제 출 문

본 보고서를 「내용기반 위성영상정보 검색에 관한 연구」 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2000. 1. 15.

연구책임자 : 전파자원연구과 최 동 훈
연 구 원 : 전파자원연구과 곽 장 호
박 수 영

요 약 문

1. 과제명

내용기반 위성영상정보 검색에 관한 연구

2. 연구기간

2000년 3월 ~ 2000년 12월

3. 연구책임자

통신사무관 최 동 훈

4. 계획 대 진도

가. 월별 추진현황

세부 내용	연구자	월별 추진 계획										비고
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
o 검색속성 추출 및 선택 - 2계 통계행렬의 이론 및 확장방안 연구 - 통합속성 추출 - 검색시스템 구성	곽장호											
o 검색용 프로그램 개발 - Visual C++를 이용한 프로그램 개발 - 검색성능 분석	박수영											
o 연구보고서 작성	곽장호											
분기별 수행진도 (%)		30			30			40				

나. 세부 과제별 추진사항

1) 위성영상정보 검색에 유용한 속성 추출 및 선택
   - o 2계 통계행렬의 이론적 관계정립 및 검색전용 속성추출
   - o 특징공간의 차원을 감소시키고 계산속도를 향상시킬 수 있는 처리 기법 개발
   - o 컴퓨터 모의실험을 통한 제안된 방법의 성능 검증

2) 위성영상 정보 자동검색 프로그램 구현 및 실험
   - o 추출된 속성을 이용한 위성영상 정보 검색프로그램 구현
   - o 처리속도 향상을 위한 Log-Search 기능 추가
   - o CCV (Color Coherent Vector) 개념을 도입하여 위성정보 검색에 적용되는 속성에 대한 방향 및 위치정보 추가
   - o 인공위성 데이터 적용한 검색실험

5. 연구결과

1) 통계적 위성영상 검색 방법의 검색능력 분석 및 평가
2) 내용기반 위성영상 검색방법의 검색능력 향상
3) 검색엔진에 방향 및 위치정보 기능 추가
4) 위성검색용 프로그램 개발

6. 기대효과

1) 다양한 위성정보를 신속하고 정확하게 검색할 수 있는 엔진 개발로 인하여 위성정보 DB의 효율적 관리
2) 초고속 네트웍을 이용한 위성정보 신청 및 서비스 가능
3) 위성정보 관리 및 활용 신뢰도 향상

7. 기자재 사용 내역

1) 위성전파 수신 및 저장 시설
2) 위성영상 정보 분석시스템 및 소프트웨어

SUMMARY

Satellite imagery contains various and abundant information for the earth surface. Therefore the analysis of the imagery generally needs complicate and time consuming processes for application use. Especially in the satellite data retrieval, color histogram and texture of the satellite data are used as important factors, and they significantly affects the quality and accuracy of the retrieval results. This paper showed the retrieval results by using the imagery features and color coherence vector (CCV). A color coherence vector stores the number of coherent versus incoherent pixels with each color. By separating coherent pixels from incoherent pixels, CCV's provide finer distinctions than color histogram. Also, we showed the performance and the applicability of CRLM_R features to the content-based image retrieval.

목 차

표 목차

그림 목차

제 1 장 서론

제 2 장 위성영상의 검색방법

제 1 절 Color Histogram을 이용한 위성영상의 검색

제 2 절 Color Coherence Vector를 이용한 위성영상의 검색

제 3 절 CRLM 속성을 이용한 위성영상의 검색

제 3 장 실험 및 고찰

제 1 절 SPOT 위성영상을 이용한 검색 성능 실험

제 2 절 검색성능 비교 분석

제 4 장 결 론

참고문헌

표 목 차

표 2-1. 각각의 레이블로 연결된 화소 수
표 2-2. 그림 2-1의 CCV 결과
표 3-1. Color Histogram을 이용한 검색결과에 대한 정확도 산정
표 3-2. CCV를 이용한 검색결과에 대한 정확도 산정
표 3-3. CRLM_R 속성을 이용한 검색결과에 대한 정확도 산정
표 3-4. 검색실험 결과에 대한 정확도 비교

그 림 목 차

그림 2-1. 6×6 영상의 예
그림 2-2. 그림 2-1의 칼라공간 분류
그림 2-3. 그림 2-2를 레이블한 결과
그림 2-4. CRLM의 예
그림 3-1. Color Histogram을 이용한 실험 1
그림 3-2. Color Histogram을 이용한 실험 2
그림 3-3. Color Histogram을 이용한 실험 3
그림 3-4. Color Histogram을 이용한 실험 4
그림 3-5. Color Histogram을 이용한 실험 5
그림 3-6. CCV를 이용한 실험 1
그림 3-7. CCV를 이용한 실험 2
그림 3-8. CCV를 이용한 실험 3
그림 3-9. CCV를 이용한 실험 4
그림 3-10. CCV를 이용한 실험 5
그림 3-11. CRLM_R을 이용한 실험 1
그림 3-12. CRLM_R을 이용한 실험 2
그림 3-13. CRLM_R을 이용한 실험 3
그림 3-14. CRLM_R을 이용한 실험 4
그림 3-15. CRLM_R을 이용한 실험 5

Ⅰ. 서 론

지구관측 위성으로부터 관측된 위성영상 자료는 지구표면에 대한 다양한 정보를 포함하고 있어, 광범위한 분야에 활용되고 있으며 최근 응용기술의 발달로 인하여 활용범위가 날로 확대되고 있다. 그러나 이와 같이 유용한 위성정보를 취득, 분석 및 활용하기 위해서는 지구관측위성으로부터 전송되는 위성정보를 수신, 처리, 분석하는 과정과 관련기술 개발이 필요하다. 즉 위성신호 수신계획에 따라 위성을 추적하고 위성에서 전송되는 관측데이터를 수신 및 저장하여 원시데이터를 생산하는 지상수신시설의 운용이 요구된다. 또한 위성에서 관측된 정보는 관측시의 기기의 상태나 대기의 조건 등에 의해 오류나 왜곡을 포함하고 있다. 따라서 이와 같은 위성정보를 처리 및 분석하기 위해서는 기하학적 보정, 복사 보정, 대기 보정 등의 전처리 과정이 요구된다. 전처리 과정을 거친 데이터를 이용하여 필요로 하는 정보를 추출하고 분석하여 이용분야에 적용하는 정보추출 및 응용과정과 추출된 정보를 DB화하고 사용자에게 서비스하는 배포 및 활용 등이 위성정보를 이용하는 과정에 포함된다. 따라서 전파연구소에서는 이와 같은 위성정보를 확보하고 적절히 활용하기 위하여 1988년 직경 10미터 안테나시스템 구축 및 1994년 데이터 수신에 필요한 부가시설을 구축한 다음 1996년부터 위성에서 전송되는 관측데이터를 수신하고 있으며, 위성정보를 효과적으로 수신, 처리, 분석 및 활용하기 위하여 그 동안 위성전파 추적기술, 위성전파 신호처리 기술, 원격탐사위성 지상수신소 구축 및 운용기술 연구 등 위성전파 관련분야에 대한 연구를 지속적으로 수행하여 왔다.

그러나 지속적인 관측센서의 발달로 인하여 센서의 종류도 다양해졌으며, 획득되고 전송되는 데이터의 양도 방대해 졌으므로 위성전파에 포함된 방대한 정보를 분석하고 체계적으로 관리하기 위해서는 데

이터베이스 구축과 효율적인 위성영상 정보 검색기술에 대한 연구수행을 필요로 하고있다. 일반적인 영상 검색방법은 영상을 분석하여 특징을 추출한 다음, 이를 색인하고 유사한 특징을 가지는 영상을 검색하는 기술이다. 기본적으로 영상간의 유사도 판단을 위해서는 영상이 가진 내용을 파악하여 그 정보들을 서로 비교 가능한 데이터로 변환해야만 한다. 따라서 영상검색 기술은 궁극적으로 영상분석, 영상이해 또는 객체인식 기술과 같은 기반기술과 함께 발전해 나가야만 한다.

영상정보 검색시스템은 크게 영상에서 특징정보를 추출하는 부분, 추출된 특징정보를 색인하는 부분, 그리고 사용자에게 질의를 수행할 수 있도록 하는 인터페이스 부분과 데이터베이스와의 연동을 위한 기술로 나눌 수 있다. 또한 영상분석 기술은 검색방법에 따라 텍스트 기반 검색과 내용기반 검색으로 분류할 수 있다. 텍스트 기반 검색은 영상을 여러 개의 키워드나 주석으로 표현하여 일반적인 텍스트 데이터 검색방법을 적용시킨 것이고, 내용기반 검색은 영상분석을 통해 추출된 정보를 이용하여 영상간의 유사도를 측정하는 방법을 사용한다.

본 논문에서는 내용기반 영상 검색 방식을 사용하여 위성영상을 효율적으로 검색할 수 있는 여러 가지 방법을 검토하였다. 즉 내용기반 영상검색에 주로 사용되고 있는 Color Histogram과 Color Coherence Vector 그리고 제안된 속성벡터인 CRLM_R 등을 사용하여 실제 위성영상 검색에 적용하고, 그 성능과 효율성을 평가하였다. 본 논문의 구성은 1장 서론에 이어 2장에서는 검색방식들에 대한 알고리즘을 설명하였고, 3장에서는 실제 위성영상을 적용한 실험을 수행하여 각각의 검색방식에 대한 성능과 유사도를 측정하였다. 마지막으로 4장 결론에서는 사용된 검색방법들을 서로 비교 검토한 결과를 가지고 결론을 맺었다.

Ⅱ. 위성영상의 검색방법

위성영상을 검색하는 여러 가지 방법 중에서 내용기반 영상 검색방법은 많은 응용에서 문자기반 영상 검색방법의 단점을 보완해 주는 방법이며, 영상에서 칼라, 질감, 모양, 구성 및 주파수 성분과 같은 인지적이고 의미가 있는 특징 벡터를 이용하여 위성영상을 검색하는 방법이다. 칼라 히스토그램은 내용기반 영상 검색을 위한 특징 벡터로서 일반적으로 많이 사용된다. 이것은 전체적인 영상의 칼라 분포를 의미하는데, 계산하기 쉽다는 장점이 있다. 그러나 인지적으로 비슷하지 않은 영상도 동일한 칼라 분포를 가질 수 있다는 문제가 제기 되었다. 이러한 문제를 보완하기 위해 제안된 방법중의 하나가 CCV이다. CCV는 구현이 쉽고 칼라 정보의 지역적 특성을 고려하여 같은 색상 분포를 가지는 다른 영상을 구별하는 것이 가능하다. 그러나 계산 량이 많아 시간이 많이 소요된다. 또한 그레이 영상에서 영상의 통계적 특성을 표현하는 GLRLM을 칼라 범위로 확장하여 CRLM을 정의하고, 의미 있는 방향으로 투사하여 추출된 CRLM_R은 칼라 영상의 행렬속성들로부터 유도되어 칼라와 질감속성을 동시에 검출할 수 있다.

제 1 절 Color Histogram을 이용한 위성영상의 검색

칼라 히스토그램은 영상내의 칼라를 분할하거나 영상 배열 안에 나타나는 칼라를 계산함으로서 얻어질 수 있다. 즉 히스토그램이란 모든 가능한 칼라의 집합 안에서 상등함수로 정의될 수 있다. 이것은 두 개의 칼라가 같다고 판단하려면 같은 Bin 상에 존재해야 한다. 이러한 방식으로 영상을 분석하는 것은 확률적인 과정에 의한다. 기본적인 칼라 히스토그램 방식은 다음과 같다.

RGB 칼라공간을 식 (2-1), (2-2), (2-3)에 의해 새로운 칼라공간으로 변화시킨다.

$$rg = r - g \tag{2-1}$$

$$by = 2 * b - r - g \tag{2-2}$$

$$wb = r + g + b \tag{2-3}$$

(rg, by, wb)에 대해 (X, Y, Z)의 양자화를 한 후 XYZ 개의 Bin을 사용한다. 다음은 각각 객체에 인덱스를 생성한 후 모델내의 객체와 입력된 객체와의 히스토그램을 비교하여 공유되는 최소 값을 구한다. 공유되는 최소 값을 가지고 순위를 나타낸다.

제 2 절 Color Coherence Vector를 이용한 위성영상의 검색

CCV는 칼라의 지역적 분포를 고려한 것으로, 영상의 각 화소가 연속적으로 분포했는가 또는 비연속적으로 분포했는가를 분류하여 칼라 정보를 표현하는 방법이다. 그림 2-1과 같이 영상의 크기가 6×6 이라고 가정하고,

33	35	28	7	5	22
13	14	32	21	3	19
11	8	26	39	19	3
8	24	13	36	23	5
33	8	37	13	6	31
2	26	35	22	21	18

그림 2-1. 6×6 영상의 예

화소들의 칼라 범위 값의 연속성 여부를 결정하기 위해서 기준이 되는 값 r를 4로 한다면, 연속되는 화소들이 4개 이상이면 연속 하다고 할 수 있으며, 4개 미만이면 비연속 하다고 정할 수 있다. 계산을 간단히 하기 위하여 입력영상의 전체 칼라 값의 범위를 n개의 칼라 범위로 칼라공간을 구분한다.

입력영상을 0 ($0 \le i \le 9$), 1 ($10 \le i \le 19$), 2 ($20 \le i \le 29$), 3 ($30 \le i \le 39$) 등 4개의 칼라 공간으로 분류하면, 새로 구성된 칼라영상에서 0, 1, 2, 3 각 픽셀이 차지하고 있는 공간은 각각 그림 2-2와 같다.

3	3	2	0	0	2
1	1	3	2	0	1
1	0	2	3	1	0
0	2	1	3	2	0
3	0	3	1	0	3
0	2	3	2	2	1

(a) 0인 경우

3	3	2	0	0	2
1	1	3	2	0	1
1	0	2	3	1	0
0	2	1	3	2	0
3	0	3	1	0	3
0	2	3	2	2	1

(b) 1인 경우

3	3	2	0	0	2
1	1	3	2	0	1
1	0	2	3	1	0
0	2	1	3	2	0
3	0	3	1	0	3
0	2	3	2	2	1

(c) 2인 경우

3	3	2	0	0	2
1	1	3	2	0	1
1	0	2	3	1	0
0	2	1	3	2	0
3	0	3	1	0	3
0	2	3	2	2	1

(d) 3인 경우

그림 2-2. 그림 2-1의 칼라공간 분류

구분된 결과에 의하여 A, B, C 등의 문자를 사용하여 레이블 하면 그림 2-3과 같이 나타낼 수 있으며, 같은 칼라공간에 속하지만 연속되지 않으면 다른 레이블로 표시한다.

L	L	G	A	A	H
C	C	L	G	A	D
C	B	G	L	D	A
B	G	E	L	I	A
M	B	L	E	A	N
B	J	L	K	K	F

그림 2-3. 그림 2-2를 레이블한 결과

표 2-1은 분류된 레이블로 만든 연결요소 표이며, 표 2-2는 6×6 영상에 대한 CCV 계산 결과를 나타낸 것이다. 여기서 화소들이 연속적인 경우를 α_j 벡터, 비연속적인 경우를 β_j 벡터라 정하면 벡터 쌍 (α_j, β_j)이 산출된다. 영상의 CCV는 {(α_1, β_1), ..., (α_n, β_n)}로 구성된다.

표 2-1. 각각의 레이블로 연결된 화소 수

Label	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Bucket	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
연속화소 개수	6	4	3	2	2	1	4	1	1	1	2	7	1	1

표 2-2. 그림 2-1의 CCV 결과

Bucket	0	1	2	3
Coherence	10	0	4	7
Uncoherence	0	8	5	2

제 3 절 CRLM 속성을 이용한 위성영상의 검색

CRLM (Color Run Length Matrix)은 GLRLM (Gray Level Run Length Matrix)에서 확장한 것으로, 칼라 영상 $I(.,.)$의 CRLM은 영상의 방향 θ을 파라미터로 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$CRLM(m,n) = Card[\{(i,j)\in I \mid I(i,j) = m,\ \tau(m,\theta) = n\}] \tag{2-4}$$

여기서 $\tau(m,\theta)$는 θ방향의 칼라 값 m의 run-length에 해당된다. 따라서 CRLM은 방향성을 가지고 있으며, 방향에 무관한 CRLM을 구성하기 위해서는 각 방향의 CRLM 들을 산술 평균하여 이용할 수 있다. 그림 2-4 에는 간단한 영상에 대한 CRLM의 예를 나타내었다.

m_0	m_1	m_2	m_3
m_0	m_2	m_3	m_3
m_2	m_1	m_1	m_1
m_3	m_0	m_3	m_0

(a) Original Image

	Run Length			
	1	2	3	4
m_0	4	0	0	0
m_1	1	0	1	0
m_2	3	0	0	0
m_3	3	1	0	0

(b) CRLM ($\theta = 0^\circ$)

그림 2-4. CRLM의 예

CRLM의 경우 각 방향으로부터 얻어진 CRLM 들을 산술적으로 평균하여 얻어진 CRLM을 행 방향으로 투사하면 식 2-5와 같이 나타낼 수 있으며, 영상의 칼라 히스토그램과 유사한 특성을 가진다

$$CRLM_R(m) = \sum_n CRLM(m,n) \tag{2-5}$$

Ⅲ. 실험 및 고찰

실험에 사용된 위성영상은 1997년 9월 29일 프랑스 SPOT 위성에서 촬영된 서울지역 영상을 이용하였으며, 전체영상 2923×1232 크기 중에서 64×64 크기의 임의의 영상을 250개 선정하여 검색을 위한 데이터로 사용하였다. 위성영상 검색실험은 세 가지 방법으로 나누어 수행하였다. 첫 번째, 히스토그램을 이용한 영상 검색에서는 RGB 칼라 영상을 64 레벨의 Hue 칼라 영상으로 변환하여 수행하였고, 두 번째, CCV를 이용한 영상 검색에서는 RGB 칼라 영상을 32 레벨의 Hue 칼라 영상으로 변환하고 각 칼라에 대한 Coherence 여부를 구분하여 64개의 특성벡터를 만들어 냈다. 세 번째, CRLM 속성을 이용한 영상 검색에서는 RGB 칼라 영상을 64 레벨의 Hue 칼라 영상으로 변환하고 CRLM_R을 구하여 (64개의 특성 벡터 생성) 검색에 사용하였다. 그리고 각각의 방법에 의해 계산되는 특성 벡터는 64 레벨로 통일하여 각 방법에 의해 나타난 결과의 비교를 더욱 공정하게 하였다.

특히 유사도 측정과 칼라공간 변환에서는 일반적으로 이용되는 칼라공간으로는 Red, Green, Blue의 세 가지 칼라로 다양한 칼라를 표현하는 방법이 있다. 그러나, RGB로 표현되는 공간에서의 칼라들의 서로 많은 영향을 주기 때문에 두 개의 칼라 유사도를 계산하는데 있어 필요한 둘 사이의 거리만을 고려하는 것은 어려운 일이다. 따라서, 유사도 계산과 같은 작업이 동반되는 경우에는 HSI 칼라 좌표계가 주로 사용된다. 즉 영상 데이터 검색에서는 칼라 정보를 사용 할 때 사람의 눈이 인식하는 색과 유사한 HSI (Hue, Saturation, Intensity) 모델을 일반적으로 많이 사용하고 있으며, HSI 모델 중 색의 순수성을 나타내는 H의 경우에는 조명의 변화에 강한 특징을 나타내므로 본 연구에서는 H 데이터를 이용하여 검색을 수행하였다. 또한 검색된 후보영상으로부터 검색 정확도 산출은 식 (3-1)식에 의해 수행되었다.

$$Precision = \frac{R_r}{T_r} \qquad (3\text{-}1)$$

R_r : 검색된 후보 영상중 질의 영상과 유사한 영상의 개수

T_r : 검색된 후보 영상의 총 개수

R_r 값을 구하기 위해서는 판단자의 주관이 개입되며, 위성영상의 경우 유사한 영상으로 판단할 기준이 확실히 정해지기 어렵다. 따라서, 본 실험에서는 유사도를 판단하는 기준으로 영상 내의 클래스들의 분포 정도를 사용하였다.

제 1 절 SPOT 위성영상을 이용한 검색 성능 실험

1. Color Histogram을 이용한 위성영상의 검색실험

히스토그램은 영상 내에 사용된 칼라의 사용 빈도를 나타낸다. 즉, 영상 내에 구별되는 각각의 칼라를 전체의 픽셀에 대하여 계한 함으로써 쉽게 구해질 수 있다. 이 방법은 계산 량이 적고, 간단하면서도 성능이 우수한 검색 방법중 하나이다.

가. 실험방법

- o 빛의 변화에 강한 Hue 데이터에 대한 히스토그램을 검색에 사용
- o RGB를 HSI로 변환, Hue 값의 범위 : $-\pi$ $+\pi$
- o 구해진 Hue 값을 64개의 레벨 값 (0-63)으로 변환
- o 64개의 Hue 컬러 레벨에 대한 히스토그램을 구함
- o 유사도 측정 : 유사도(S)는 오류 자승 합을 이용하여 구함

$$S = 1 - \frac{\sum_i (Q_i - R_i)^2}{Available\ Max\ Error} \qquad (3\text{-}2)$$

Q_i : 질의 영상의 히스토그램 값

R_i : 비교 영상의 히스토그램 값

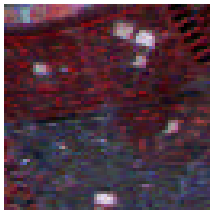
o 유사도가 0.95 이상인 영상을 후보 영상으로 선정

o 구해진 후보영상에 대해 Precision 값을 구함.

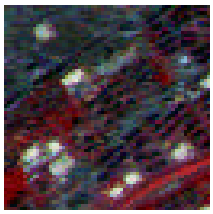
나. 실험 값 추출

o 유사도 값에 따라 다양한 영상이 검색됨.

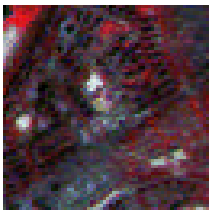
o 질의 영상과 검색 결과로 나타난 후보 영상들은 그림 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5에 나타내었다.



(질의 영상)



(후보영상 1)

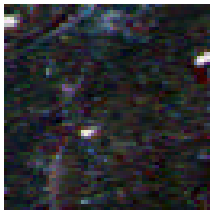


(후보영상 2)

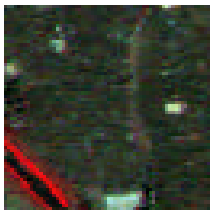
(후보영상 3)

(후보영상 4)

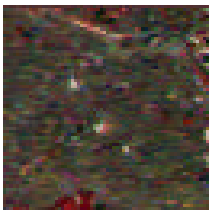
그림 3-1. Color Histogram을 이용한 실험 1



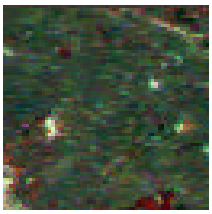
(질의 영상)



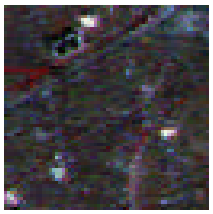
(후보영상 1)



(후보영상 2)

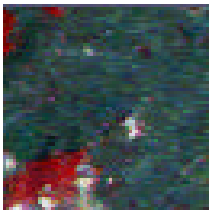


(후보영상 3)

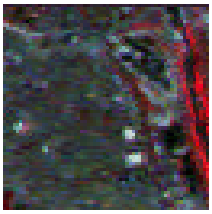


(후보영상 4)

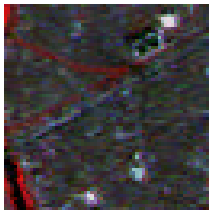
(후보영상 5)



(후보영상 6)



(후보영상 7)



(후보영상 8)

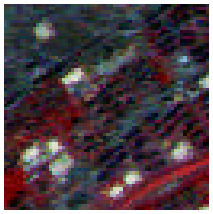
그림 3-2. Color Histogram을 이용한 실험 2

(질의 영상)

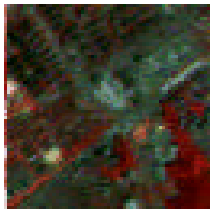
(후보영상 1)

(후보영상 2)

(후보영상 3)

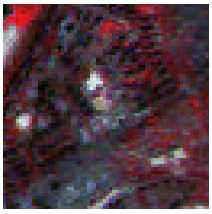


(후보영상 4)



(후보영상 5)

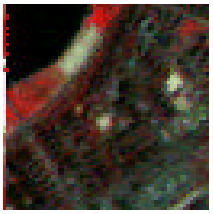
(후보영상 6)



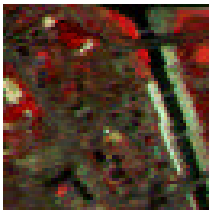
(후보영상 7)

(후보영상 8)

(후보영상 9)

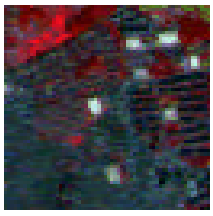


(후보영상 10)

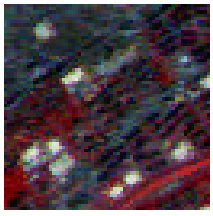


(후보영상 11)

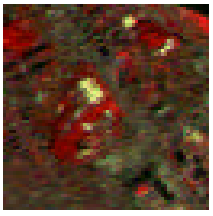
그림 3-3. Color Histogram을 이용한 실험 3



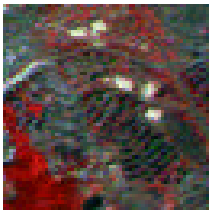
(질의 영상)



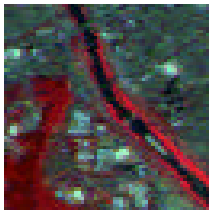
(후보영상 1)



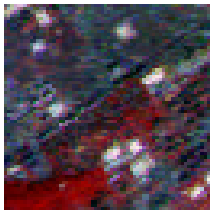
(후보영상 2)



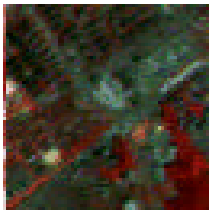
(후보영상 3)



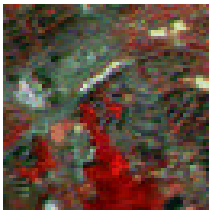
(후보영상 4)



(후보영상 5)



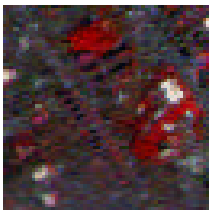
(후보영상 6)



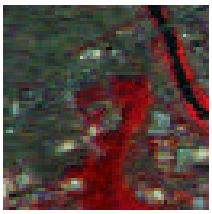
(후보영상 7)

(후보영상 8)

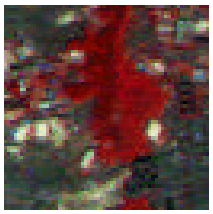
(후보영상 9)



(후보영상 10)

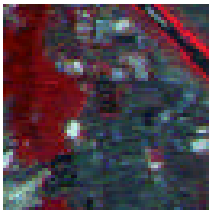


(후보영상 11)

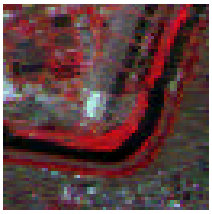


(후보영상 12)

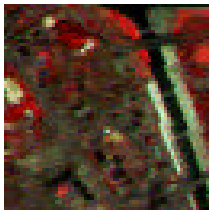
(후보영상 13)



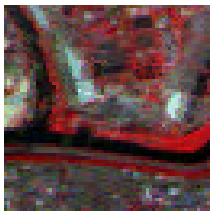
(후보영상 14)



(후보영상 15)

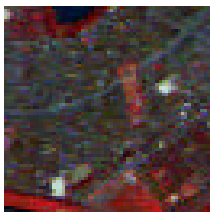


(후보영상 16)

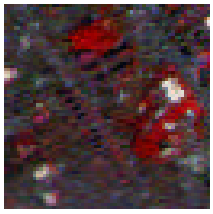


(후보영상 17)

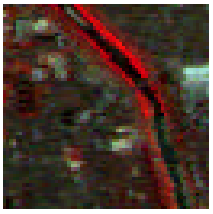
그림 3-4. Color Histogram을 이용한 실험 4



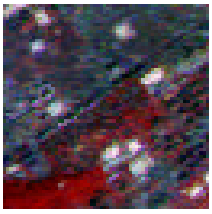
(질의 영상)



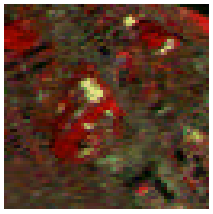
(후보영상 1)



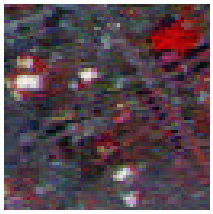
(후보영상 2)



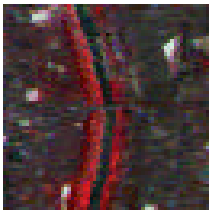
(후보영상 3)



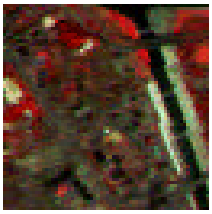
(후보영상 4)



(후보영상 5)

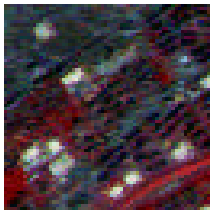


(후보영상 6)



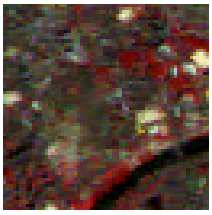
(후보영상 7)

(후보영상 8)

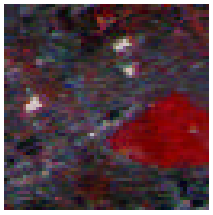


(후보영상 9)

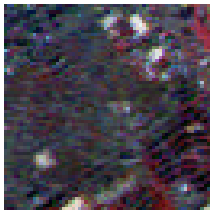
(후보영상 10)



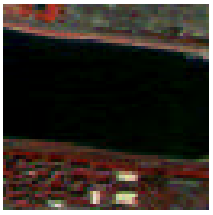
(후보영상 11)



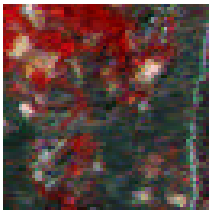
(후보영상 12)



(후보영상 13)



(후보영상 14)



(후보영상 15)

(후보영상 16)

그림 3-5. Color Histogram을 이용한 실험 5

다. 정확도 산정

- o Precision 정확도는 검출된 총 후보영상 중 실제 질의 영상과 유사한 영상의 개수를 총 후보영상의 개수로 나눈 값으로 표현된다.
- o 실제 질의 영상과 유사한 영상을 선별하는데 있어서 개인차 및 판단기준에 의해 상이한 결과를 나타낼 수 있다.
- o 영상에 나타나는 클래스들의 위치 및 분포정도를 판단기준으로 할 경우에 정확도는 표 3-1과 같이 산정 되었다.

표 3-1. Color Histogram을 이용한 검색결과에 대한 정확도 산정

구 분	후보영상 수	유사한 영상	Precision	비고
실험 1	4	3	0.75	1,2,3
실험 2	8	5	0.625	1,2,3,4,8
실험 3	11	5	0.455	1,2,8,10,11
실험 4	17	9	0.529	1,2,3,5,6,7,10,12,13
실험 5	16	8	0.5	1,3,4,5,8,9,12,13
계			0.5718	

2. Color Coherence Vector를 이용한 위성영상의 검색실험

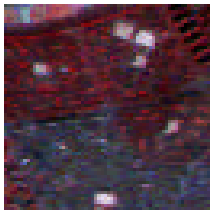
CCV(Color Coherence Vector)는 칼라 히스토그램의 단점인 지역적 분포에 대한 구분이 불가능한 것을 보완하기 위해 칼라 값의 군집 정도를 고려하여 개발되었다. CCV는 칼라값의 군집 정도를 나타내기 위해 Coherence한 픽셀과 Uncoherence한 픽셀을 구분하여 히스토그램으로 나타낸다. 이러한 구분을 위해 임계값을 두며, 픽셀들이 연속적으로 군집되어 나타나는 개수가 임계값을 넘으면 Coherence한 픽셀로 보고, 그렇지 않으면 Uncoherence한 픽셀로 본다.

가. 실험방법

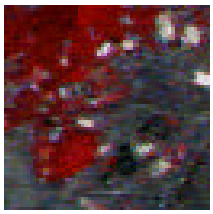
- o RGB 영상 데이터를 HSI 데이터로 변환
- o 색조를 나타내는 Hue 데이터를 32개 레벨로 변환
- o 32개 칼라에 대해 Coherence 픽셀의 개수와 Uncoherence 픽셀의 개수가 구해지므로 64개의 특성벡터가 구해짐.
- o 질의 영상과 비교영상의 유사도를 측정
- o 임계치 이상의 유사도를 갖는 영상을 후보영상으로 출력함.

나. 실험 값 추출

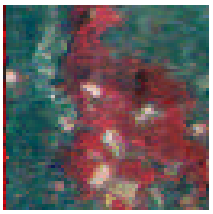
- o CCV는 칼라 히스토그램뿐만 아니라 사용된 칼라의 군집성까지 비교한다.
- o 질의 영상과 검색 결과로 나타난 후보 영상들은 그림 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 3-10에 나타내었다.



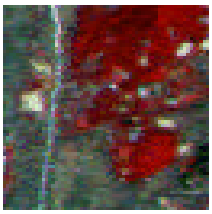
(질의 영상)



(후보영상 1)

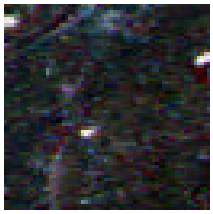


(후보영상 2)

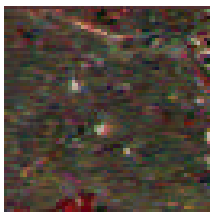


(후보영상 3)

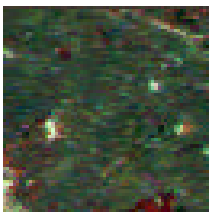
그림 3-6. CCV를 이용한 실험 1



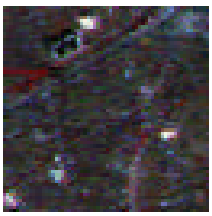
(질의 영상)



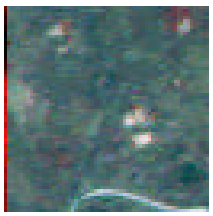
(후보영상 1)



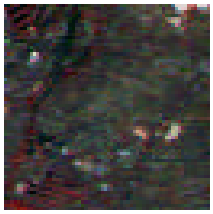
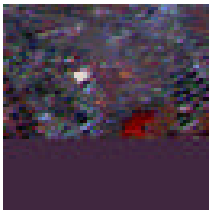
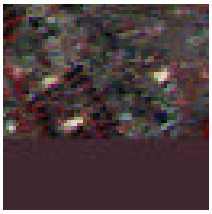
(후보영상 2)



(후보영상 3)



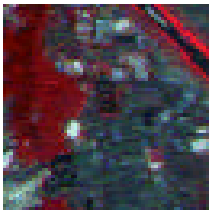
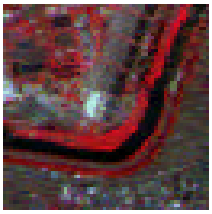
(후보영상 4)

(후보영상 5)　　(후보영상 6)　　(후보영상 7)

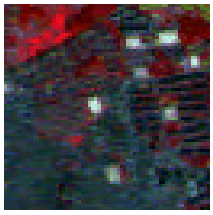
그림 3-7. CCV를 이용한 실험 2

(질의 영상)

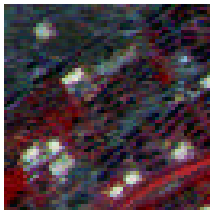



(후보영상 1)　　(후보영상 2)　　(후보영상 3)

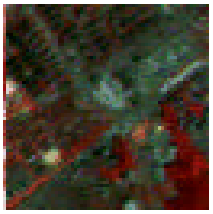
그림 3-8. CCV를 이용한 실험 3



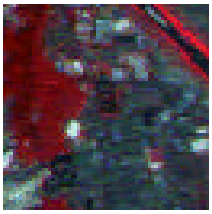
(질의 영상)



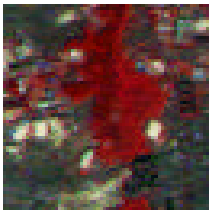
(후보영상 1)



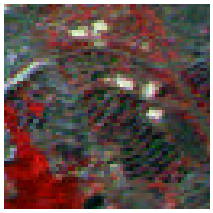
(후보영상 2)



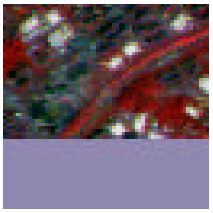
(후보영상 3)



(후보영상 4)

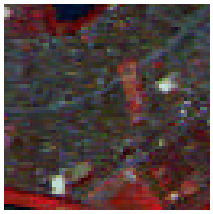


(후보영상 5)

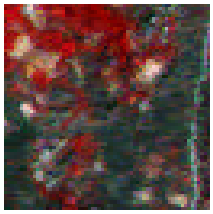


(후보영상 6)

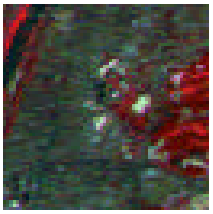
그림 3-9. CCV를 이용한 실험 4



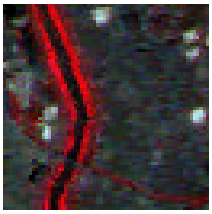
(질의 영상)



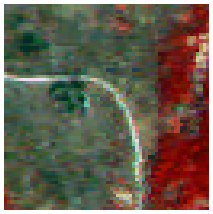
(후보영상 1)



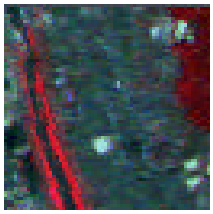
(후보영상 2)



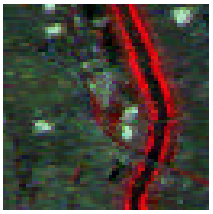
(후보영상 3)



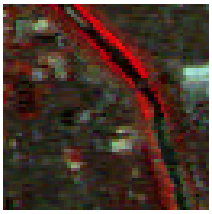
(후보영상 4)



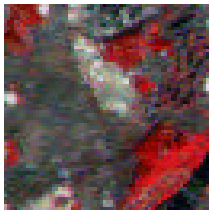
(후보영상 5)



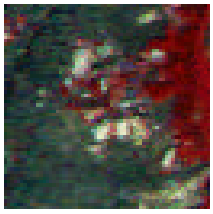
(후보영상 6)



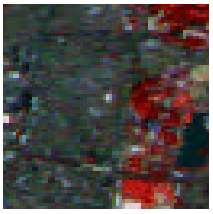
(후보영상 7)



(후보영상 8)

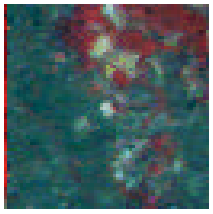


(후보영상 9)

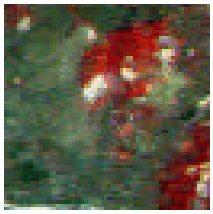


(후보영상 10)

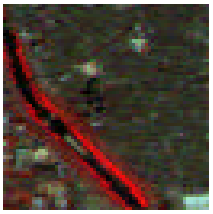
(후보영상 11)



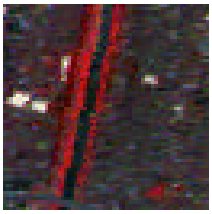
(후보영상 12)



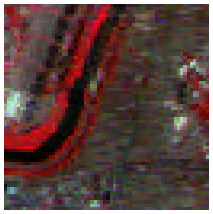
(후보영상 13)



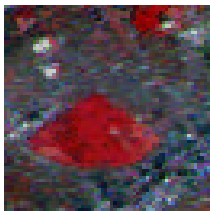
(후보영상 14)



(후보영상 15)

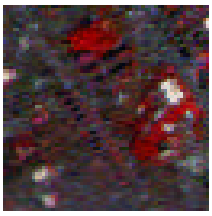


(후보영상 16)



(후보영상 17)

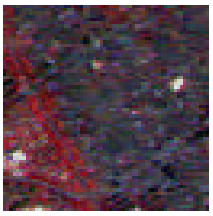
(후보영상 18)



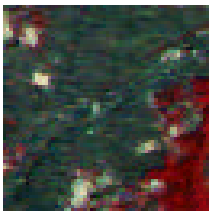
(후보영상 19)

(후보영상 20)

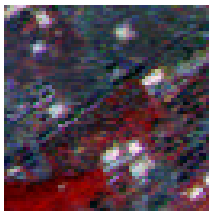
(후보영상 21)



(후보영상 22)



(후보영상 23)



(후보영상 24)

그림 3-10. CCV를 이용한 실험 5

그림 3-6부터 3-10까지의 실험 결과를 바탕으로 CCV 검색실험 결과에 대한 정확도 산정은 표 3-2에 나타내었다.

표 3-2. CCV를 이용한 검색결과에 대한 정확도 산정

	후보영상 수	유사한 영상	Precision	비고
실험 1	3	2	0.667	1,3
실험 2	7	4	0.571	1,2,3,5
실험 3	3	2	0.667	1,3
실험 4	6	4	0.667	1,2,4,5
실험 5	24	15	0.625	1,2,4,8,9,10,11,12,13,17,18,19,22,23,24
계			0.6394	

3. CRLM_R 속성을 이용한 위성영상의 검색실험

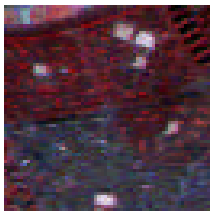
칼라 히스토그램과 CCV의 경우 칼라의 사용 빈도만을 나타내는 특성이므로 칼라의 공간적 상관관계를 나타내고 있지 않기 때문에 내용기반 검색에 사용되기에는 불충분한 점이 있다. 그러나 CRLM의 경우에는 칼라와 질감속성을 동시에 추출하여 벡터로 표시함으로써 검색의 정확도를 높일 수 있다.

가. 실험방법

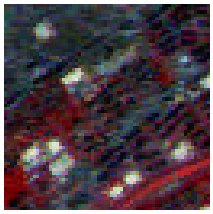
- o RGB 데이터를 HSI 데이터로 변환
- o Hue 데이터를 64개의 칼라 값으로 변환
- o Hue 데이터에 대한 CRLM_R 값을 구함
- o 유사도 측정
- o 후보영상 추출

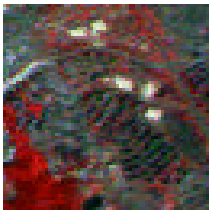
나. 실험 값 추출

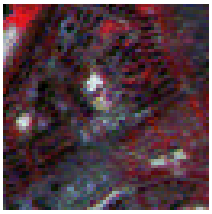
- o CRLM_R은 칼라 값의 Run-Length 분포를 의미하는 것으로 칼라 히스토그램과 유사한 특성을 가진다.
- o 질의 영상과 검색 결과로 나타난 후보 영상들은 그림 3-11, 3-12, 3-13, 3-14, 3-15에 나타내었다.
- o 실험 결과를 바탕으로 CCV 검색실험 결과에 대한 정확도 산정은 표 3-3에 나타내었다.

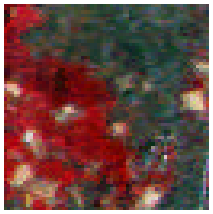


(질의 영상)


(후보영상 1)

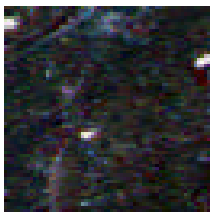

(후보영상 2)

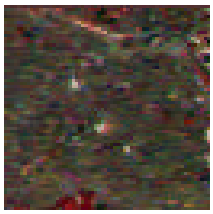

(후보영상 3)

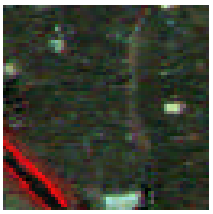

(후보영상 4)

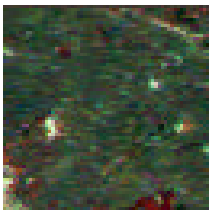
(후보영상 5)

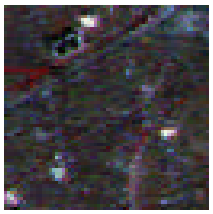
그림 3-11. CRLM_R을 이용한 실험 1

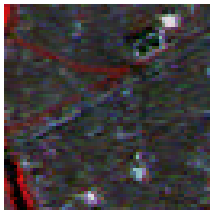

(질의 영상)


(후보영상 1)

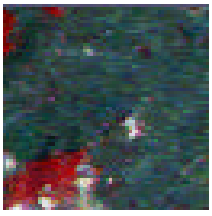

(후보영상 2)

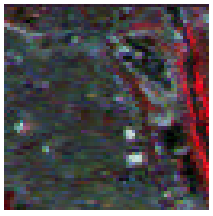

(후보영상 3)

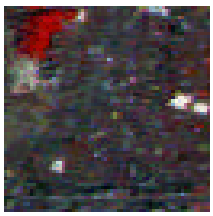

(후보영상 4)


(후보영상 5)

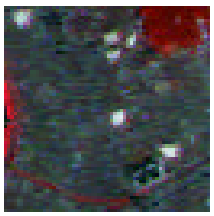
(후보영상 6)


(후보영상 7)


(후보영상 8)



(후보영상 9)

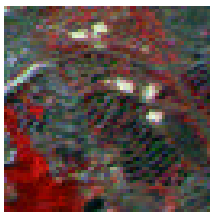


(후보영상 10)

그림 3-12. CRLM_R을 이용한 실험 2

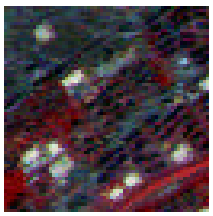
(질의 영상)

(후보영상 1)

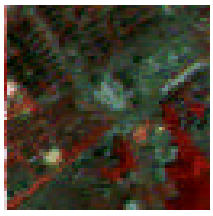


(후보영상 2)

(후보영상 3)



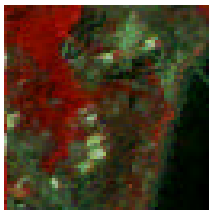
(후보영상 4)



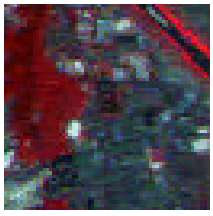
(후보영상 5)

(후보영상 6)

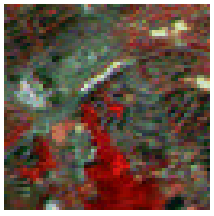
(후보영상 7)



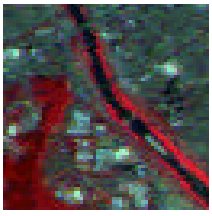
(후보영상 8)



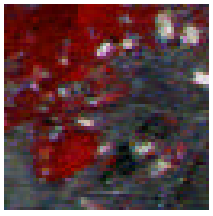
(후보영상 9)



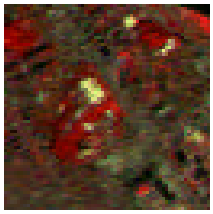
(후보영상 10)



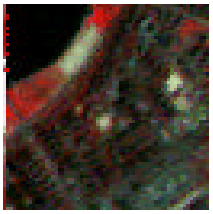
(후보영상 11)



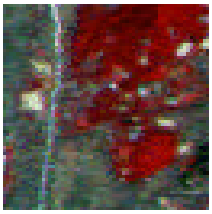
(후보영상 12)



(후보영상 13)

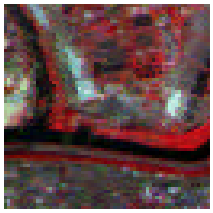


(후보영상 14)

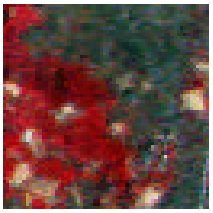


(후보영상 15)

(후보영상 16)

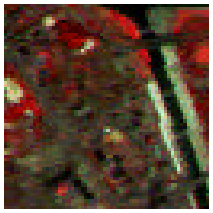


(후보영상 17)

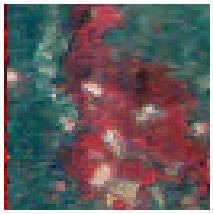


(후보영상 18)

(후보영상 19)

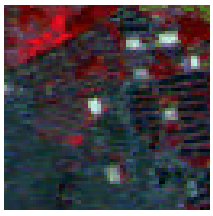


(후보영상 20)

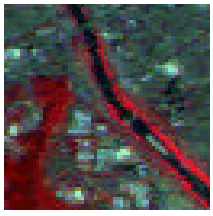


(후보영상 21)

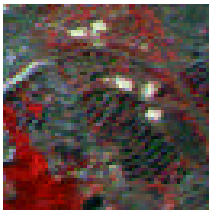
그림 3-13. CRLM_R을 이용한 실험 3



(질의 영상)

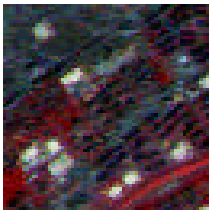


(후보영상 1)

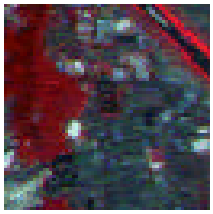


(후보영상 2)

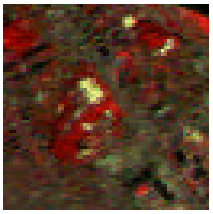
(후보영상 3)



(후보영상 4)



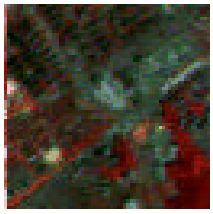
(후보영상 5)



(후보영상 6)

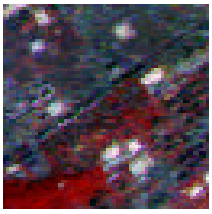
(후보영상 7)

(후보영상 8)

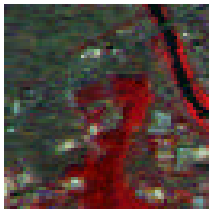


(후보영상 9)

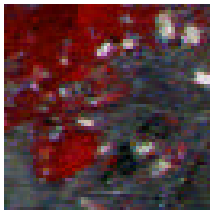
(후보영상 10)



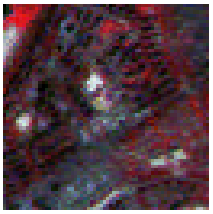
(후보영상 11)



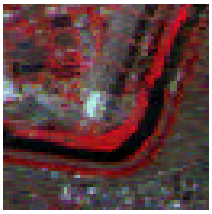
(후보영상 12)



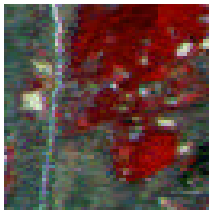
(후보영상 13)



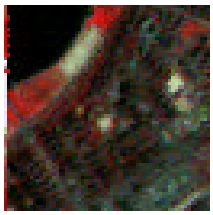
(후보영상 14)



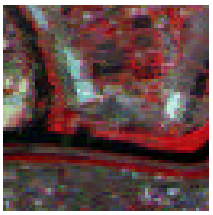
(후보영상 15)



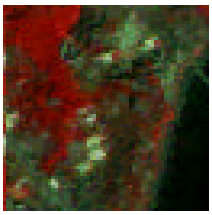
(후보영상 16)



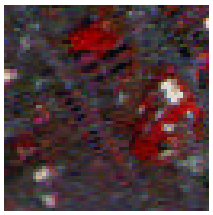
(후보영상 17)



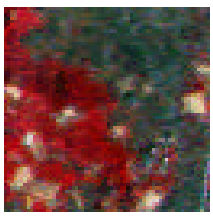
(후보영상 18)



(후보영상 19)

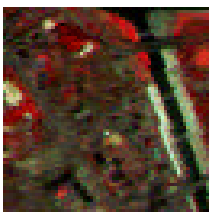


(후보영상 20)

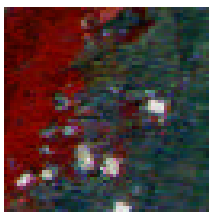


(후보영상 21)

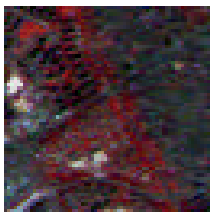
(후보영상 22)



(후보영상 23)

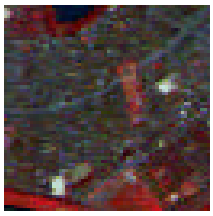


(후보영상 24)

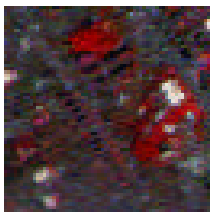


(후보영상 25)

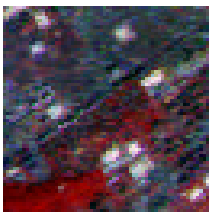
그림 3-14. CRLM_R을 이용한 실험 4



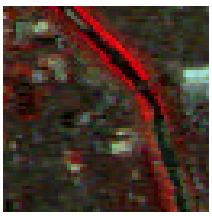
(질의 영상)



(후보영상 1)



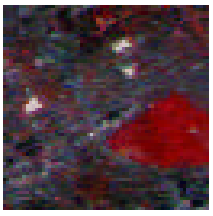
(후보영상 2)



(후보영상 3)

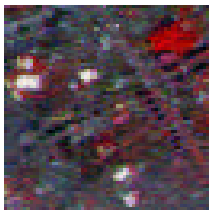
(후보영상 4)

(후보영상 5)



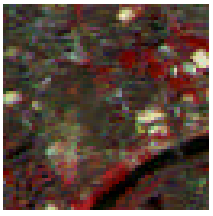
(후보영상 6)

(후보영상 7)

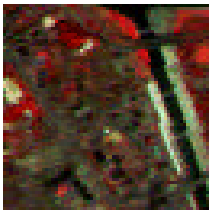


(후보영상 8)

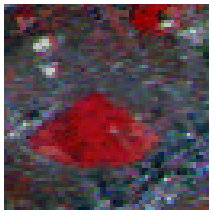
(후보영상 9)



(후보영상 10)

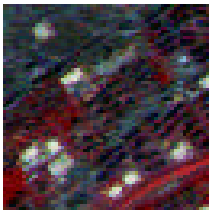


(후보영상 11)

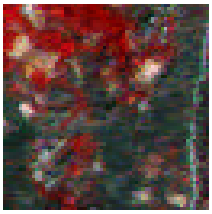


(후보영상 12)

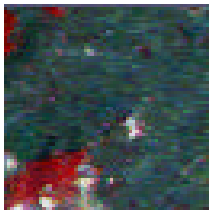
(후보영상 13)



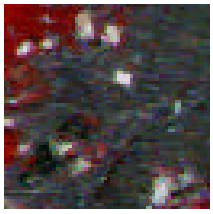
(후보영상 14)



(후보영상 15)

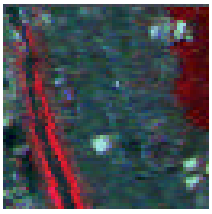


(후보영상 16)



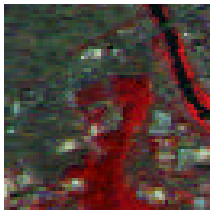
(후보영상 17)

(후보영상 18)

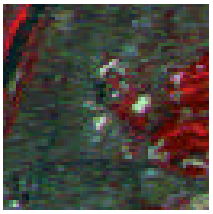


(후보영상 19)

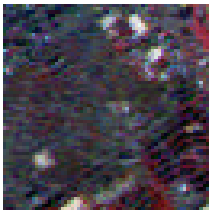
(후보영상 20)



(후보영상 21)



(후보영상 22)



(후보영상 23)

그림 3-15. CRLM_R을 이용한 실험 5

표 3-3. CRLM_R 속성을 이용한 검색결과에 대한 정확도 산정

	후보영상 수	유사한 영상	Precision	비고
실험 1	5	4	0.8	1,2,3,4
실험 2	10	6	0.6	1,2,3,4,5,8
실험 3	21	11	0.524	1,3,4,6,11,14, 15,16,17,19,20
실험 4	25	15	0.6	2,3,4,6,8,9,11,13,14, 16,19,20,21,22,24,25
실험 5	23	16	0.696	1,2,4,5,6,8,9,10,12,1 4,16,17,18,22,23
계			0.644	

제 2 절 검색성능 비교 분석

본 연구의 검색 결과에 대한 정확도 산정은 검색된 영상 중에서 질의와 관련된 영상의 비율을 나타내는 Precision 방법을 이용하였다. 실험에 사용된 Color Histogram, CCV, CRLM_R 등 세 가지 방법에 의한 결과비교는 표 3-4에서 요약된다.

결과표에서 보는 바와 같이 Color Histogram 보다 CCV가 평균적으로 너 나은 결과를 나타내었고, CRLM_R이 가장 좋은 결과를 나타내었다.

표 3-4. 검색실험 결과에 대한 정확도 비교

구 분	Precision		
	Histogram	CCV	CRLM_R
실험 1	0.75	0.667	0.8
실험 2	0.625	0.571	0.6
실험 3	0.455	0.667	0.524
실험 4	0.529	0.667	0.6
실험 5	0.5	0.625	0.696
평균	0.5718	0.6394	0.644

제 4 장 결 론

본 연구보고서는 전파연구소에서 수신 저장된 위성영상 데이터를 보다 효율적으로 관리하고 필요한 정보를 신속히 검색하기 위해서 2000년도에 자체연구로 수행된 내용기반 위성영상 검색에 관한 연구의 결과이며, 다양한 검색방식의 분석과 실험에 사용된 프로그램을 수록하였다. 즉 위성영상을 검색할 때 사용되는 다양한 검색방법들을 고찰하고 실제 위성영상을 적용하여 그 성능을 평가하였다. 요즈음 많이 사용되고 있는 Color Coherence Vector 검색방법과 CRLM (Color Run Length Matrix)에서 의미 있는 방향으로 투사하여 얻어진 CRLM_R 속성과의 비교 검토를 통하여 상호 장단점을 비교하였다. 또한 기존에 많이 사용되었던 Color Histogram을 이용한 검색실험도 부가적으로 수행하여 검색성능을 평가하였다. 실험에 사용된 위성영상이 1개의 위성영상에서 추출된 샘플에 불과하고 적용된 검색방법도 기본적인 알고리즘을 이용한 관계로 세부적인 분석과 평가는 어렵지만 위성영상 검색을 위한 기초자료로서 충분한 가치가 있을 것이라고 사료된다.

최근 국내에서 위성정보의 이용이 날로 증가하고 있는 추세이고, 위성정보의 응용 및 활용분야가 광범위하게 분포되고 있는 상황에서 관측정보를 체계적으로 수집, 저장, 관리 및 분배하는 시스템은 매우 중요한 역할을 담당할 것이라고 생각되며, 본 연구의 결과도 방대한 위성영상 정보를 효과적으로 검색하고 관리하는데 기초기반 자료로 사용되리라고 기대한다. 또한 본 논문의 추후 과제로서는 검색 정확도를 향상시킬 수 있는 보완연구를 수행하면 추출된 데이터의 신뢰도는 더욱 향상될 것이다.

참 고 문 헌

1. Michael Unser, "Sum and Difference Histograms for Texture Classification," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-8(1) : 118-125, 1986.
2. J. Huang, S. Ravi Kumar, Mandar Mitra, Wei-Jing Zhu and Ramin Zabih, "Image Indexing Using Color Correlograms," IEEE Int. Conf. on CVPR, 762-768, 1997.
3. J. R. Smith and S. F. Chang, "Tools and techniques for color images Retrieval," In Symposium on Electric Imaging : Science and Technology-Storage & retrieval for Image and Video Database IV, IS&T/SPIE Proceedings 2670, 1996.
4. M. P. Dubuisson-Jolly and A. Gupta, "Color and Texture Fusion : Application to Aerial Image Segmentation and GIS Updating," Proc. of the Workshop on Applications of Computer Vision, 1996.
5. Greg Pass and Ramin, "Histogram Refinement for Content-Based Image Retrieval," IEEE workshop on Applications of Computer Vision, pp. 96-102, 1996.
6. **곽장호, 이황재, 이준환, " 칼라 및 질감속성 벡터를 이용한 위성영상의 분류," 대한원격탐사학회 논문지**, 15**권** 3**호**, 1999. 9.
7. **이은주, 정성환**, “Color Coherence Vector**를 이용한 내용기반 계층적 영상검색 시스템,” 창원대학교 전자계산학과 멀티미디어 연구실**.
8. **김철원, 최기호**, “**칼라 지정을 이용한 내용기반 화상 검색시스템 구현,” 한국정보처리학회 논문지**, **제**4**권** 4**호**, 1997.
9. **김철원, 최기호**, “**중복된 칼라 히스토그램과 공간정보를 이용한 내용기반 화상검색 시스템 설계 및 구현,” 한국통신학회 논문지**, 22**권** 5**호**, 1997.