

효율적인 수치판독업무를 위한 다방향 영상촬영시스템의 활용방안

The Application of Pictometry for Efficient Digital Change Detection in Urban Area

김원대¹⁾ · 송영선²⁾

Kim, Won Dae · Song, Yeong Sun

Abstract

It is one among very important works to detect change in urban area for effectively maintaining city. But, recently it is become more difficult to extract various changes using traditional method based on orthophotos because objects in urban area get higher and become more complex. To resolve these problems, we introduce new digital imagining system Pictometry which can acquire images of five directions (oblique and nadir). In this study, we compared the digital interpretation results based on Pictometry to the results from traditional method. As a result, Pictometry showed the good results in change detection of urban area.

Keywords : Change detection, Digital interpretation, Pictometry, Urban area

초 록

도시지역에 있어서 변화를 탐지하는 작업은 도시를 효율적으로 관리하는 관점에서 매우 중요한 업무 중의 하나이다. 그러나 최근 들어 도시지역의 건축물이 고층화, 밀집화, 불규칙화됨으로 인해서 오직 정사영상만에 의존하는 기존의 방법으로는 다양한 변화를 추출하기가 점점 더 어려워지고 있다. 이러한 상황에서 보다 정밀한 수치판독을 위해서 경사영상의 활용성이 증가하고 있으며, 이에 본 연구에서는 하나의 피사체에 대하여 동시에 경사 및 수직방향의 영상을 취득할 수 있는 다방향 영상촬영시스템을 이용하여 수치판독을 수행하고 결과를 검토하였다. 그 결과 도시지역의 판독업무에 있어서 다방향 영상촬영시스템의 우수성을 확인할 수 있었다.

핵심어 : 변화탐지, 수치판독, 다방향 영상촬영시스템, 도시지역

1. 서 론

사진이나 영상으로부터 지리정보를 추출하는 기술은 19세기 중엽 사진술의 발명으로 시작되었으며, 20세기 중반이후 전기, 전자 기술의 발전에 따라 영상출력 소자 기술의 현저한 진보와 수치영상 처리기술, 컴퓨터 그래픽 기술, 그리고 입체시에 관한 인간시각 시스템 연구

등의 진보에 따라 혁신적인 발전이 이루어졌다(Amhar 등, 1998). 최근 들어 장비 및 처리기술의 발달에 힘입어 다양한 영상취득 및 정보의 분석이 가능하게 되었고, 이에 따라 최신의 영상 촬영장비의 비교 연구를 통한 효과적인 정보 분석 방안을 도출하고자 하는 연구가 진행되고 있다(김감래 등, 2002; 김감래 등, 2007).

1971년부터 시작된 서울특별시의 항공사진 촬영은 약

1) 정회원 · 인하공업전문대학 토목환경과 부교수(E-mail: kimwd@inhac.ac.kr)

2) 교신저자 · 인하공업전문대학 지형공간정보과 조교수(E-mail: point196@inhac.ac.kr)

70회 이상의 촬영과 약 60회 이상의 판독을 거쳐 다양한 정보를 제공하고 있다(조기술 등, 2006). 판독의 과정을 통하여 취득된 각종 정보들은 도시 유지 관리 업무, 도시계획 수립, 행정 및 정책 결정 등의 중요한 자료로 활용되었을 뿐만 아니라, 수십 년간의 항공사진은 급격하게 변화하는 수도 서울의 변천 및 성장 과정을 모니터링할 수 있는 중요한 자료로서 그 가치가 매우 크다.

도시가 성장함에 따라 광범위한 개발이 이루어지고 건축물관리에서도 많은 문제점들이 발생하였다. 이러한 도시확장에 따른 문제점 중 하나가 불법 건축물의 관리이다. 수많은 불법 건축물들을 직접 현장조사로 관리하기에는 많은 어려움이 따른다. 무허가 건물 판독, 건축물 변동 조사, 재해발생시 접근통로 확보, 도시의 변화 탐지 등에 있어서 항공사진을 이용한 방법은 속도, 경제성, 정확성, 정밀성 등을 향상시켜왔을 뿐만 아니라 경제적 또는 인력면에서 달성하기 어려웠거나 불가능했던 광범위한 지역에 대한 건축물조사를 용이하게 할 수 있다.

그러나 획기적인 디지털 환경이 구축된 지금도 사진이나 영상으로부터 대상을 인식하고 정밀하게 비교하고 분석하는 판독업무는 자동화가 거의 불가능한 분야로서 아직도 숙련된 작업자의 처리 과정 및 판단을 필요로 하고 있다. 도시의 발전 속도가 빠르고, 다양한 정보를 요구하는 현대 도시의 판독업무에서는 제한된 작업 인력으로 인하여 보다 많은 정보를 정확하게 처리하기 위해서 신기술의 도입이 절실하다고 할 수 있다. 또한 정밀한 판독의 결과를 위해서는 기존 아날로그 카메라 및 디지털카메라 기반의 항공사진측량의 경우 중심투영 원리에 의해 발생하는 폐색지역과 음영지역에 대한 판독이 불가능한 문제도 해결되어야 한다.

지금까지 영상처리 분야에 있어서 인공위성이나 항공사진을 이용하여 정사영상을 생성하거나 활용하는 것에 관한 많은 연구가 진행되어 왔다. 그러나 정사형태의 영상은 건물의 위치 결정에 가장 유효한 정보이지만, 건물의 형상이나 측면형상이나 텍스처(texture) 등을 취득하는 것에 있어서는 한계를 가지고 있다. 특히 최근 들어 도시지역의 정밀한 3차원 모델링이 요구되고 있는 상황에서 측면 정보의 취득이 가능한 경사사진은 매우 유용한 정보로 활용될 수 있다(Jacobsen 등, 1988; Höhle 등, 2008).

그러나 지금까지 경사영상에 대한 관심은 상대적으로 부족했고, 이에 따라 관련 기술개발도 과거 몇 년 전까

지 전무한 상황이었다. 특히 경사영상에 있어서는 과거에는 재촬영의 대상이거나 비 측량용 사진으로만 사용하는 것이 일반적이었다. 그러나 최근 들어 고해상도의 영상들이 취득되기 시작하면서 경사영상이 가지는 정보들에 대한 활용성이 인식되기 시작하였고, 관련 장비의 개발도 시작되었다.

그림 1의 (a), (b)에서는 동일한 피사체에 대해서 정사영상이 가지는 정보 및 경사영상이 가지는 정보를 보여주고 있으며, (c)에서는 정사영상과 경사영상을 동시에 사용했을 때 정보의 양에 따른 판독의 정확성을 나타내고 있다. 정사영상과 경사영상 중 어느 영상이 활용도가 좋은가에 대한 것은 필요한 정보가 무엇인가에 따라 달라지지만 두 영상을 동시에 활용하는 것이 판독력을 극대화 시키는 것은 명확하다.

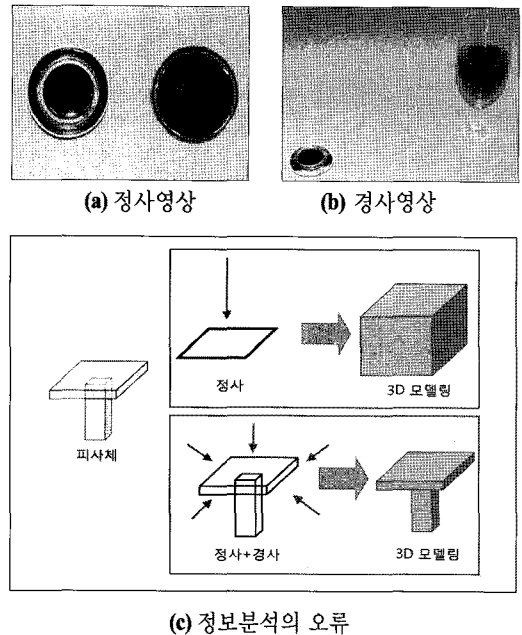


그림 1. 판독력 차이에 따른 정보분석 결과의 오류

본 연구에서는 최근 도시가 복잡해짐으로 인해서 근수직사진에 의존하는 기존 판독업무의 문제점을 분석하고, 경사사진을 활용한 판독기법을 제시하고자 한다. 이를 위해 폐색지역의 최소화가 가능한 다방향 영상촬영 시스템(펜타캡처시스템(Penta capture system) 8565, Pictometry) 디지털 카메라로부터 취득된 근수직 및 경사영상을 기반으로 기존의 판독업무 적용 및 대체가능성

에 대한 평가를 수행하고자 하였다. 이를 위해서 서울시 서초구 일대를 촬영한 2007년 아날로그 항공사진과 2009년 다방향 영상촬영시스템으로부터 취득된 다방향 영상들과의 비교를 통해 수치판독업무를 수행하고, 기존의 판독업무와 비교·분석을 진행하였다.

2. 다방향 영상촬영시스템의 특징

다방향 영상촬영시스템은 부동산의 공정한 가격 결정, 시설물들의 인접지역으로의 확장 및 변화, 상업시설의 개발 등을 수행하는데 있어서 필요한 의사결정을 신속하게 지원하고, 시각적으로 우수하고 다양한 영상정보(정사 및 경사)를 쉽고 빠르게 제공하기 위해서 개발된 시스템이다(Wang 등, 2008).

DMC, UltraCam 등 일반적인 항공측량용 디지털카메라의 경우 1-8개의 카메라가 지상에 수직으로 동시 또는 연속적으로 촬영함으로써 연직사진(경사각 3° 이내)을 획득하여 제공한다(건설교통부 한국건설교통기술평가원, 2007). 그러나 다방향 영상촬영시스템의 경우 5개의 디지털카메라가 탑재되어 하나의 피사체에 대해 서로 다른 방향 즉 전, 후, 좌, 우, 수직방향 등에서 지형정보를 동시에 획득함으로써 기존 영상취득시스템에 비해 더 많은 정보를 제공하는 최신 입체항공촬영기법이다(그림 2). 비행고도 1,200m에서 촬영시 약 5~10cm의 GSD(Ground Sampling Distance)를 가지는 영상을 획득할 수 있다.

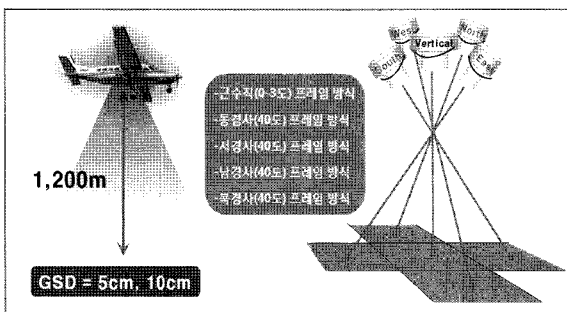


그림 2. 다방향 영상촬영시스템

다방향 영상촬영시스템 촬영 항공기에는 GPS/INS를 탑재하여 촬영당시 항공기 위치에 대한 기하학적 정밀해석이 가능하다. 또한 60% 이상의 중복도로 촬영지역에 대해 최소 10장 이상의 영상을 취득할 수 있어 차폐지역을 최

소화하고 고정밀 입체촬영이 가능하며 경사영상에서 얻어지는 건물의 고해상도 텍스처를 활용하면 고정밀 3차원 지리정보구축도 가능하다. 카메라의 각도는 40° 정도로 기울어져 있어 건물의 측면 및 다양한 공간정보들을 그대로 촬영할 수 있다(Höhle, 2008; Wang 등, 2008). 근 수직으로 피사체를 촬영할 때와는 달리 경사촬영의 경우 약간 변형된 기하 모형을 가지며, 기하는 사진의 축척은 촬영고도, 경사각 및 초점거리의 함수로서 사진의 초점거리 및 경사각에 비례하고 촬영고도에는 반비례한다.

탑재된 카메라의 초점거리는 수직카메라의 경우 65mm, 경사카메라의 경우 85mm이며, CCD의 크기는 7.4m이다. 촬영되는 영상의 크기는 4,8723,248픽셀이며, 총 중량은 약 165kg정도이다. 특히 다방향 영상촬영시스템은 3차원 모델링에 필요한 고품질의 텍스처 제공을 목적으로 하므로 취득영상의 밝기값이 타 항공사진카메라에 비해 높은 특징을 가진다(Wang, 2008). 현재 미국의 FEMA(연방재난관리국), 영국의 Ordnance Survey, 이탈리아, 스페인, 일본, 캐나다 등에서 다방향 영상촬영시스템으로 촬영된 영상들이 다양한 형태로 서비스 되고 있다.

3. 판독업무의 분석

아날로그 항공사진을 이용한 판독은 서울시를 비롯한 여러 지자체에서 대부분 실시하고 있으며, 각 기관에서는 매년 항공사진촬영을 실시하여 년차별 항공사진 데이터베이스를 구축하고 있다. 하지만 항공사진 판독에 대한 기준과 통일된 규정이 없는 실정이다. 현재 국내에서 실시하고 있는 판독관련 업무의 흐름은 그림 3과 같다(조기술 등, 2006).

서울특별시청에서는 매년 년차별로 촬영한 대축척 항공사진을 이용하여 1:1,000 수치지도를 제작하고 있다. 1:1,000 수치지도는 판독을 위한 기초 도면으로서 제1원도라고 한다. 제1원도는 작업의 편리성과 관리의 용이성을 위하여 두 개의 제2원도로 분리되어 제작되어진다. 제2원도는 판독을 통하여 획득한 정보와 건축물에 대한 변동사항을 도면에 직접 작도 및 관련 사항을 표시하기 위하여 제작되어진다. 엄밀한 의미에서 공간정확도 확보를 위한 도면이라기보다는 판독업무의 효율적 진행을 위한 보조도면이라고 할 수 있다.

능률과 경제성을 고려하여 판독에 사용되는 사진은 기준년도, 비교년도, 판독년도 3개의 입체영상을 사용한다.

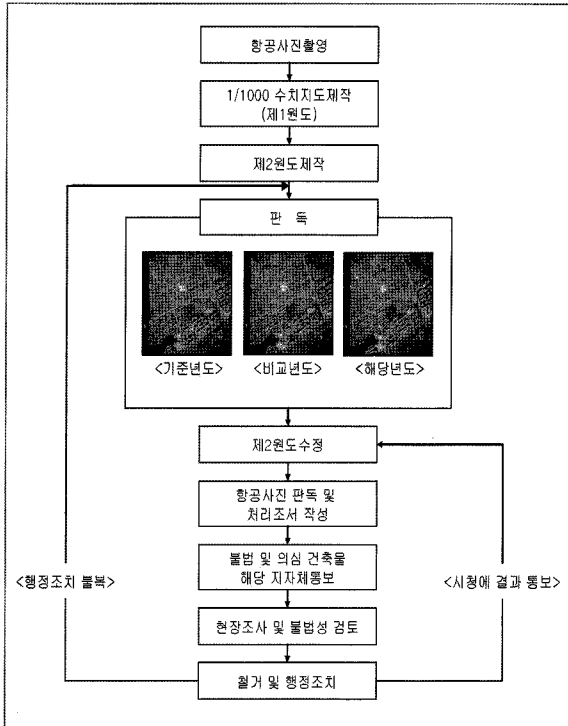


그림 3. 항공사진을 이용한 판독업무 절차

판독을 통하여 발견된 무허가 건물의 정보는 정밀 판독을 거쳐 제2원도에 표시되며 “항공사진 판독 및 처리조서”에 세부사항을 기재한다.

아날로그형태의 판독작업은 주로 항공사진 렌즈식 입체경을 이용하여 중중복도가 60%이상인 항공사진 2장을 입체시하여 판독이 이루어지고, 디지털 항공사진기반의 판독은 렌즈식 입체경을 사용하는 대신에 항공사진 전용 스캐너에 의해 제작된 항공사진 전산파일 혹은 디지털 카메라로 촬영된 항공사진 전산파일을 활용하여 수행한다. 항공사진 전산파일을 판독하기 위한 도구로는 범용으로

개발된 시스템은 현재 없는 실정이고, 개별기관의 자체 목적에 맞게 개발된 항공사진판독시스템이 있다. 현재 서울시에서는 이러한 시스템이 기 구축되어 사용 중에 있으며, 효율적인 항공사진의 관리 측면과 작업의 능률 제고에 많은 영향이 있는 것으로 분석되고 있다.

4. 다방향 영상촬영시스템의 수치판독업무 적용 및 평가

4.1 대상지역

수치판독업무에 다방향 영상촬영시스템의 적용성 평가는 서울시 서초구 일대를 대상으로 수행하였다. 평가의 방법은 현재 서울시에서 적용하고 있는 판독업무의 절차 및 S/W를 동일하게 적용하였으며, 비교대상 시간대 및 영상은 2007년 촬영된 아날로그항공사진과 2009년 촬영된 다방향 영상이다. 가장 이상적인 실험조건은 시간대별 항공사진간의 판독결과와 다방향 영상촬영시스템의 영상간 판독결과의 비교이지만, 다방향 영상촬영시스템이 최근에 개발되었으므로 이상적인 비교평가를 위한 실험은 한계를 가질 수밖에 없는 상황이다.

대상 커버리지는 2007년 항공사진을 기준으로 했을 때 항공사진 5매이며, 수치판독을 위해서 스캐닝을 수행하였다. 아래 그림 4는 대상지역의 기준년도 항공사진영상이다.

4.2 수치판독의 수행

본 연구를 위한 판독작업은 지자체에서 판독을 주업무로 담당하는 전문가에 의뢰하여 진행하였고, 다방향 영상촬영시스템의 판독을 위해 전문 응용프로그램을 개발하거나 이러한 목적으로 개발된 프로그램을 사용하지 않고, EFS의 PentaView를 활용하였다. PentaView는 하나의 피사체에 대해서 가장 이해하기 용이한 각도에서 촬

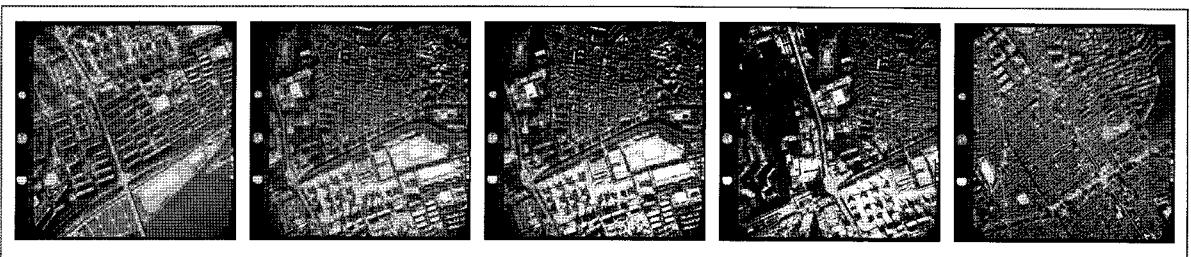


그림 4. 기준년도 항공사진

영된 5장의 영상(북쪽, 남쪽, 서쪽, 동쪽의 정사영상과 근수직 정사영상)을 하나의 집합으로 디스플레이 한다. 따라서 판독에 매우 용이하게 사용할 수 있다. 5개의 장에 원하는 정사영상 혹은 근수직영상을 배치하여 판독할 수 있으며, 5개의 영상들은 피사체를 가장 잘 표현할 수 있도록 촬영된 영상들을 자동으로 수집한다.

아날로그 항공사진은 스캐닝을 통해 수치화하여 서울시의 판독시스템 Ver 2.0을 활용하였다. 서울시 판독시스템 Ver 2.0의 경우 단사진기반의 판독과 입체사진 기반의 판독이 가능하나 본 평가에서는 단사진기반의 판독을 수행하였다. 수치판독은 대상지역에 있어 크게 건축물 등의 신축, 증축, 변경, 멸실, 공사완료 등의 현상을 판독하여 합법성에 대한 기본 근거자료를 제공하는 것이므로 본 평가도 크게 이에 따라 판독력을 평가하였다.

4.2.1 폐색지역 및 불규칙 건축물

다방향 촬영영상을 적용하는 경우 하나의 대상물에 대하여 다방면에서 관측이 가능하므로 폐색지역에 의한 판독영향을 최소화할 수 있다. 기존의 판독시스템은 고층건물에 의한 폐색지역 내에 분포하고 있는 변화는 판독이 불가능하며, 특히 불규칙건물에 대한 판독은 현장을 답사하지 않은 경우 그 형상의 변화를 탐색하기가 매우 어렵다.

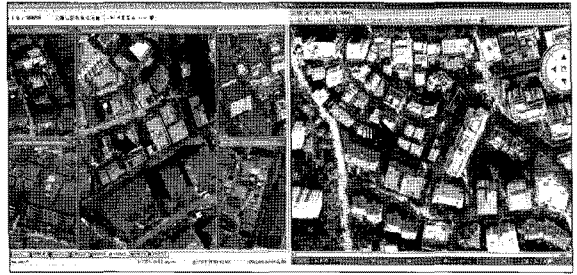


(a) 다방향 촬영영상 (b) 아날로그 항공사진

그림 5. 폐색지역의 판독

4.2.2 신축

새로운 건축물의 신축은 폐색이 아닌 경우 기존의 판독시스템과 다방향 촬영영상에서 비교적 용이하게 탐색할 수 있다. 그러나 그림 6에서 보는 바와 같이 컬러정보가 없는 기존의 항공사진 기반의 판독시스템은 그림자에 의해 영상에서의 밝기값이 명확하지 않은 지역을 판독하기가 용이하지 않음을 알 수 있다.



(a) 다방향 촬영영상 (b) 아날로그 항공사진

그림 6. 신축건물의 판독

4.2.3 증축 및 변경

증축 및 변경은 2차원 평면상의 변화와 3차원 수직상의 변화를 탐색해야 한다. 평면상의 변화는 단사진간의 비교를 통해 판독해 낼 수 있으나, 수직상의 변화는 단사진간의 비교를 통해서 판독해 내기가 용이하지 않다. 특히 저해상도 흑백사진에서 1개 층의 변화가 사진의 중심에서 발생했다면 이를 판독해 내는 것은 불가능하다. 따라서 기존의 판독시스템에서는 판독전문가에 의해서 입체영상을 기반으로 사진측량의 원리를 통해서 판독해야 하며, 이에 반해 다방향 촬영영상을 활용할 경우 측면의 정보를 정확하게 파악할 수 있으므로 특별한 추가 기법이 없더라도 기존의 단사진 판독으로도 충분히 파악이 가능하다.

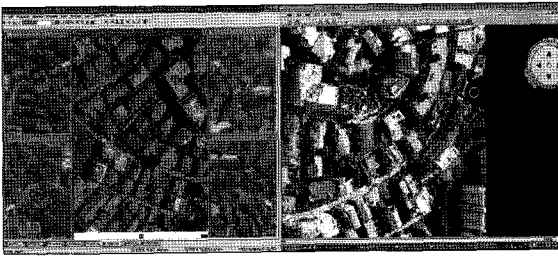


(a) 다방향 촬영영상 (b) 아날로그 항공사진

그림 7. 증축 및 변경의 판독

4.2.4 철거 및 멸실

철거 및 멸실은 기존에 존재하던 건축물이 제거된 경우로서 두 시스템 모두 비교적 용이하게 판독할 수 있다.



(a) 다방향 촬영영상 (b) 아날로그 항공사진

그림 8. 철거 및 멸실의 판독

4.2.5 공사완료

판독 중 공사완료는 비교적 변화가 심하게 나타나므로 타 변화에 비해 가장 용이하게 탐색이 가능하다.

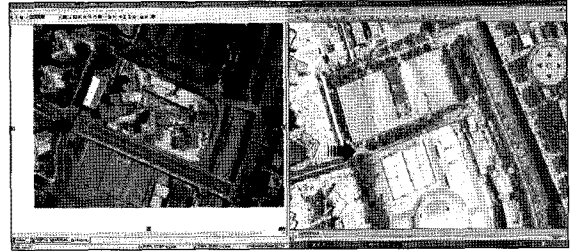


(a) 다방향 촬영영상 (b) 아날로그 항공사진

그림 9. 공사완료의 판독

4.2.6 도로개설

도로개설의 경우 신축과 유사한 개념으로 비교적 도로는 크고 평면확장의 개념이기 때문에 정사영상보다는 정사영상에서 판독이 용이하다. 그림 10에서 보는 보와 같이 다방향 촬영영상의 경우 근 정사영상을 기반으로 쉽게 판독해 낼 수 있다.



(a) 다방향 촬영영상 (b) 아날로그 항공사진

그림 10. 도로개설의 판독

4.3 수치판독의 성과분석

아날로그항공사진과 다방향 영상촬영시스템을 이용하여 수치판독을 수행한 결과 변화가 발생한 지역 및 의심 지역은 총 15개 지역이 추출되었다. 이 중에서 기존의 판독시스템에 기반할 경우 일부지역(폐색지역, 불규칙 건물지역, 증축 및 변경지역)의 판독이 곤란하며, 다방향 촬영영상을 기반으로 수행해야만 탐지가 가능한 지역으로 판단된다. 위에서 탐지된 15개 변화지역을 약식 현황도에 표시한 결과는 아래 그림 11과 같다.

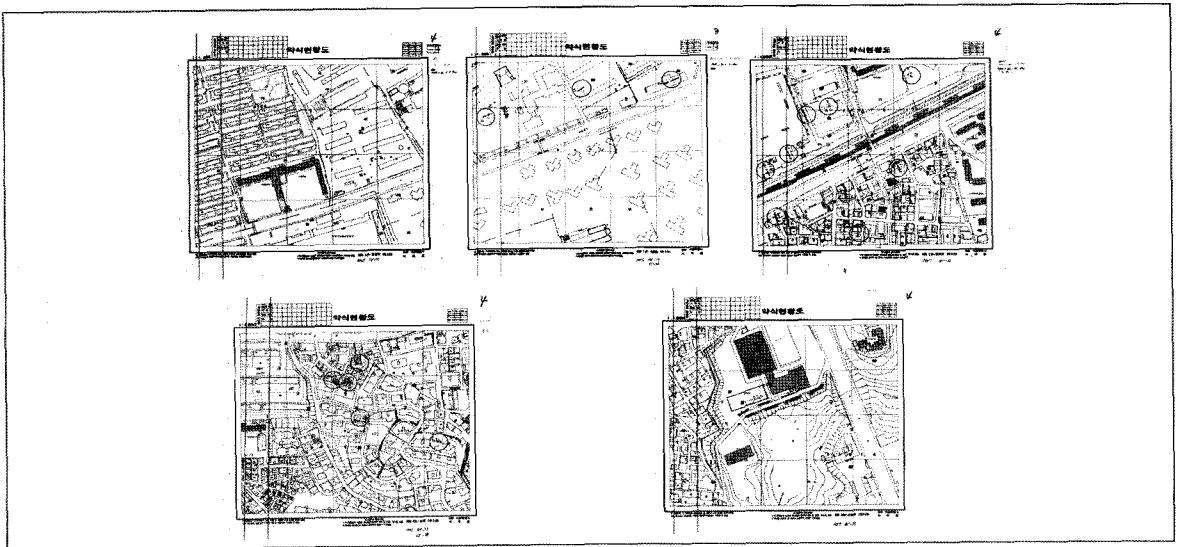


그림 11. 판독성과(약식현황도)

5. 결론

최근 도시지역의 건축물들이 복잡·다양화됨으로 인해서 정밀한 판독이 요구되는 지방자치단체들의 판독업무에 어려움이 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 도시지역의 효율적인 판독업무 수행을 위해서 최근에 개발된 다방향 영상촬영시스템의 수치판독업무 활용가능성에 대한 평가를 수행하였다. 기존의 판독방법 및 다방향 촬영영상 기반의 판독방법으로 서울시 서초구 일대를 대상으로 변화탐지를 수행하고 두 방법의 성과를 분석하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

다방향 영상촬영시스템은 기존의 아날로그 흑백 항공사진기반 판독시스템에 비해 컬러정보를 제공하므로 시각적으로 판독이 용이하였고, 근수직 및 다방향의 경사영상을 활용하여 수치판독이 가능하므로 폐색영역이나 애매모호한 영역에 있어 명확한 판독이 가능하였다. 시스템에 탑재된 GPS 및 INS의 정보로부터 영상촬영중심의 절대좌표 및 영상들간의 상호위치관계를 비교적 정밀하게 추정함으로써 자동으로 다양한 시점으로 영상들의 배치가 가능하였고, 이로 인해 수작업에 의한 자료처리 과정을 줄일 수 있었다. 또한, 입체시 및 영상변환식을 이용하여 같은 지점의 개략적인 위치를 동일하게 조정하거나 표정을 수행해야하는 기존의 판독방법에 비해 다방향 촬영영상을 활용할 경우 사진측량과 관련된 전문지식이 없더라도 직관적인 인식이 가능하여 비전문가도 비교적 용이하게 영상판독을 수행할 수 있었다.

그러나 하나의 피사체에 대해서 다양한 방향에서의 영상이 촬영되므로 기존의 판독시스템에 비해서 많은 영상들을 유지관리 해야 하며, 영상 한 장이 포함하는 커버리지가 상대적으로 협소함으로 인해 판독 정밀도는 증가하나 이에 반해 영상조작횟수가 증가하여 상대적으로 시간이 더 소모되는 문제점이 있었다. 기존의 판독시스템에 다방향 영상촬영시스템을 적용할 경우 판독업무의 절차상 변화는 없었으나, 다방향 촬영영상을 기반으로 판독을 수행할 수 있는 독자적 어플리케이션 개발이 어려울 것으로 판단되었다.

본 연구에서는 다방향 영상촬영시스템이 최근에 개발되었고, 또한 촬영된 영상이 많지 않아 정량적인 결과보다는 정성적인 결과를 도출할 수밖에 없었다. 추후 세계 열별로 다양한 지역을 촬영한 다방향 영상들이 존재한다면 이를 기반으로 비용적 측면, 시간적 측면, 인력적

측면 등에서 보다 객관적이고 정량적인 결과를 도출할 수 있는 추가 연구가 필요한 것을 판단된다.

참고문헌

- 건설교통부 한국건설교통기술평가원 (2007), 대축척지 도제작용 디지털카메라 실용화 방안 최종보고서, 건설기술기반구축사업 최종보고서, pp. 79-135.
- 김감래, 김옥남, 김훈정 (2002), 디지털영상의 특정영역 인식과 처리 방안, 한국측량학회지, 제20권1호, pp. 1-11.
- 김감래, 김훈정, 김병배, 조원우 (2007), 입체시를 활용한 변화지역 자동추적알고리즘 개발, 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 431-434.
- 유환희, 안충현, 오성남, 성민규 (1999), 3차원 지형정보 분석을 위한 수치사진측량 시스템개발, 한국측량학회지, 제17권1호, pp. 11-20.
- 조기술, 구홍대 (2006), 항공사진판독시스템을 이용한 사무관리 개선, 2006 상반기 시정연구논문집, pp. 331-347.
- Amhar, F., Jansa, J., Ries, C. (1998), The Generation of True Ortho photos using a 3D Building Model in Conjunction With a Conventional DTM, *ISPRS*, Vol. 32, part4, pp. 19-21.
- Höhle, J. (2008), Photogrammetric Measurements in Oblique Aerial Images, *Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation*, issue 1, pp. 7-14.
- Jacobsen, K. (1988), Handling of Panoramic and Extreme High Oblique Photographs in Analytical Plotters, *ISPRS*, issue XXVII, B2, pp. 232-237.
- Wang, Y., Schultz, S. and Giuffrida, F. (2008), Pictometry's proprietary airborne digital imaging system and its application in 3D modeling, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXVII, Part B1, Beijing 2008, pp. 1065-1069.
- Wang, Y., Schultz, S. and Giuffrida, F. (2008), Generation of Orthophotos Using Pictometry's Digital Images, *In Proceedings of ASPRS Annual Conference (CD ROM)*, Portland, Oregon.