

연구논문

## 공공분야 활용을 위한 변화탐지 소프트웨어 개발

# The Development of Change Detection Software for Public Business

정 수\*

Jeong, Soo

### 要 旨

변화탐지는 원격탐사의 핵심 기능으로서 국토 모니터링, 재해피해분석, 도시확산분석 등과 같은 공공분야의 실무에 널리 활용될 수 있다. 그러나 실제에 있어서는 위성영상을 이용한 변화탐지 기술이 공공분야의 실무에서 충분히 활용되고 있지 않다. 변화탐지에는 많은 기능들이 연계되기 때문에 공공분야의 실무자들이 변화탐지 기능을 수행하는 것은 쉽지 않다. 따라서 공공분야의 실무에서 변화탐지의 활용을 제고하기 위해서는 공공분야 실무에서의 변화탐지를 수행하기 위한 기준, 절차, 방법 등이 확립되어야 한다. 그리고 그러한 기준, 절차, 방법 등을 지원할 수 있는 소프트웨어가 있다면 매우 유용할 것이다. 본 연구는 일반적인 공공분야의 실무에 적합한 변화탐지 절차를 확립하고, 그러한 절차를 지원하기 위한 변화탐지 소프트웨어를 개발함으로써, 공공분야에서의 위성영상의 활용을 촉진하는 것을 목적으로 하고 있다. 소프트웨어는 상호운용성을 확보하기 위해, ETRI 위성영상처리 컴포넌트를 활용하여 개발하였다.

**핵심용어 :** 변화탐지, 위성영상, 원격탐사

### Abstract

Change detection is a core functions of remote sensing. It can be widely used in public business such as land monitoring, damage assessment from disaster, growth analysis of cities, etc. However, it seems that the change detection using satellite imagery has not been fully used in public business. For the person who are in charge of public business, it would not be easy to implement the change detection because various functions are combined into it. So, to promote the use of the change detection in public business, the standard, the process and the method for the change detection in public business should be established. Also, the software which supports that would be very useful. This study aims to promote the use of satellite imagery in public business by building up the change detection process which are suitable for general public business and developing the change detection software to support the process. The software has been developed using ETRI Components for Satellite Image Processing to support the interoperability.

**Keywords :** Change Detection, Satellite Imagery, Remote Sensing

## 1. 서 론

1999년에 공간해상도 1m의 고해상 카메라를 탑재한 미국의 IKONOS 위성이 발사에 성공하였고, 국내에서는 공간해상도 6.6m 카메라를 탑재한 아리랑 1호 위성이 발사에 성공하였다(Jeong et al., 2000). 2000년이 시작되면서 이들 위성으로부터 취득된 위성 영상 자료가 국내에 본격적으로 보급되기 시작하면서, 국내의 위성영상 활용에 대한 인식이 비약적으로 촉진되었으며, 다양한 분야에서 위성영상의 활용을 제고하게 되었다.

위성영상자료를 활용에는 데 있어서는 다양한 가공,

분석, 처리 기능이 필요하며, 이러한 기능들을 수행하기 위해서는 고가의 위성영상처리 소프트웨어와 더불어 이를 운용할 수 있는 전문 인력이 있어야 한다. 그러나 현실적으로는 전문 인력의 양성 및 활용 소프트웨어의 보급이 충분하지 않아서 위성영상의 활용은 그 보급 성과에 비해 매우 미진하였다(국토연구원과 항공우주연구원, 2001). 따라서 위성영상의 활용은 연구소나 학계의 전문가들에 의해 연구 활동의 일환으로 이루어졌고, 일상생활은 물론 국가 공공사업에 있어서도 위성영상의 활용은 매우 저조하였다.

지난 10여년간 우리나라에서 추진해 온 국가지리정보

2006년 11월 6일 접수, 2006년 12월 7일 채택

\* 정희원·안동대학교 공과대학 토목공학과 조교수 (soo@andong.ac.kr)

체계 사업으로 인해 최근에 공공분야의 정책, 행정, 계획 등에 있어서 지리정보체계가 널리 활용되고 있다. 아울러 지리정보체계 내에서 위성영상자료는 시각적 효과는 물론 신뢰성 있는 정량적 분석을 위해서도 그 활용에 대한 요구가 높아지고 있다.

특히, 변화탐지 기능은 위성영상자료가 제공해 줄 수 있는 핵심 기능으로서, 국토 모니터링, 재해피해분석, 도시확산분석 등과 같은 공공분야에서 활용성이 높은 기능이다. 그러나, 실제에 있어서 위성영상을 활용한 변화탐지 기능은 공공분야의 실무에서 잘 활용되고 있지 않다. 원격탐사 분야에서는 지난 수십 년 간 원격탐사 기능의 자동화에 연구를 집중해왔지만, 현재까지도 그 핵심기능 중 하나인 변화탐지 기능의 자동화는 요원한 상태이다. 따라서, 공공분야의 일반 실무자가 스스로 판단하여 변화탐지 기능을 수행하기가 쉽지 않다.

본 연구는 우리나라 공공분야의 실무에의 위성영상의 활용을 촉진하기 위해 국내 환경에 적합한 위성영상 기반의 변화탐지 기술 및 업무 절차를 연구하고, 이를 바탕으로 국내 공공분야 실무에 활용 가능한 위성영상 변화탐지 소프트웨어를 개발하는 것을 목표로 한다.

## 2. 위성영상을 이용한 변화탐지 기능

### 2.1 위성영상을 이용한 변화탐지

위성영상을 이용한 변화탐지는 주로 다중 시계열 위성을 이용하여 환경감시, 도시계획, 산림정책, 지리정보의 갱신, 군사분야 등에 폭 넓게 활용되어 왔다.

위성영상을 이용한 변화탐지의 일반 절차는 그림 1에 나타난 바와 같이 자료 수집 및 전처리, 복사보정 및 기하보정, 자료의 정규화, 변화탐지분석, 정확도 분석, 최종결과물 생성 등의 단계로 구분할 수 있다



그림 1. 위성영상을 이용한 변화탐지 절차

(Lunetta and Elvidge, 1998).

위성영상을 이용한 변화탐지의 단계는 그림 1과 같이 일반화할 수 있지만, 각 단계에서 포함하고 있는 기능들은 활용 위성 영상의 특성, 변화탐지 목표, 변화탐지의 범위 등에 따라 매우 다양하므로 일반화하는 것이 용이하지 않다.

### 2.2 기존 프로그램 분석

위성영상을 이용한 변화탐지는 주로 기존의 고가의 상용 위성영상처리 소프트웨어를 활용하여 수행하였다. 그러나 기존의 상용 위성영상처리 소프트웨어의 경우 위성영상 처리에 필요한 매우 다양한 기능들이 백화점식으로 나열되어 있고, 이를 원격탐사 전문가가 적절히 조합하여 활용함으로써 원하는 결과를 도출할 수 있었다. 따라서 변화탐지의 기능 역시, 활용될 위성영상, 변화탐지의 대상, 소요 정확도 등을 고려하여, 소프트웨어 전체에 분산되어 있는 다양한 기능을 적절히 조합하여 적용함으로써 원하는 결과를 얻을 수 있다. 이러한 작업은 일반인들이 수행하기가 어려우며, 위성영상처리 전문가의 지식과 경험에 의존하여 수행될 수 있었다.

본 연구에서는 우리나라에서는 물론 전세계적으로 널리 사용되고 있는 세계적인 위성영상처리 소프트웨어 패키지인 ER-Mapper<sup>®</sup>, ERDAS IMAGINE<sup>®</sup>, PCI Geomatics<sup>®</sup> 등의 제품에서의 변화탐지 기능을 분석하였다. 아울러 우리나라에서 개발된 iCube<sup>®</sup>(PG-STREAMER<sup>®</sup>의 구버전)에 포함된 변화탐지 기능도 분석을 하였다.

분석에 이용된 프로그램들은, 앞서 서술한 바와 같이, 대부분 단편적인 변화탐지 기능만을 제공하고 있었고, 그림 1에 나타나 있는 변화탐지 절차의 전단계에서 요구되는 기능들이 패키지 전체에 분산되어 있어서 전문가가 아니면 이를 활용하기가 매우 어려울 것으로 분석되었다.

## 3. 프로그램 구성

### 3.1 요구 분석

국내 공공분야의 실무에서의 위성영상을 이용한 변화탐지 기능의 업무 및 특성을 분석하여 요구사항을 도출하는 것은 프로그램 구성에 앞서 선행되어야 할 중요한 일이다. 하지만, 현재 국내에서 실무적으로 위성영상을 이용한 변화탐지를 상시 업무로 수행하는 기관이 파악되지 않았다. 따라서 변화탐지 업무를 상시 수행하는 기관은 아니지만 위성영상 및 항공영상의 활용이 비교적 높은 곳으로 알려진 수자원 공사 산하의 수자원연구원을 방문하여 담당자와 면담을 통해 요구분석을 수행하였다. 요구 분석 결과는 다음과 같이 요약될 수 있었다.

- 변화탐지에 요구되는 전처리 기능 및 후처리 기능이 통합적으로 제공되는 환경이 필요
- 영상분류된 영상을 이용한 변화탐지 기능이 유용함
- 기하보정 및 복사보정 기능이 반드시 제공되어야 함
- 고해상도 영상의 경우 육안 판독 및 수작업이 많이 소요됨

수자원연구원의 방문을 통한 요구분석과 기존 상용 소프트웨어 패키지의 기능 분석 및 문헌 조사를 통해 그림 1의 위성영상을 이용한 변화탐지의 각 단계에 필요한 기능을 표 1과 같이 분석할 수 있었다. 표 1의 각종 변화탐지 알고리즘은 기존 상용 소프트웨어 패키지에서 제공하는 기능들을 기준으로 선정하였다.

### 3.2 프로그램 구성

앞 절의 요구사항을 바탕으로 그림 2와 같이 공공분야의 실무활용을 위한 위성영상 활용 변화탐지 프로그램을 구성하였다. 그림 2의 구성과 같이 영상 파일을 기반으로 하여 전처리, 변화탐지, 결과분석의 단계로 변화탐지 기능이 수행되도록 하였다.

영상 뷰어는 영상파일과 밀접하게 연결되어 영상 내의 밴드 선택 및 색상 할당을 통해 화면에 도시하고, 도시된 영상을 시각적으로 향상시키며, 색상(파레트)을 변경시키고, 도시된 영상의 정보를 볼 수 있도록 하였으며, 현재 도시되어 있는 영상을 그대로 파일로 저장하는 기능을 갖도록 하였다.

표 1. 위성영상을 이용한 변화탐지의 요구 기능

변화탐지 단계	요구 기능
자료수집 및 전처리	- 영상 입출력 기능 - 동일영역절취 기능
복사보정 및 기하보정	- 기하보정 기능 - 복사보정 및 영상향상 기능
자료의 정규화	- 자료변환 기능 - 밴드 연산 기능
변화탐지분석 기능 수행	- 각종 변화탐지 알고리즘 · 영상대차기능 · 영상대비기능 · 영상중첩기능 · 분류영상 변화 분석 기능 · 영상 연산 기능
정확도 분석	- 분류 정확도 분석 기능 - 밴드연산기능
최종 결과물 생성	- 문턱값 설정 기능 - 영상 향상 기능 - 색상 변환 기능

전처리 기능에서는 기하맞춤, 복사맞춤, 동일영역절취, 영상변환 등을 위성영상파일을 기반으로 수행하도록 하였다. 전처리 과정에서의 영상은 기능 수행 다이얼로그 내에 디스플레이 되어 즉각 확인이 가능하도록 하였고, 그 결과는 영상파일로 저장되도록 하였다.

변화탐지 기능에 있어서는 우선 변화 전후에 촬영된 두 위성영상이 변화탐지 목적에 적합하도록 전처리 되어 있어야 한다(Jensen, 1996). 따라서 두 위성영상이 변화탐지 기능을 적용하는데 적합하게 전처리 되었는지에 대한 검토를 먼저 수행하도록 하였다. 만약 두 영상이 변화탐지에 적합하지 않을 경우에는 그 이유와 조치 사항을 사용자에게 알려주고 다시 전처리를 수행하도록 하였으며, 적합하다고 판단이 되었을 때에만 변화탐지 기능이 이어서 수행되도록 하였다. 변화탐지 기능에서는 그림 2에 나타나 있는 다섯 종류의 알고리즘을 제공하도록 하였고, 앞서 입력한 두 영상의 특성에 따라 제공된 알고리즘을 선택하여 알고리즘 별로 요구되는 매개변수를 입력하면, 그 결과가 영상 뷰어에 즉각 도시되도록 하였다. 영상 뷰어에 도시된 결과 영상은 영상 뷰어의 영상 저장 기능을 통해 파일로 저장하도록 하였다.

결과분석 기능은 변화탐지 기능의 결과로 저장된 영상을 기반으로 정확도 분석, 밴드 분석, 문턱값 설정 등의 기능이 수행되도록 하였고, 그 결과도 역시 영상 파일로 저장된 후에 필요하면 영상 뷰어를 통해 도시되도록 하였다.

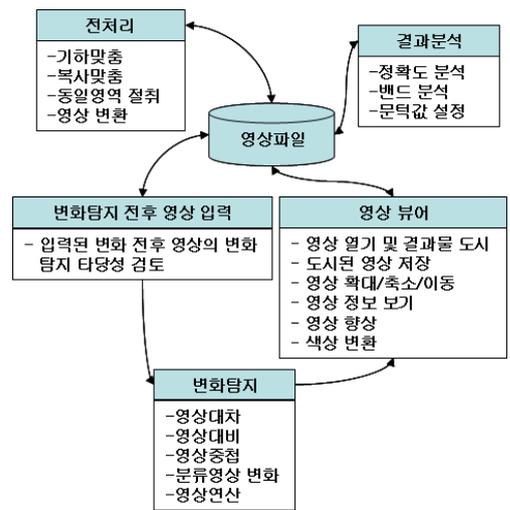


그림 2. 변화탐지 프로그램의 구성

### 4. 구 현

#### 4.1 구 현 환 경

본 연구에서는 MicroSoft사의 Visual Studio 6.0 내의 Visual C++ 6.0을 기본 개발 환경으로 이용하였다. 개발에 이용된 하드웨어는 공공분야의 실무에 널리 이용되는 펜티엄 CPU를 장착한 PC를 이용하였으며, 운영체제는 WindowsXP SP2가 설치되어 있었다.

개발된 프로그램이 공공분야에서 널리 보급된 다양한 지리정보체계 관련 소프트웨어와 상호 운용성을 갖기 위해서는 현재 우리나라는 물론 전세계적으로 표준안으로 채택되고 있는 OGC(Open GIS Consortium)의 GIS관련 표준사양을 준수하여 개발을 하는 것이 요구된다(Open GIS Consortium, 2006). 특히, 위성영상의 경우에는 OGC의 GridCoverage Service Implementation Specification을 준수할 필요가 있다.

프로그램 개발에 있어서 기존에 개발된 컴포넌트를 이용하면 프로그램 개발 시간을 단축시킬 뿐만 아니라, 프로그램의 안정성을 확보하는 데 있어서도 매우 유리하다(Rogerson, 1997). 따라서 본 연구에서는 한국전자통신연구원(ETRI)에서 개발한 ETRI 위성영상처리 컴포넌트를 위성영상의 입출력 및 영상뷰어로 활용하였다(정수 등, 2002; 한국전자통신연구원, 2004)

ETRI 위성영상처리 컴포넌트는 OGC GridCoverage Specification을 준수하여 제작되었으므로, 상호운용성을 확보하고 있을 뿐만 아니라, 고수준의 입출력 기능을 제공하고 있어 대용량의 위성영상을 신속하게 입출력할 수 있도록 하고 있다.

#### 4.2 구 현 결 과

본 연구에서 제작한 공공분야의 실무활용을 위한 위성 영상 활용 변화탐지 프로그램의 사용자 인터페이스 구성은 그림 3과 같이 하였다. 프로그램을 수행시키면 그림 3에 나타나 있는 간단한 툴바가 화면 상단에 디스플레이 되고 각 기능 버튼을 클릭하면 필요한 메뉴나 화면이 나타난다.

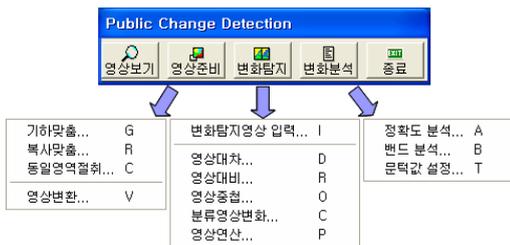


그림 3. 사용자 인터페이스

그림 3에서 영상보기 버튼을 클릭하면 그림 4와 같은 영상 뷰어가 나타나도록 하였으며, 버튼을 클릭할 때마다 계속 영상 뷰어가 생성되도록 하였다.

영상 뷰어는 단순히 영상을 보여주는 기능뿐만 아니라 간단한 영상처리 및 화면 저장 기능 등을 갖추고 있어서 프로그램 전반에 걸쳐 사용자와 상호작용을 할 수 있도록 하고 있다.

그림 4의 영상 뷰어 화면 내에는 개발된 프로그램으로 처리한 변화탐지된 영상을 보여주고 있다.

### 5. 결 과 분 석

#### 5.1 개발된 소프트웨어의 적용

본 연구에서 개발한 소프트웨어의 활용성 및 유용성을 검토하기 위해 실제 아리랑 1호 위성영상, LANDSAT 위성영상, 환경부의 토지피복도 등의 자료를 대상으로 변화탐지 기능을 수행하여 보았다.

##### 5.1.1 아리랑 1호 위성영상을 이용한 변화탐지

아리랑 1호 위성영상은 해상도 6.6 m의 전정색 영상이다. 본 연구에 적용한 대상지역은 충남 논산 지역이고 2000년도에 촬영된 두 영상을 이용하여 두 영상 사이의 변화를 탐지하는 일련의 과정을 본 연구에서 개발한 소프트웨어로 처리한 결과를 그림 5에 나타내고 있다.

##### 5.1.2 LANDSAT 위성영상을 이용한 변화탐지

다중파장대 영상 중에서 현재까지 가장 활용도가 높았던 미국의 LANDSAT 위성영상에 대해 본 연구에서 개

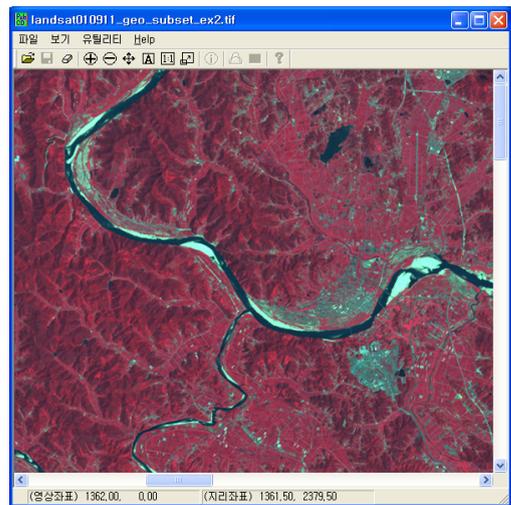


그림 4. 영상 뷰어

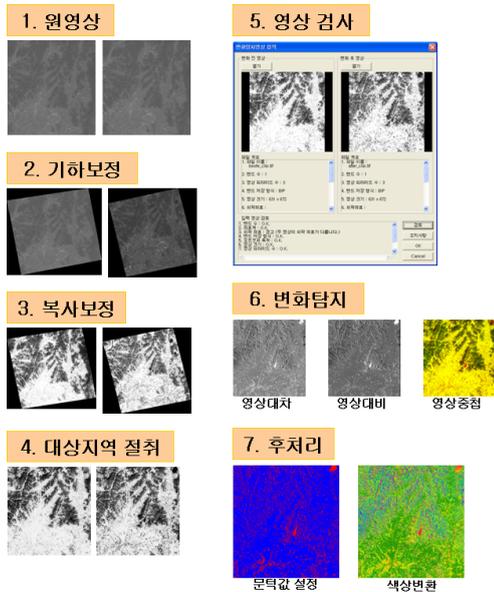


그림 5. 아리랑 1호 위성영상을 이용한 변화탐지

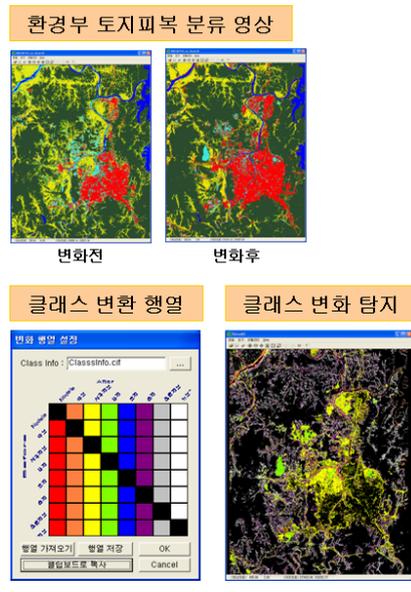


그림 7. 환경부 토지피복도를 이용한 변화탐지



그림 6. LANDSAT 위성영상을 이용한 변화탐지

발한 소프트웨어를 활용하여 홍수 피해에 대한 변화탐지를 수행한 결과가 그림 6에 나타나 있다. 그림 6에 적용한 대상지는 낙동강 하류로서 2002년 태풍 루사 전후에 촬영된 LANDSAT 위성 영상으로부터 홍수 침수 피해 지역을 변화탐지 기능으로 산정한 결과이다.

### 5.1.3 환경부 토지피복도를 이용한 변화탐지

환경부 토지피복도는 위성영상을 이용하여 영상 분류를 수행함으로써 우리나라 국토 전체의 토지피복 현황에 영상자료를 제공하고 있다. 그림 7에는 환경부 토지피복도를 활용하여 본 연구에서 개발한 소프트웨어로 변화탐지를 수행한 결과를 나타내고 있다. 그림 7은 도시 확산에 대한 변화탐지의 예로서, 대전광역시를 대상으로 하였다.

## 5.2 결과 고찰

본 연구에서 제작한 공공분야의 실무활용을 위한 위성영상 활용 변화탐지 프로그램은 위성영상에 대한 깊은 전문지식을 갖추고 있지 않은 공공분야의 실무자들이 간편하게 실무에 활용하는 것을 목적으로 제작되었다.

현재까지는 위성영상을 이용한 변화탐지 업무를 상시 수행하는 기관이 파악되지 않아서 실무에 직접 적용하지 못한 문제점이 있으나, 5.1절에 제시한 바와 같이 우리나라에서 활용도가 높은 아리랑 1호 위성영상, LANDSAT 위성영상, 환경부 토지피복도 등에 적용해 본 결과, 기존의 상용 소프트웨어 패키지에 비해 변화탐지 전문 기능을 갖춘 프로그램으로서 그 효용성이 높을 것으로 파악되었다.

본 연구에서 개발한 프로그램은, 위성영상의 공공분야 활용을 촉진하고, 위성영상 자료의 활용을 극대화하며, 국내 위성영상 활용 기술의 수요를 충족시키는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 우리나라 공공분야의 실무에의 위성영상의 활용을 촉진하기 위해 국내 환경에 적합한 위성영상 기반의 변화탐지 기술 및 업무 절차를 연구하고, 이를 바탕으로 국내 공공분야 실무에 활용 가능한 위성영상 변화탐지 소프트웨어를 개발하였다.

변화탐지의 일반적 처리 단계에 따라, 각 단계별로 요구되는 기능들을 분석하고 이를 구현하였다. 변화탐지 실무에서의 요구분석을 바탕으로 프로그램을 구성하고 이를 구현함으로써 공공분야 실무활용을 위한 변화탐지 프로그램을 개발할 수 있었다.

본 연구를 통해 개발된 프로그램은 향후 실무에서의 적용을 통해 개선을 거쳐야 할 것으로 보이며, 이를 통해 공공분야에서 위성영상의 활용도를 높이는 데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 위성자료 공공활용 연구의 연구 지원을 받아 수행되었으며, 연구가 수행될 수 있도록 지원해주신 항공우주연구원 및 관계자에게 깊은 감사를 드립니다.

아울러 위성영상처리 컴포넌트 활용에 도움을 주신 ETRI의 공간정보연구팀에도 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 국토연구원, 항공우주연구원, 2001, *아리랑 2호 위성자료의 활용 분야 연구*, 국토연구원, 항공우주연구원, pp. 66-70.
2. 정수, 임영재, 윤창락, 김경옥, 양영규, 2002, "컴포넌트 기반 고정밀 위성영상처리 소프트웨어 설계 및 구현", *대한원격탐사학회 춘계학회*, pp. 256-260.
3. 한국전자통신연구원, 2004, *위성영상 처리 공통 컴포넌트 소프트웨어 개발*, 한국전자통신연구원.
4. Jensen, Jonh R., 1996, *Introductory Digital Image Processing*, Prentice-Hall, pp. 257-279.
5. Jeong, S., Y. Kim, G. Choi, 2000, Accuracy Estimation of 3-D Positioning of KOMPSAT-1 Satellite Stereo Imagery, *Proceedings of International Symposium on Remote Sensing*, pp. 402-406.
4. Lunetta, Ross S. and C. D. Elvidge, 1998, *Remote Sensing Change Detection - Environmental Monitoring Methods and Application*, Ann Arbor Press.
5. Open GIS Consortium, 2006, OpenGIS<sup>®</sup> Specification : Grid Coverage Service Implementation Specification, <http://www.opengeospatial.org/standards>.
6. Rogerson, Dale, 1997, *Inside COM*, Microsoft Press, pp. 3-5.