

건축물 정보 관리를 위한 수치 판독현황도 제작 기법 해석 Analysis of Digital Photographic Interpretation Status Map Production Technic for the Architecture Information Management

김원대* · 김정훈** · 유 연***

Kim, Won Dae · Kim, Jeong Hoon · Yeu, Yeon

要 旨

서울시의 건축물 정보를 관리하기 위하여 항공사진을 촬영하고 판독을 실시하여 판독현황도를 제작하고 있다. 그러나 판독현황도는 인쇄된 형태이며 수기로 제작되어 많은 오류를 포함하고 있으며, 갱신에도 어려움이 많다. 본 연구에서는 판독현황도의 수치화를 수행하기 위하여 도면 스캐닝에 의한 방법, 정사영상 및 진정사영상을 활용하는 방법, 수정도화에 의한 방법, LiDAR 자료를 이용하는 방법 등을 적용하고 비교 분석하였다. 본 연구를 통하여 수치수정도화에 의한 수치 판독현황도를 제작하는 것이 건축물 정보의 정확도와 경제성 측면에서 타당한 방법임을 제안할 수 있었다.

핵심용어 : 건축물정보, 항공사진, 판독현황도, 수치판독현황

Abstract

To manage the architecture information of Seoul, aerial photographs have been taken and Photographic Interpretation Status Maps(PISP) have been produced through interpretation process. However PISP of SEOUL has a number of errors and difficulties to update maps, owing to its analogue formation by hand skill.

In this study, some digitizing methods are tested to make Digital Photographic Interpretation Status Maps(DPISP). The digitizing methods by scanning maps, using ortho-images and true ortho-images, digital correction plotting process, and LiDAR techniques were used for comparative analysis of PISP.

As a result of this study, the author suggest DPISP by the digital correction plotting method is proper for economical efficiency and its accuracy of the architecture information

Keywords : Architecture information, Aerial Photograph, Photographic Interpretation Status Map(PISP), Digital PISP(DPISP)

1. 서 론

도시의 행정을 공정하고 신속하게 수행하기 위한 여러 가지 행정 지원 시스템이 가동되고 있다.

특히 개인의 재산과 관련되어 부과되는 각종 세금을 부과하는데 있어서는 그 기준과 관련되는 각종 정보들이 신속하고 정확하며, 가장 효율적인 방법으로 취득, 관리, 처리될 수 있어야 한다.

이를 위하여 서울시에 행정 관할 지역을 항공사진으로 촬영하고, 촬영된 현황을 판독하고, 기준이 되

는 도면과 비교하여 불법 건축물을 단속, 행정처분하고 있으며, 도시와 관련된 각종 계획의 수립, 지구 정비, 정책 입안 등과 같은 업무에 그 자료를 활용하고 있다.

항공사진 상에서 전년도 현황과 해당 년도의 대상물을 비교, 분석하여 추출된 지상의 대상물의 변동사항, 즉, 건축물의 신축이나 소멸, 공작물의 변화, 임목의 벌채, 토지의 형질 변경 등을 판독현황도상에 표기하고, 항공측량 판독 및 처리 조서 상에 기재하도록 규정하고 있다(서울특별시, 2009.4).

이때 작성되는 판독현황도는 판독 작업의 결과를 수

2010년 5월 14일 접수, 2010년 6월 11일 채택

* 정희원 · 인하공업전문대학 토목환경과 부교수(kimwd@inhac.ac.kr)

** 서울광역시청 건축기획과(maru1007@seoul.go.kr)

*** 교신저자 · 정희원 · The Ohio State University 박사과정(yeon.yeu@gmail.com)

기에 의하여 기재하고 있으므로 판독현황도 원도 및 증빙 자료를 추가적으로 필요하게 되며, 도출된 결과를 이기하거나 정리하는 과정에서 정확성이 떨어지고, 판독 내용의 기재에 오류가 발생할 가능성이 높다고 할 수 있다(서울특별시, 2009.2). 또한 업무의 진행과정상 여러 관련 부서 또는 기관이 도면을 공유하고 관련된 업무를 진행하는데 있어서 정보 전달의 과정이 비효율적이고 작업자에 따른 정보의 기재 및 도면 작성의 차이에 따른 문제점도 발생할 수 있다.

현재 폴리에스터 필름의 원도와 청사진 또는 복사 형태의 도면으로 존재하는 도면 관리의 특성상 보관과 검색이 어렵고 신속한 민원에 대한 적극적인 대응에 많은 시간이 소요되고 있으며, 현장 조사를 위한 도면의 공유에 있어서도 수기 도면을 가지고 현장에 출동하여 조사의 내용을 직접 수기로 기재하여야 하는 과정을 거치게 되므로, 정보 기록 및 전달의 과정에 있어서도 비효율적인 문제가 대두되어 왔다.

따라서 판독현황도의 정확성을 제고하고, 효율적인 업무 진행 및 정보의 관리, 대민서비스의 향상 등을 위하여 수차 판독현황도의 제작은 시급한 실정이라고 할 수 있다(김원대, 2006).

본 연구에서는 현재 인쇄 도면의 형태로 기록, 관리되고 있는 판독현황도의 수치화를 위한 방법을 제시하기 위하여 현재의 아날로그 판독현황도를 수치화하는 방법, 수차 항공 사진을 이용하여 촬영된 영상을 기반으로 하여 건축물 정보를 추출하는 방법과 항공 LiDAR 자료를 이용하여 건축물의 외곽선 정보를 추출하는 방법, 기본도 상에서 수치영상을 수정 도화 방식에 의하여 판독현황도를 제작하는 방법 등으로 구분하여 정확도 및 소요 경비에 대한 경제성 평가를 실시하였다.

2. 판독현황도

2.1 서울시 항공사진 판독 현황

서울시에는 도시내의 건축물에 대한 효율적인 관리를 위하여 1971년을 시작으로 2009년말 현재 78회의 항공사진 촬영을 실시하였으며, 약 13만 장의 항공사진을 보유하고 있다.

매년 1회 또는 2회에 걸쳐 촬영된 항공사진은 그동안 70회차에 이르는 판독 사업에 의하여 판독현황도를 제작하고, 불법 건축물의 단속 및 처분, 도시 계획 수립, 보상 등의 관련 업무를 처리하는데 사용하고 있다.

판독업무는 기준이 되는 항공사진과 신규 촬영된 항공사진을 입체시로 비교하여 지상의 변동 사항을 추출

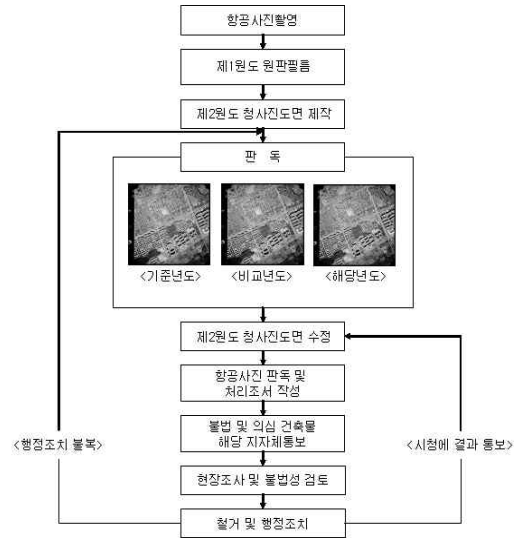


그림 1. 항공사진 판독업무 과정

하는 것으로, 해당 정보를 도면 상에 제도, 편집하고 조서를 작성하는 과정으로 진행된다.

판독의 결과는 해당 지방자치단체에 통보되고, 지방자치단체 담당자가 현장 조사를 실시하고 불법성을 검토한 후 철거 및 행정조치를 시행하고 서울시에 행정처분의 결과를 보고하게 되어 있다.

그림 1은 판독업무의 과정을 타내고 있다.

항공사진을 이용한 판독의 결과 제작된 판독현황도는 현재 서울시 전역에 대하여 3,160매를 보유하고 있으며, 판독현황도의 인텍스는 다음 그림 2와 같다.

또한 서울시에서 보유하고 있는 1:1,000 수치지도와 판독현황도와의 인텍스 비교는 다음의 그림 3에 나타나 있다.

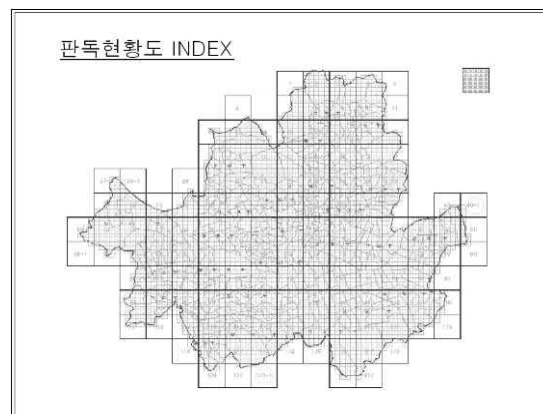


그림 2. 서울시 판독현황도 인텍스

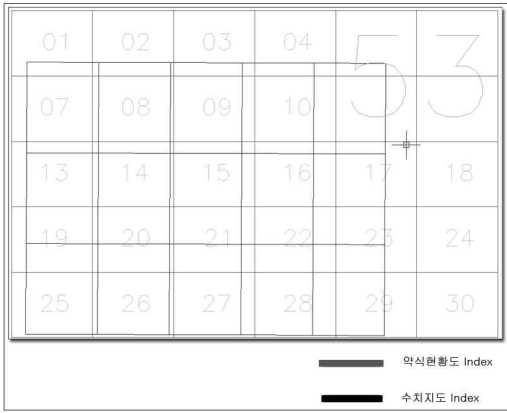


그림 3. 판독현황도와 수치지도 인덱스 비교



그림 5. 건축물 외곽선의 불일치

2.2 판독현황도의 문제점

서울시에 현재 관리하고 있는 판독현황도는 약 30년 전에 제작된 도면을 기준으로하여 정보를 관리하고 있다.

이에 따라 제작 시점이 오래 경과함으로 인하여 현재의 상황과 불일치하는 경우가 발생하고 있다. 아래의 그림 4와 5는 건축물 정보의 누락과 외곽선 정보와의 불일치에 대한 예를 나타내고 있다.

1:1,000 수치지도를 이용하여 판독현황도를 보완하여 사용하기 위한 방법이 제시될 수 있으나, 그림 6에 나타난 바와 같이 수치지도와 판독현황도를 제작하는 과정에서의 묘사 기준에서의 차이가 있어서 호환이 불가능하다고 할 수 있다.

다음의 그림 6에 나타난 바와 같이 수치지도 상에서는 하나의 대상으로 표현되어 있지만, 판독현황도 상에서는 3개의 대상으로 표현되는 경우도 있다. 또한 수치

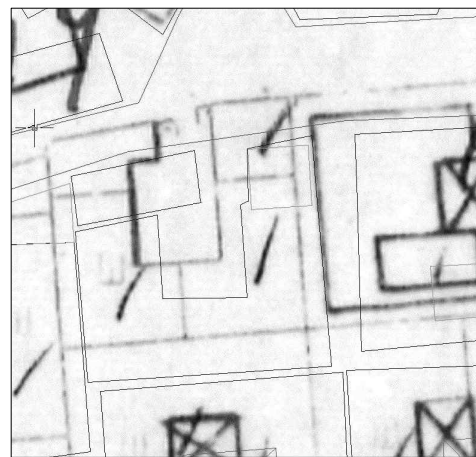


그림 6. 수치지도와 판독현황도의 차이



그림 4. 건축물 정보 누락



그림 7. 위치 및 제작시점 불일치

지도는 건물의 최종 외곽선만을 표현하는 것이 일반적이지만, 판독현황도는 건축물의 외곽 경계만이 아니라, 건축물 경계 내의 옥탑, 엘리베이터실 등에 대한 보조적인 건물에 대한 표현도 반드시 묘사되어야 한다.

기존의 판독현황도는 수기에 의하여 대상물의 개략적인 위치나 크기 등을 묘사하여 왔기 때문에 현황과의 차이가 발생할 수 있다. 그림 7은 건물의 위치 오기, 동일 건물 지역의 개발 차이에 의한 정보 누락에 대한 예를 나타내고 있다.

3. 수치 판독현황도 제작

3.1 판독현황도 수치화 기법

현재 인쇄 도면의 형태로 존재하는 서울시의 판독현황도는 매년 1회 또는 2회에 걸쳐 시행되는 판독 작업의 시행 결과를 수작업으로 기록하여 갱신되고 있다. 업무의 효율화 및 정보의 정확한 관리를 위하여 수치도면화하는 것은 현재의 여러 가지 기술을 적용할 수가 있다.

이러한 방법 중에서 본 연구는 다음 표 1에서와 같이 5가지 방법을 선정하여 결과를 비교하고자 한다.

첫째, 판독현황도를 기반으로 수치화하는 방법이다. 이 방법은 현재의 판독현황도를 스캔한 후, 수치화 작업을 통하여 수치 도면화 하는 방법이다.

둘째, 정사영상을 기반으로한 영상면상 수치화 기법이다. 이를 위하여 수치 카메라를 이용하여 촬영된 수치 항공영상을 이용하여 제작된 정사투영영상을 컴퓨터 영상면 상에 표현한 후 영상면상 수치화 작업을 수행하여 수치 판독현황도를 취득하는 방법이다.

셋째, 진정사영상(true ortho-image)를 기반으로한 수치화 방법이다. 수치 카메라에서 촬영한 항공영상을 진정사투영영상화 한 후, 이를 기반으로 수치화를 수행하여 수치화하는 방법이다.

넷째, 항공 LiDAR 자료를 이용하여 건축물 외곽선을 추출하는 방법이다. 항공라이다 기기를 이용하여 취득된 지점 자료를 분류하여 건축물 외곽선 정보를 추출하여 판독현황도를 수치 형식으로 취득하는 방법이다.

다섯째, 수정도화 기법을 이용하여 작업하는 방법이다. 수치 사진기를 이용하여 취득된 항공영상과 수치도화기를 이용하여 기존의 1:1,000 수치지도를 수정 보완함으로써 판독현황도를 수치화하는 기법이다.

본 연구에서는 수치 항공영상을 취득하기 위하여 ADS 40 사진기를 사용하였으며, 항공 LiDAR 자료를 취득하기 위하여 ALS50 항공라이다 스캐너를 사용하였다.

3.2 연구 대상 지역

판독현황도 수치화 기법에 대한 비교 연구를 수행하기 위하여 다음과 같은 세 지역을 선정하였다.

서울시에는 다양한 형태의 건축물 배치가 있으므로 이러한 지역 전체를 대표하는 하나의 지역을 선정할 수 없다. 따라서 건축물의 배치 특성에 따라 다음의 그림 8과 같이 세 지역을 선정하였다.

선정된 세 지역의 특성은 다음의 표 2와 같다.

지역 1의 경우에는 소규모 단독 주택 및 연립 주택 등이 밀집해 있는 지역으로 도면 내의 포함된 정보가 많고 작은 도형객체가 존재하는 도면이다(그림 9).

지역 2의 경우에는 소규모 가옥과 함께 구릉지가 공존하는 지역이다(그림 10).

지역 3의 경우에는 도심의 특성을 가지고 있는 지역으로 대형 건물이 상당수를 차지하고 있으나, 항공사진

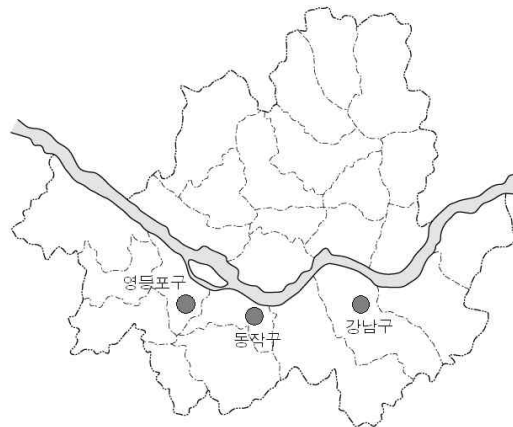


그림 8. 연구 대상 지역의 분포

표 1. 판독현황도 수치화 기법

방법	원자료	취득기법	사용기기
1	판독현황도	수치화	스캐너
2	정사영상	수치화	ADS 40
3	진정사영상	수치화	ADS 40
4	LiDAR	자료분류	ALS 50
5	항공영상	수정도화	ADS 40

표 2. 연구 대상 지역 및 특성

지역	행정구역	특성
1	영등포구	주택 밀집 지역
2	동작구	구가옥 및 구릉지역
3	강남구	고층 건물 밀집 지역



그림 9. 지역 1 항공 영상



그림 12. 판독현황도(지역 1)



그림 10. 지역 2 항공 영상

촬영에 있어서는 건물의 고도로 인하여 기복변위로 인하여 대상물의 폐색이 일어날 수도 있다(그림 11)(유복모, 1996; 김원대, 2005).

앞의 대상 지역에 대하여 수치 도면으로 제작하여야 하는 판독현황도의 예는 그림 12에 나타나 있다.

4. 판독현황도 수치화 방법 비교

4.1 판독현황도 수치화

서울시의 1:1,000 수치지형도에서 판독 업무와 관련되어 있는 레이어를 추출하여 판독현황 기본도를 만들고, 스캐닝된 판독현황도면을 기준 틀에 러버쉬팅 작업을 실시하여 도면의 왜곡을 보정한 후 수치화를 통하여



그림 11. 지역 3 항공 영상

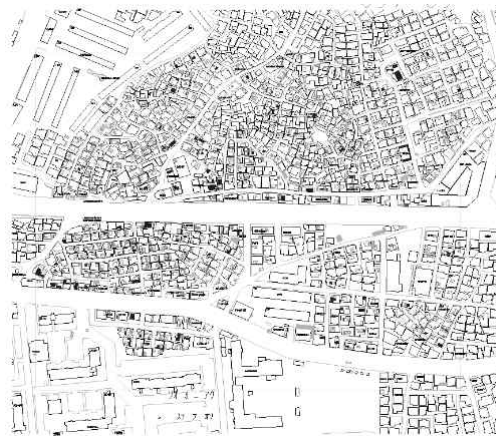


그림 13. 지역 1 실험결과

건축물에 대한 정보를 입력하였다. 제작된 결과의 예는 그림 13에 나타나 있다.

4.2 정사영상 기반 수치화

ADS40 수치 항공사진기를 이용하여 대상지역의 항공사진을 촬영한 후 정사영상을 제작하였다. 중중복은 100%이며 횡중복은 약80%를 유지하였으며 해상도는 10cm이다.

촬영된 항공영상을 이용하여 실험 대상지역의 정사영상을 제작하였다. 수치지도(1/1,000) 상의 특징점을 추출하여 항공삼각측량을 수행하였으며 수치고도자료는 수치지도의 등고선 및 표고점 레이어를 이용하여 제작하였다. 또한 정사영상의 지상해상도는 10cm를 유지하였고 제작영역은 판독현황도와 중첩이 가능하도록 하였으며 관측대상지역의 정사영상은 그림 14와 같다.



그림 14. 지역 2의 정사영상 제작



그림 15. 정사영상 상의 폐색영역 객체

정사영상을 이용하는 경우에 있어서 그림 14와 같이 높이차가 적은 대상물에 대해서는 원만한 작업의 진행이 가능하였으나 고층 건물이 다수 존재하는 지역 3의 경우에 있어서는 그림 15와 같이 폐색 영역이 존재하여 대상물의 판독이 불가능하였다.

4.3 진정사영상 기반 수치화

촬영된 항공영상을 이용하여 진정사영상(true ortho-image)을 제작하고 판독현황도면의 객체를 추출하였다.

Pixel Factory라는 전용 소프트웨어를 이용하여 영상정합을 수행하여 수치외관모형(DSM : Digital Surface Model)을 제작하고 편위수정(Rectification) 과정을 거쳐 진정사영상을 제작하였다.

건물의 기복이 완전히 수정되어 있으므로 일반적인 정사영상과는 달리 대상물의 정보와 거의 일치하는 결과를 얻을 수 있었다.

4.4 LiDAR 자료를 이용한 제작

LiDAR 기술은 다양한 형태의 활용이 가능하다. 그 중에서 자동 경계 검출 기술은 기존의 항공사진측량에 비해 높은 효율성 때문에 관련분야에서의 높은 활용이 가능하다(이석균, 2008).

본 연구를 위하여 연구 대상 지역의 LiDAR 자료로부터 건축물 경계를 추출 위하여 원시 자료를 분류한 후 건축물 외곽선을 추출하였다. 건축물의 외곽선을 추출한 결과의 예는 그림 17에 나타나 있다.

LiDAR 기법을 이용한 건축물 외곽선 추출은 초기 설정 값에 따라서 도출 결과가 다를 수 있다. 또한 실제 건물의 모서리를 직접적으로 관측하지 못하는 특성상 정밀한 형태의 외곽선 자료를 얻을 수 없다. 따라서 이를 수정하기 위하여 진정사영상이 필요하며 수정 내용 및 세부 사항에 따라 결과 정확도는 달라진다.



그림 16. 진정사영상 상의 위법 건축물 묘사

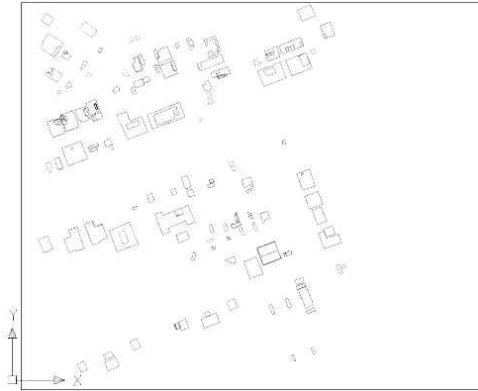


그림 17. 지역 3의 건축물 외곽선 추출 결과

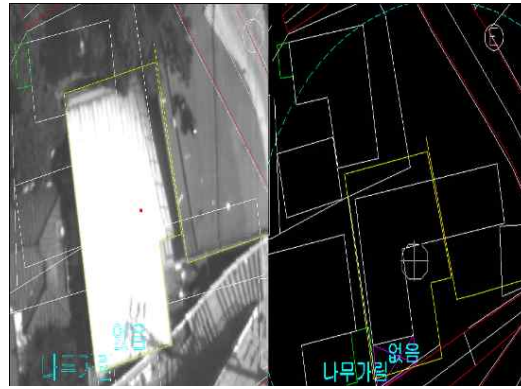


그림 18. 수정도화에 의한 오류 정정

본 관측값 해석을 통해 편집 작업을 최소화하기 위한 초기 자동추출 설정 값을 결정 할 수 있었으나 이는 여러 가지 지형 요건 및 점밀도 또는 라이다 자료 검정결과에 따라 달라질 수 있다.

4.5 수정도화

관측 대상 지역의 수치 항공 영상을 이용하여 수정도화를 통한 관독현황도의 수치화 작업을 실시하였다. 관

측대상에 사용된 기준점은 항공삼각측량을 실시하였으며, 이에 소요된 기준점은 1:1,000 수치지도에서 취득하였다.

4.6 정확도 분석

이렇게 제작된 각종 결과를 현장 측량에 의한 결과값과 비교 분석을 결과는 표 3에 나타나 있다.

지역 1, 2, 3 전체에 대하여 정확도를 비교하는데 있

표 3. 제작 결과 정확도 비교(지역 1)

ID	관독현황도①		정사영상②		진정사영상③		수정도화④		라이다추출⑤	
	E	N	E	N	E	N	E	N	E	N
YDP01	192154.29	444638.81	192154.23	444636.64	192154.50	444636.35	192154.22	444636.43	192154.25	444636.53
YDP02	192116.74	444593.13	192117.44	444592.73	192117.33	444592.46	192117.20	444592.40	192117.02	444592.51
YDP03	192101.71	444572.60	192100.99	444570.79	192101.33	444570.85	192101.16	444570.92	192101.19	444571.02
YDP04	192100.65	444560.95	192101.25	444559.27	192101.42	444559.25	192101.27	444559.15	192101.19	444559.18
YDP05	192130.39	444576.83	192130.54	444576.76	192131.01	444576.55	192130.92	444576.85	192130.60	444576.56
YDP06	192132.98	444581.65	192132.97	444583.54	192133.12	444583.00	192133.86	444584.66	192133.96	444584.80
YDP07	192142.32	444597.67	192143.04	444600.15	192143.28	444599.59	192143.17	444599.61	192142.87	444599.92
YDP08	192148.31	444635.32	192147.73	444635.27	192148.03	444635.24	192147.76	444635.22	192147.62	444635.36
YDP09	192181.88	444652.58	192181.89	444652.61	192181.89	444652.61	192181.88	444652.58	192181.85	444652.76
YDP10	192256.81	444700.63	192258.07	444701.44	192258.20	444700.59	192258.03	444700.76	192258.08	444700.64
YDP11	192279.05	444691.41	192278.87	444690.89	192279.12	444690.85	192278.87	444690.89	192278.98	444691.00
YDP12	192253.74	444627.44	192252.44	444629.33	192252.54	444629.10	192252.42	444629.29	192252.47	444629.40
YDP13	192283.31	444622.45	192283.38	444624.14	192283.64	444623.07	192283.38	444623.47	192283.40	444623.35
YDP14	192229.00	444593.34	192229.92	444595.28	192230.14	444594.98	192229.92	444595.04	192229.93	444595.06
YDP15	192238.10	444543.45	192237.99	444543.57	192238.21	444543.60	192237.97	444543.68	192237.96	444543.69
YDP16	192194.55	444541.99	192192.78	444542.11	192192.78	444542.15	192192.62	444542.52	192192.62	444542.52
YDP17	192183.08	444571.35	192178.02	444571.05	192178.25	444570.82	192178.01	444570.85	192177.97	444570.83
YDP18	192121.88	444538.92	관측불가	관측불가	관측불가	관측불가	192122.30	444538.77	192122.35	444538.79
YDP19	192086.93	444490.83	192087.92	444490.14	192088.42	444490.37	192088.07	444490.50	192088.03	444490.51
YDP20	192073.39	444452.69	192074.65	444455.11	관측불가	관측불가	192074.65	444454.95	192074.62	444455.02
YDP21	192121.43	444453.58	192121.89	444452.63	192122.01	444452.45	192121.91	444452.50	192121.80	444452.56
YDP22	192127.55	444455.39	192127.72	444455.51	192128.03	444456.00	192127.87	444456.15	192127.89	444456.09
YDP23	192120.50	444483.75	192122.16	444482.14	192122.24	444482.68	192122.16	444482.65	192122.18	444482.70
YDP24	192165.34	444490.76	192164.91	444489.81	192165.10	444490.22	192164.82	444490.51	192164.79	444490.51
YDP25	192170.32	444499.86	192169.66	444499.58	192169.77	444500.05	192169.62	444500.07	192169.60	444499.96
YDP26	192181.66	444479.73	192181.90	444478.52	192182.13	444479.02	192181.85	444479.07	192181.82	444479.07
YDP27	192210.24	444472.56	192211.58	444472.75	192211.65	444473.23	192211.50	444473.44	192211.44	444473.40
YDP28	192238.72	444486.38	192240.41	444487.07	192240.16	444487.22	192239.97	444487.28	192239.97	444487.29
YDP29	192209.00	444430.50	192208.67	444429.64	192208.95	444429.77	192208.78	444429.71	192208.69	444429.67
YDP30	192247.84	444471.88	192248.18	444472.14	192248.08	444472.35	192247.94	444472.49	192247.97	444472.50

표 4. 정확도 비교 (단위 : m)

거리오차 \ 기법	진정사영상	수지도화	라이다
최대값	1.40	0.26	0.39
최소값	0.02	0.02	0.01
평균	0.39	0.08	0.12
표준편차	0.30	0.05	0.08

어서 수작업으로 정리된 판독현황도 스캐닝 기법은 정확도 비교 대상에서 제외하였으며, 정사투영을 이용하는 기법은 진 정사영상을 이용하는 기법과 중복되고 정확도도 낮으므로 정확도 비교대상에서는 제외하였다.

4.7 경제성 분석

판독현황도의 수치화를 위하여 적용된 기법에 따른 경제성 분석을 실시하였다. 이때 적용된 조건은 2009년 건설표준품셈을 기준으로 하였으며 노임은 2009년 측량기술자 노임단가를 적용하였다. 판독현황도의 수량은 3,160도엽이다. 지형비율은 시가지 75%, 산지 25%, 기계경비는 (작업일수×100)으로 적용한다. 단, 서울시에서 보유하고 있는 1:1,000 수치지형도 비용과 항공사진 비용은 산출에는 포함하지 않았다. 비용 산출 결과는 표 5에 나타나 있다.

표 5에 나타난 바와 같이 정사영상을 이용하는 경우나 LiDAR 자료를 이용하는 경우에 있어서는 영상을 처리하거나 자료를 분류하는 등의 전처리 작업에 많은 비용이 소요되는 것으로 나타났다.

이러한 제작 기법에 대한 연구를 통하여 얻어진 결과는 수치지도의 갱신이나 종류가 다른 지도간의 통합, 자료 보완 등을 위한 구축작업에 있어서도 효율적으로 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 인쇄된 형태로 존재하는 판독현황도를 수치화하여 도면의 정확성 및 업무의 효율성을 높이기 위한 연구로서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 연구에 적용된 수치화 방법을 비교한 결과 수치 수정도화 방식에 의한 수치 도면 제작 결과가 가장 높은 정확도를 나타내었다.

2. 비용분석을 실한 결과에 있어서도 정사영상제작이나 LiDAR의 자료를 처리하는데 소요되는 비용이나 투입인력에 비하여 수치 수정도화를 실시한 경우가 가장 경제적인 수치화 작업이 가능하였다.

3. 종합적으로 분석할 경우 수정도화 방식에 의한 판독현황도의 제작이 정확도 측면과 경제성 측면을 모두 만족하는 것으로 판명되었으며, 3차원 영상 취득 방식 등 영상 정보의 다양한 취득이 가능할 경우 등에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

4. 본 연구에서 비교분석한 결과는 수치지도의 갱신이나 주제도 등의 지도 통합, 자료 보완 등을 위한 작업에 있어서도 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 건설교통부, 개발제한구역관리규정, 2000.
2. 김원대, 도시계획정보 관리를 위한 항공사진 운영 시스템 개발, 인하공업전문대학 논문집, 2006.
3. 김원대, 실무사진측량, 구미서관, 2005.
4. 서울특별시, 신기술 적용을 통한 판독업무 고도화 방안 연구, 연구보고서, 2009.
5. 서울특별시, 항공사진판독정리지침, 서울특별시청, 2009.
6. 유복모, 사진측량학개론, 사이텍미디어, 2002.
7. 유복모, 사진측정학, 문운당, 1996
8. 유복모, 지형공간정보론, 동명사, 2001.
9. 이석균, 항공라이다자료를 이용한 건물경계 추출에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 2008.
10. 토니셴크, 유복모, 현대수치사진측량, 피터슨 에듀케이션 코리아, 2003.
11. 함창학, 김원대, 정사투영영상을 활용한 도로시설 정보 추출, 한국측량학회지 제19권 3호, 2001.
12. Wolf, P., Dewitt, B., Elements of Photogrammetry 3rd ed., McGraw Hill, 2000.

표 5. 경제성 분석

품 종	총계	노무비		경비	
		단가	금액	단가	금액
정사영상 수치화	3,127,696,324		2,915,423,161		212,273,163
라이다촬영		571,582	346,092,901	291,704	176,626,772
정사영상제작		2,030,251	1,229,316,980	25,834	15,642,487
백터편집		2,213,069	1,340,013,280		20,003,904
LiDAR 자료 이용	525,613,963		348,965,393		176,648,570
라이다 촬영		571,582	346,092,901	291,704	176,626,772
건축물 외곽선추출		4,744	2,872,492	36	21,798
수정도화	442,196,650	702,856	425,579,308	27,444	16,617,342