정을 거치면서 일반 Line으로 인식하기 때문이다.

또한 농경지 지역과 교외지에서 자주 접할 수 있는 다수의 비닐하우스들도 아파트 밀집지역과 같이 세션화 과정을 거치면서 일반 Line으로 인식하기 때문에 정확도를 떨어뜨리는 요인으로 작용하였다. 이에 반해 일반적인 주거밀집지역이나 교외지에 위치한 보안목표물에 대해서는 인식의 결과가 도심지에 비하여 좀더 좋게 나타났다.

표 7에서 알 수 있듯이 산악지의 결과 값은 다른 지역의 영상인식의 정확도 보다 높게 나타난 것을 알 수 있다. 이는 보안대상 목표물의 위치가 대부분 산악지에 위치하고 있으며, 영상의 평활화 과정이나 영상 분류과정을 통해서 알 수 있었듯이 산악지 지역에서는 다른 지역에 비하여 지형·지물의 양이 소량이므로 그러한 결과 값이 나왔다. 산악지는 도심지나 교외지와는 다르게 영상의 분류와 세션화 과정에서 나올 수 있는 오류가 발생하지 않았으므로 좋은 결과 값을 가져왔다.

영상의 합성에 있어서도 영상의 인식과 유사한 결과 값이 도출되었다.

현실 세계를 반영하고 있는 항공사진의 특성상 도심지의 지형·지물은 매우 복잡하게 나타나고 있다. 그러므로 이를 표현하기 위해서는 매우 세밀한 영상 합성이 요구되어졌다. 픽셀단위의 영상합성이라고는 하지만 앞에서 다루었듯이 지역별 기준영상을 제작하여 영상 합성의 편의를 도모하였으나 도심지의 경우 매우 정밀한 작

표 7. 정확도 종합평가

구분	도심지			교외지 및 농경지			산악지			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
보안목표물	3	3	4	6	6	4	5	5	4	
후보영역추출	목표물수	6	5	7	10	7	7	8	8	10
	정확도	50%	60%	57%	60%	85%	57%	63%	63%	40%
퍼지추론	목표물수	5	5	6	7	8	6	5	6	5
	정확도	60%	60%	67%	86%	75%	67%	100%	83%	80%

업을 요하므로 정확한 영상의 합성을 이룰 수 없었다.

반면 교외지나 농경지의 경우 도심지에 비해 좋은 영상 합성의 결과를 가져왔다. 하지만 특히 문제가 되고 있는 지역은 도로이다. 도로는 연결성을 가지고 있으므로 이는 영상합성에 있어서 매우 어려운 요소로 작용했다.

산악지에 위치하고 있는 보안 목표물에 대하여는 매우 정확한 영상의 합성을 수행할 수 있었으며 특히 산악지의 경우 1/20,000 축척의 항공사진을 영상 처리할 경우 육안으로 식별하기가 쉽지 않을 만큼 좋은 성과를 가져왔다.

이는 보안목표물에 대한 영상 인식이나 영상 합성이 항공사진의 특성상 도심지에 비하여 교외지가 또한 교외지에 비하여 농경지가, 농경지에 비하여 산악지가 좋은 결과를 가져온다는 것을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 국가 상황을 감안해 점차 활용도가 증가하고 있는 각종 영상의 사용에 있어서 보안 목표물의 효과적인 표현을 위한 시스템을 구축하였으며, 항공사진 영상에 표현된 보안 삭제구역에 대한 문제점을 분석하고 영상의 특정영역(보안 삭제 구역)의 인식과 후처리를 통하여 디지털 영상 데이터의 다양한 활용성을 극대화시키려 하였으며, 이러한 연구 성과를 토대로 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 항공사진영상의 이미지 향상을 위한 평활화 알고리즘을 적용한 결과 도심지지역의 영상 평균값은 증가하고 교외지 및 산악지 지역은 다소 감소함을 통해 영상의 밝기 값은 지형·지물의 수량에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

2. 항공사진영상의 영상 평균값의 수준에 따라 영상 전체에 포함되어 있는 지형·지물의 정보량 판단에 유용한 평가자료로 활용할 수 있었다.

3. 항공사진 영상의 영상 분류 및 인식을 위하여 클러스터링 및 레이블링, 세션화 기법을 사용한 결과 후보영역의 추출 결과 값과 퍼지추론 결과 값 사이에는 비례적인 관계가 성립되지 않음을 제시하였다.

4. 보안 목표물에 대한 영상 인식 알고리즘을 확립하였으며, 인식과정 이후 보안 목표물에 대한 처리절차 및 처리 방법 알고리즘을 확립하였다.

5. 영상인식에 있어서 도심지나 교외지의 경우 기존 보

안목표물의 삭제에 위한 처리절차와 유사하게 인식되는 지형·지물의 다수 포함으로 인해 산악지에 비해 좋은 결과 값이 도출되지 않는 것으로 나타났으며, 후 처리에 있어서도 산악지가 도심지나 교외지에 비해 좋은 결과를 도출하였다. 이는 지형·지물의 수량이 인식 및 처리에 절대적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이상과 같은 연구 결과 영상의 색상과 색조에 대한 보강 방법과, 영상의 인식 및 처리에 대한 정확도 향상 기법이 지속적으로 연구될 경우 정확하면서도 시각적으로 우수한 수치정사영상의 제작이 가능하며, 영상데이터의 활용성이 더욱 극대화될 것이다. 또한 영상 합성을 통해 앞으로 영상 데이터의 원활한 갱신이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 유복모, "사진측량학 개론", 사이텍미디어, 2001, p85.
2. 사공호상, 박성미, 김영표, "인공위성 영상자료를 이용한 국토자원 분석방법에 관한 연구", 국토개발원, 2000, p28.
3. 유복모, Anton F. Schenk, "현대수치사진측량학", 문운당, 1999, p83.
4. 배상호, "소형카메라 시스템을 이용한 항공사진 측량", 과학기술, 2001, p29.
5. 하영호, 임재권, 남재열, 김용석, "디지털 영상처리", 그린, 1998, p181, p497.
6. 장동혁, "디지털 영상 처리의 구현", PC이드밴스, 1999, p98.
7. Thomas M. Killesand and Ralph W. Kieffer, "Remote Sensing and Image Interpretation", NewYork, John Wiley & Sons, 1999, pp. 470-473.
8. W. Y. Ma and B. S. Manjunath, "Texture Features and Learning Similarity", IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, San Francisco, CA, June 1996, pp. 129-133.
9. Milan sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, "Image Processing Analysis and Machine Vision", International Thomson Publishing, 1999, p42.
10. Hung T. Nguyen, Elbert A. Walker, "A First Course in Fuzzy Logic", Chapman & Hall, 1999, p269.
11. Bart Kosko, "Fuzzy Engineering", Prentice Hall, 1999, p139.
12. Constantin Von Altrock, "Fuzzy Logic and Neurofuzzy Applications in Business and Finance", Altrock, 1998, p236.
13. Jack Handey, "Fuzzy Memories", Andrews & Memeel,

2000, p165.

14. H. Ishibuchi, K. Nozaki, N. Yamamoto, and H. Tanaka, "Selecting fuzzy if-then rules for classification problems using genetic algorithms", IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 1995, p260.

15. A. Kumar, A. R. Tammembaum, and G. J. Balas, "Optical flow : A curve evolution approach", IEEE Transactions on Image Processing, 1996, p598.

(2002년 2월 3일 원고접수)