

수치정사사진을 이용한 지적불부합지 조사 방법의 개선 An Improvement of Cadastral Non-coincidence Surveying Method using Digital Orthophoto

홍성언*

Hong, Sung Eon

要 旨

본 연구에서는 기존 수치정사사진을 이용한 지적불부합지 조사에 있어 육안판독 수준의 문제를 개선하고자 기존 조사 방법보다 신속하고 객관적으로 불부합지를 조사할 수 있는 새로운 방법론을 제시하고자 하였다. 이를 위해 적용 가능한 방법론을 탐색하고 적용 방법을 정립하였다. 이렇게 정립된 방법론을 이용하여 프로토타입 시스템을 구현하였다. 그리고 실제 실험지역 적용을 통하여 방법론의 적용 가능성을 제시하고자 하였다. 연구 성과로는 기존 조사 방법보다 객관적이고 효율적으로 조사할 수 있는 point-correspondence 기반의 불부합지 조사 방법을 제시하였다. 정확도 측면의 타당성을 제시하고자 동일한 지역을 대상으로 기존 조사 기법과 비교한 결과 정확도 면에서 많은 차이를 보이지 않아 방법론의 적용 가능성을 제시할 수 있었다.

핵심용어 : 지적불부합, 수치정사사진, 프로토타입 시스템, point-correspondence

Abstract

This study shows that new methodology improved the problem of unaided eye test level with the digital orthophoto technique can survey more objectively and efficiently any cadastral non-coincidence than existing prior methodologies. For applying to it, we explore eligible other methodologies, and then build up the application strategy of them. New prototype system is implemented with it. Also, we say the availability of new methodology by applying to study area. As a result, we suggest cadastral non-coincidence surveying method based on point-correspondence more objective and more efficient. As a result of comparing with old method and new on same study area for making adequacy, they hardly ever has the difference of accuracy. Constantly, cadastral non-coincidence surveying method based on point-correspondence is acceptable way on the cadastral survey.

Keywords : Cadastral Non-coincidence, Digital Orthophoto, Prototype system, Point-correspondence

1. 서 론

지적제도가 창설된 이후 지적행정의 수행과정에서 다양한 원인으로 발생한 지적불부합지를 해결하기 위해 현행법령의 규정아래 많은 노력을 경주하고 있으나, 극히 소수의 대상필지에 대한 오류사항을 정리하고 있다. 때문에 현재까지도 지적불부합으로 인한 지적오류사항은 누적되거나 과생되어 국가토지행정의 발전과 국민의 재산권행사에 중대한 문제점이 되고 있다(행정자치부, 2003a). 현재 국가적으로 많은 예산을 들여 지적도면 전산화 사업을 완료 하였으나 현황과 지적도, 지적도 상호간(도엽간)의 불부합 문제로 인하여 지적측량이나 지적행정은

물론 일반 도시계획 업무 등에서 지적도가 다양하게 활용되지 못하고 있다. 이로 인하여 축척 1:1,000 수치지형도를 기준으로 지적도를 편집한 편집지적도를 추가로 제작·활용하고 있으나 이 역시도 지적도와 연계되지 못하고 막대한 국가 예산을 낭비하고 있는 실정이다(서울시 정개발연구원, 1997). 또한 KLIS(Korea Land Information System)에서 이용되고 있는 지적도면 역시 지적불부합지의 정리 없이 단순히 지적도 상호간을 강제 접합하여 연속지적도로 제작한 도형정보이기 때문에 정보의 공동 활용에 한계성이 있을 수 있다.

우리나라는 신속한 정보화 사회로 전이되면서 토지정보가 국가행정이나 사회전반에 더욱 큰 위치로 부각되었

2006년 3월 6일 접수, 2006년 5월 9일 채택

* 정희원·청주대학교 복지토지정보학부 지적학과 전임강사 (hongsu2005@cju.ac.kr)

으며, 사회 각 분야가 토지정보나 지리정보를 기반으로 신속히 발전되면서 토지정보의 정확성이 절실히 요구되고 있다. 따라서 지적분야도 지적불부합지를 신속하고 효율적으로 조사하고 정리할 수 있는 방법을 다각적으로 모색하는 것이 필요하다.

그간 지적불부합지를 해결하기 위한 많은 연구가 진행되고 있으나 기존 연구들은 주로 소규모 지역을 대상으로 하여 현지 측량 방식으로 지적불부합지의 조사나 해결 방안을 제시하고 있어 전국에 산재한 불부합지를 신속하게 조사·파악하기에는 무리가 있다(대한지적공사, 2002; 행정자치부, 2003a; 강태석 등, 2003). 보다 발전적으로 전산데이터인 수치정사사진(digital orthophoto)을 이용하여 광범위한 지역에 대해 신속하고 효율적으로 조사하고자 하는 연구가 있었다(강태석 등, 2001; 행정자치부, 2003b). 그런데 이러한 연구의 경우 자동화된 방법이 아닌 육안 판독을 통한 지적도 도곽 부분의 불부합 문제 해결이나 지적도와 수치정사사진을 중첩분석하여 불부합지 조사 방안을 제시하고 있어 객관성과 효율성 측면에서 문제점이 있을 수 있다.

본 연구에서는 기존 수치정사사진을 이용한 지적불부합지 조사에 있어 육안판독 수준의 문제를 개선하고자 기존 조사 방법보다 신속하고 객관적으로 불부합지를 조사할 수 있는 새로운 방법론을 제시하고자 한다. 이를 위해 적용 가능한 방법론을 탐색하고 적용 방법을 정립하였다. 이렇게 정립된 방법론을 이용하여 프로토타입 시스템을 구현하였다. 그리고 실제 실험지역 적용을 통하여 방법론의 적용 가능성을 제시하고자 하였다.

2. 지적불부합지 이론

2.1 지적불부합지의 개념 및 발생원인

지적불부합지는 광의적으로 보면 실지와 지적공부상의 지번, 지목, 면적, 소유권, 경계, 위치 등의 내용이 서로 맞지 않는 것으로 표현할 수 있다. 즉, 토지대장과 등기부가 일치하지 않거나 토지대장 및 지적도에 등록된 내용과 현지의 지목이나 소유자가 다르다 해도 지적불부합지라고 할 수 있다. 협의적으로는 지적도에 등록된 경계와 실지의 경계가 서로 맞지 않는 것으로 정의할 수 있다(이성화, 2001). 연구에서는 지적불부합지의 협의적 개념이라고 할 수 있는 경계불부합을 대상으로 하였다.

지적불부합지의 발생원인은 제도적 모순이나 운영상의 문제는 물론 측량기술상 어려움 등 여러 가지 측면에서 분석될 수 있다. 토지조사사업 이후 경제발전 따라 토지가 세분화되고 토지개발 및 이용이 다양화됨에 따라 많은 이동지 정리를 수행하면서 누적되는 오류도 적지 않았다. 최근에는 오류의 악순환이 진행되어 더욱 사회

문제화 되고 있다. 토지조사사업 당시에 매설해 놓은 측량기준점들은 통일성이 결여되었을 뿐 아니라 시간의 흐름에 따라 유지보수가 어려워지고 있으며, 더욱이 6.25동란과 토지효용의 증대에 따른 급속한 개발 등으로 더욱 많은 측량표가 망실 내지 이동되고 그를 기초로 하여 시행하는 지적측량의 성과는 날이 갈수록 저하될 수밖에 없게 되었다(대한지적공사, 2002). 이렇듯 불부합지를 발생시키는 여러 이유가 있으나 궁극적으로는 우리나라의 지적이 도해 지적도면을 기반으로 하고 있기 때문에 많은 불부합지가 발생된다고 볼 수 있다.

2.2 지적불부합지의 유형

상기와 같은 여러 원인에 의하여 발생한 지적불부합지는 다양한 형태로 나타나고 있다. 대표적인 유형으로 중복형, 공백형, 편위형, 불규칙형, 위치오류형, 지형변동형 등을 들 수 있다(김행중, 1996; 이성화, 2001). 중복형은 등록 전환측량을 실시할 때 사용한 원점이 서로 다른 경우의 측량착오와 인접 동·리의 측량시 경계선 부근에 이미 등록된 다른 토지의 경계선을 대조 또는 확인하지 않아 발생하게 되는 측량상의 오류로써 1필지의 경계선이 겹쳐져 나타나는 유형이다. 공백형은 삼각점 또는 보조삼각점의 계열과 도근점의 배열이 서로 다른 경우에 등록전환 등 이동측량시의 측량오류와 국지적인 측량성과 결정으로 인한 측량 오류로서 토지의 경계선이 벌어지는 유형이다. 편위형의 경우는 대단위 지역에 대하여 현형측량방식으로 이동측량을 할 경우 측판점의 위치결정 잘못으로 인하여 발생하는 오류로서 지구단위로 경계위치가 밀리거나 치우쳐 경계선이 집단으로 밀리어 나타나는 유형이다. 불규칙형은 일부 기준점의 위치변동에 기인한 경계결정 착오로 인하여 일정한 방향으로 밀리거나 중복되지 않고 산발적으로 잘못 등록된 것으로 경계선이 불규칙하게 밀리거나 틀어져 나타나는 유형이다. 위치오류형은 임야내 독립적인 전·담 등 개간지의 측량착오로 정위치에 등록되지 않은 경우로 등록된 위치와 현지 위치가 서로 다른 나타나게 되는 유형이다. 끝으로 지형변동형은 천재지변, 재난·재해 등으로 토지형상이 변동되어 경계가 보존되지 못하고 있는 경우로 등록당시와 현재의 이용상황이 다른 사례로서 경계선이 지형의 변동으로 변위된 형상으로 나타나는 유형이다.

3. 수치정사사진을 이용한 불부합지 조사 방법

3.1 적용 방법론

현재 현황을 참조할 수 있는 데이터로 수치정사사진을 이용하여 지적불부합지를 조사하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 수치정사사진은 수 cm의 오차 수준으로 제작

이 가능하기 때문에 지적도 전산화 데이터와 중첩분석(overlay analysis) 등을 통하여 불부합지를 조사하고 있다(행정자치부, 2003b). 물론 고해상도 위성영상과 같은 데이터도 고려할 수 있으나 현재로서는 1m 정도의 위치 정확도가 확보되므로 높은 정확도를 요하는 지적분야에 적용하기에는 무리가 있다. 그러나 위성영상 기술의 발전 추세를 고려할 경우, 향후 1m 보다 더욱 정확한 위성 영상이 제공될 것이므로 이에 대한 이용 가능성도 있다.

수치정사사진을 이용하여 자동화된 기법으로 불부합지를 조사하기 위해서는 벡터 형태의 공간 데이터를 추출하여야 한다. 즉, 래스터 형태의 수치정사영상과 지적도 전산화 데이터를 직접 이용하여 자동화하기에는 데이터 형태가 달라 현재로서는 많은 어려움이 있다. 정사사진에서 자동으로 추출할 수 있는 정보는 건물 모서리 부분과 도로 경계선 및 중심선 등이 대표적이다. 이러한 정보의 자동 추출의 경우 현재 많은 연구가 진행되고 있으나 추출물에 한계가 있어 적용에 한계가 있다.

따라서 수치정사사진을 이용한 불부합지 조사에 관하여 현재 주로 진행되고 있는 연구의 대부분이 수치정사사진을 제작한 후 여기에 지적도 전산화 데이터를 중첩 분석하여 불부합지를 조사하는 것이다. 이러한 연구들 역시 필지 단위로 조사하기는 불가능하고 단지 대표적인 표본점을 선정하고 이에 매칭되는 지적도의 위치 값과 비교를 통하여 대상 지역의 개략적인 불부합 수준을 측정하거나 아니면 육안 판독을 통하여 불부합 지역을 분석하는 정도의 연구가 진행되고 있다. 또한 가구계 단위로 지적도를 분할하여 불부합 수준을 분석하고 있다(박병욱 등, 1999; 강태석 등, 2001; 행정자치부, 2003b).

따라서 수치정사사진으로 불부합지를 객관적으로 조사하기 위해서는 반자동 방식으로 조사가 요구된다. 즉, 지적 건물현황 측량 도면만 존재 한다면 그림 1과 같이 노드(node)를 직접 추출한 후 이에 매칭되는 지적 건물현

황 측량 도면을 이용하여 건물 edge(모서리) 부분의 노드를 추출하여 상호 비교할 경우 지역별 지적불부합지 정도를 측정·조사할 수 있다.

연구에서는 수치정사사진을 이용하여 지적불부합지를 조사하기 위해 두 매칭점을 자동으로 조사 비교할 수 있는 point-correspondence 방법을 이용하여 보고자 하였다. Point-correspondence 방법은 두 도면 즉, 기준데이터와 측정데이터 간의 노드 또는 버텍스(vertex)와 같이 매칭되는 포인트들을 추출(확인)한 후 편위 벡터를 산출하여 위치 정확도를 측정하는 방식이다(Tveite and Langaas, 1999).

구체적으로 이 기법은 기준 데이터와 측정데이터 사이에 대응하는 포인트들을 가지고 두 점들 간의 기하학적 정확도를 직접 계산하는 방식이다. 위치 정확도는 식(1)과 같이 독립된 점으로 표현된 측정 데이터의 포인트와 이와 대응되는 기하학적 정확도가 더 높은(혹은 알고 있는) 기준 데이터에서 매칭되는 점간의 편차 벡터(e)로 산출하여 측정할 수 있다.

$$e = P_x - P_Q = (P_{x_x} - P_{Q_x}, P_{x_y} - P_{Q_y}, P_{x_z} - P_{Q_z}) \text{ for 3D space}$$

$$|e| = \sqrt{e_x^2 + e_y^2 + e_z^2} \quad (1)$$

여기서, P_x, P_Q는 두 자료들 간에 서로 대응되는 포인트(node)

이 측정 방식은 상대적으로 비교되는 데이터 간의 측정 값들이 아무런 공간 편차를 가지고 있지 않을 때 가장 정확하게 위치 정확도를 구할 수 있다. 평균 오차 벡터(공간 편차)는 식 (2)와 같이 구할 수 있다.

$$\bar{e} = \overline{P_x - P_Q} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{x_i} - P_{Q_i}) \quad (2)$$

여기서, P_{xi}, P_{Qi}는 두 자료들 간에 서로 대응되는 점

만일, 두 도면간의 위치 오차가 없다면 e = 0이 될 것이고, 오차(e)의 표준편차와 분산(σ²)은 다음과 같은 간단한 식으로 구할 수 있다.

$$var(e) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N e_i^2 \quad (3)$$

$$SD(e) = + \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N e_i^2} \quad (4)$$

이 기법으로 위치 정확도를 측정하기 위한 핵심적인 문제는 어떠한 방식으로 두 도면간의 노드를 추출할 수 있는가에 있다. 가장 간단하게는 자동화 방식을 이용하지 않고 수동으로 두 도면간의 대응되는 포인트만을 추출하여 비교



그림 1. 수치정사사진에서 건물 edge point 추출

할 수 있고 아니면 기존 포인트들 중에서 중간의 벡터들을 삭제하고 노드만을 추출하여 정확도를 측정할 수 있다.

또는 다음에서 기술하는 방식과 같이 임의의 node를 생성하여 측정하는 방식을 고려할 수 있다(Yoshiaki Kagawa et al., 1999). 도면 간의 노드 생성을 통한 위치 정확도 측정 방식은 그림 2와 같이 정확도 측정을 위해 기존의 노드(measurement point)를 이용하는 것이 아니고 측정 라인을 따르는 일정간격의 “virtual point”(그림 우측의 사각형 표시 : measurement points at regular interval)를 생성하고, 이 지점에서 가장 근접된 거리에 있는 기준 도면의 라인에 다시 대응 포인트(correspondence point : virtual point)를 생성한다. 그리고 난 후에 대응 포인트 간의 편차 벡터 산출을 통하여 위치 정확도를 측정하게 된다.

3.2 수치정사사진 적용 방법

Point-correspondence 방법은 두 도면간의 상호 대응되는 포인트 즉 노드를 추출 비교하여 위치 정확도를 측정하는 기법이다. 따라서 두 도면간의 노드의 정확한 추출이 측정에 가장 중요한 요소이다. 즉, 두 원시 데이터에서 서로 대응되는 노드를 정확하게 추출하여야 정확한 위치 정확도 측정이 가능하다.

이 방법을 불부합 측정에 이용하기 위해서는 지적도와 현황 참조 데이터에서 공통적인 객체의 추출은 물론 벡터 데이터 중간에 존재하는 벡터를 삭제하기 위한 일반화 과정이 별도로 요구된다. 아니면 상기에서 고찰한 측정을 위한 새로운 노드(virtual point)를 생성하여야 한다. 전자의 경우, 기존의 포인트를 그대로 둔 상태에서 node 만을 남겨 측정하는 경우는 중간 벡터를 임의로 삭제하게 되는 일반화 과정이 요구된다. 그러나 일반화 과정을 자동으로 수행할 경우 현재로서는 완벽한 노드 추출에 한계성이 있어 자동으로 지적불부합지를 조사하기에는 한계성이 있다고 본다. 후자의 방법 즉, 측정에 필요한 가상의 포인트 즉, virtual point를 생성하는 방식은 일정 간격으로 가상의

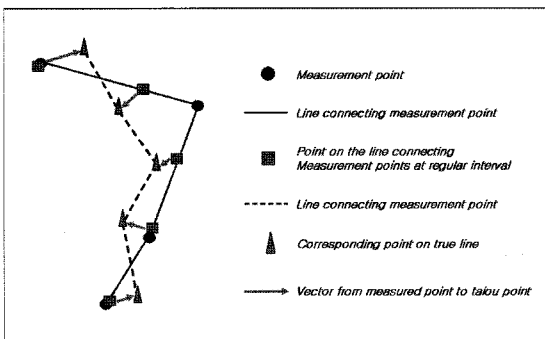


그림 2. 노드 생성을 통한 위치 정확도 측정 기법

포인트를 생성하여야 하는 과정이 요구되므로 대규모 지역을 가정할 경우 연산 시간이 과다 소요되고 가상 포인트의 간격에 따라 정확도 측정의 정밀도가 좌우되므로 정확하고 객관적으로 이 간격을 정의하기에 한계성이 있다. 따라서 이 방식은 라인 객체의 데이터에 직접 적용하기에는 무리가 있기 때문에 어느 정도 응용을 통한 적용이 요구된다. 즉, 대상 지역에 대하여 정확도를 측정할 경우, 반자동화된 방식으로 매칭 포인트를 직접 추출하여 적용한다면 위치 정확도를 측정할 수 있다. 이렇게 반자동화된 방식의 적용은 래스터 형태의 수치정사사진과 같이 자동으로 벡터 라인이나 폴리곤 또는 포인트의 추출이 한계가 있는 데이터에 효율적으로 적용할 수 있을 것이다. 연구에서 역시 높은 정확도가 요구되는 지적과 정확한 지적불부합지 추출을 위해 반자동 방식으로 접근을 시도하였다.

4. 불부합지 조사 모형 설계와 프로토타입 시스템 구현

4.1 조사 모형 설계

연구에서는 수치정사사진을 이용하여 지적불부합지를 조사하고자 그림 3과 같이 조사 모형을 설계하였다. 모형 설계의 핵심은 두 데이터(지적/현황)간 상호 매칭되는 포인트를 정확하게 추출하는 것이다. 그러나 지적도면은 필지 단위로 작성되어 있기 때문에 이와 매칭되는 수치정사사진에서 동일한 매칭 포인트를 찾기가 어렵다. 이러한 문제에 대한 해결책으로 지적을 나타내는 정보로 지적 건물현황 측량도면을 이용하였다. 이 도면은 건물의 현황을 측량한 도면으로 이를 이용한다면 수치정사사진에서 매칭 포인트를 찾을 수 있다.

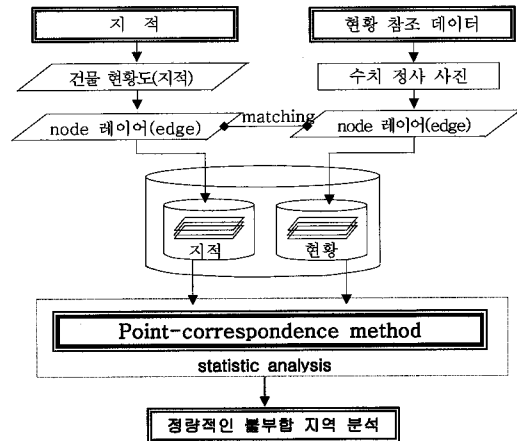


그림 3. 수치정사사진을 이용한 지적불부합지 조사 모형

이렇게 지적 현황측량 도면과 수치정사사진에서 상호 매칭되는 점을 포인트 형태로 추출하고 이를 공간데이터 베이스에 저장한다. 그리고 여기에 point-correspondence 방법을 적용하여 불부합 정도를 측정한다. 이러한 과정을 거치면 지역별 불부합 수준의 측정이 가능하다.

그런데 지적 건물현황 측량 도면은 전국적으로 구축되어 있지 않아 방법론 적용을 위한 효율성 저하의 우려가 있을 수 있다. 그러나 현재 건물의 지상경계 침범 문제 해결을 위해 건물현황 측량이 증가하고 있는 추세이기 때문에 앞으로 활용할 수 있는 데이터는 많아 질 것으로 본다.

4.2 프로토타입 시스템의 구현

연구에서는 현황 참조 데이터로 수치정사사진을 이용하였고, 불부합 측정을 위한 기법으로 point-correspondence

방법을 이용하였다. 기법을 구현하고 적용하기 위해서는 먼저 수치정사사진과 지적 현황측량 도면에서 상호 매칭 되는 노드를 추출하여 레이어 형태로 구축하여야 한다.

개략적인 알고리즘은 먼저, 수치정사사진 상의 건물 edge point와 지적도의 건물 edge point를 추출하여, 수치정사사진 상의 건물 edge point를 기준으로 가장 가까운 위치에 있는 지적도 건물 edge point를 검색하고, 이를 매칭 포인트로 추출한 후 거리를 산출한다. 구체적인 구현 과정은 다음과 같다.

- Step 1. 수치정사사진과 지적도의 건물 edge point를 추출구축한다(그림 4).
- Step 2. 추출된 수치정사사진의 edge point를 기준으로 가장 가까운 위치에 있는 지적도의 edge point를

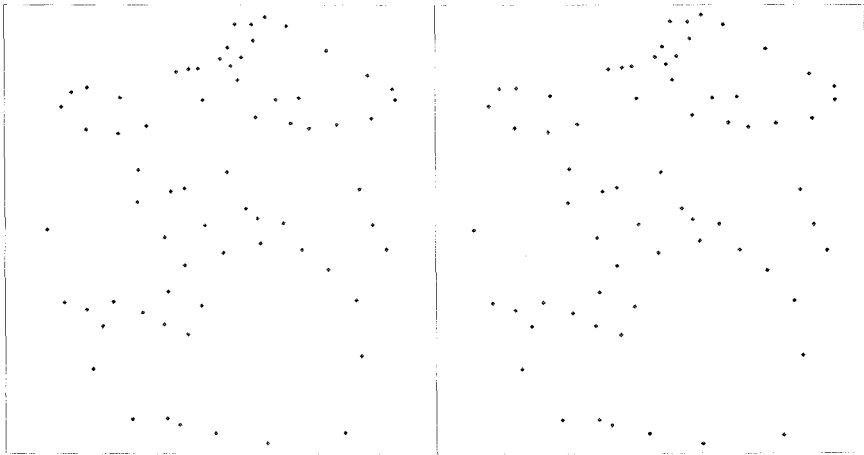


그림 4. 수치정사사진 건물 edge point(좌)와 지적도 건물 edge point(우)

```

for iteration
  read Cadastral map(layer : point) Digital orthophoto(layer : point)
  do
    { insert unique id each of Building edge point based on cadastral map }
    { insert unique id each of Building edge point based on digital orthophoto }
  while (number of edge point)
  do
    { extract edge point <x y> coordinate between two layers }
  while (number of edge point)
  calculate distance each of extracted edge point <x y> between two layers
  search the shortest distance based on digital orthophoto(layer)
  calculate statistics (RMSE)
  print statistics
  increment iteration
    
```

그림 5. point-correspondence 방법의 구현 pseudo code



그림 6. 인천시 부평 청천지구의 수치정사사진

탐색한다.

Step 3. 탐색된 edge point들의 <X, Y> 편위 및 전체적인 <X, Y> 편위의 RMSE를 계산한다.

알고리즘의 pseudo code는 그림 5와 같다.

5. 실험 및 분석

5.1 연구지역 선정과 이용 데이터

연구 방법론의 실험을 위해 실험 대상지역으로 인천시 부평 청천 지구를 선정하였다. 이 지역의 경우, 현재 실측이나 수치정사사진 등 다양한 방법을 이용하여 불부합지 조사가 이루어지고 있는 지역이다. 따라서 현재 지적불부합지 조사가 이루어지고 있는 지역을 선정함으로써, 본 연구성과와 기 연구성과와의 정확한 비교가 이루어질 수 있을 것이다. 연구에서 이용한 데이터 역시, 기존 연구성과와 정확한 비교를 위해 기존 수치정사사진을 이용한 지적불부합지 조사 연구에서 이용하였던 동일 데이터(수치정사사진 및 지적 건축현황 측량 결과도)를 이용하였다(행정자치부, 2003a; 행정자치부, 2003b).

연구에 이용된 수치정사사진은 인천시 부평구 청천지구를 대상으로한 불부합지 조사 연구의 일환으로 2003년 한진정보통신에서 제작한 자료이다. 수치정사사진 제작을 위한 항공사진 촬영은 GPS/INS가 장착된 항공기가 이용되었으며, 칼라항공사진으로 촬영이 이루어졌다. 촬영축척은 1:5,000 이었다. DEM은 1:1,000 수치지형도에서 등고선 자료를 추출하여 제작하였다. 제작된 수치정사사진의 정확도는 RMSE가 X=0.081m, Y=0.101m(수치정사사

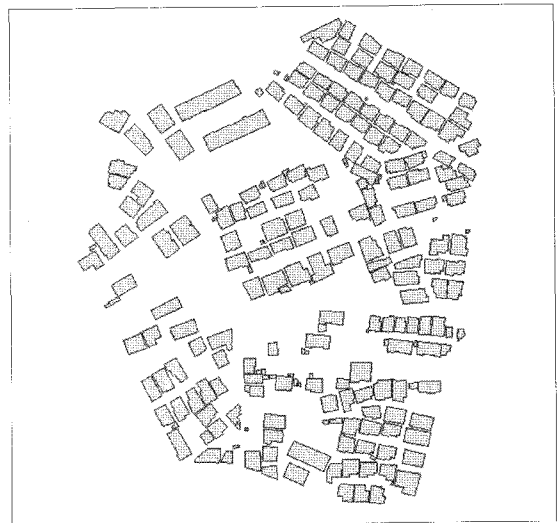


그림 7. 인천시 부평 청천지구의 지적 건물현황 측량 결과도

진에서 독취한 좌표값과 현황의 좌표값 비교)로 매우 높은 정확도로 제작되었다. 지적 건물현황 측량 결과도는 2002년 지적불부합지 조사를 위한 연구의 일환으로서 지적측량 방법으로 제작된 정밀한 수치도면이다. 측량 장비는 토탈스테이션을 이용하였고, 건물의 지붕이 아닌 건물 아래 모서리 부분을 경계를 기준으로하여 지적측량 방법에 의하여 작성되었다. 따라서 수치정사사진에서 추출이 어려운 필지 정보 대신 이러한 지적 건물현황 측량 결과도를 이용하여 상호 대응되는 건물의 edge를 비교함으로써 효율적인 불부합지 조사가 가능하다. 그림 6은 연구지

역의 수치정사사진을 나타낸 것이고 그림 7은 동일 지역의 지적 현황측량 측량 결과도를 나타낸 것이다.

5.2 데이터 구축

수치정사사진을 이용하여 불부합지를 조사하기 위해 연구에서는 point-correspondence 방법을 이용하였다. 그런데 이 기법은 상기에서도 고찰하였듯이 자동화된 방식으로 노드 형태의 포인트를 추출하기 한계가 있으므로 연구에서는 수치정사사진에서 판독이 가능한 건물의 edge 포인트와 이와 대응되는 매칭 포인트를 지적 현황측량 도면에서 추출하였다.

지적측량 방식은 건물의 상단(지붕)을 측량하는 것이 아니라 건물의 밑부분을 측량하여 성과도를 작성한다.

따라서 수치정사사진과 지적도와의 매칭 포인트를 추출하기 위해서는 그림 8과 같이 수치정사사진에서 건물의 상단 부분이 아닌 건물의 밑 부분을 추출하여야 한다. 이런 제약사항으로 인하여 건물의 모든 edge 포인트에 대하여 추출·구축하는 것은 어렵다. 때문에 건물의 하단 부분의 판독이 가능한 점만을 대상으로 하여 포인트 형태의 레이어로 구축하였다. 그림 8은 수치정사사진에서 노드 형태로 추출한 지점을 나타내고 있으며, 연구에서는 총 69점을 추출하여 구축하였다.

수치정사사진에서 노드를 추출하여 포인트 형태의 커버리지(coverage)로 데이터를 구축하고 이와 매칭되는 지점의 지적 포인트를 지적 현황측량 도면에서 추출·구축하였다. 그림 9는 지적 현황측량 도면에서 추출한 수치정사사

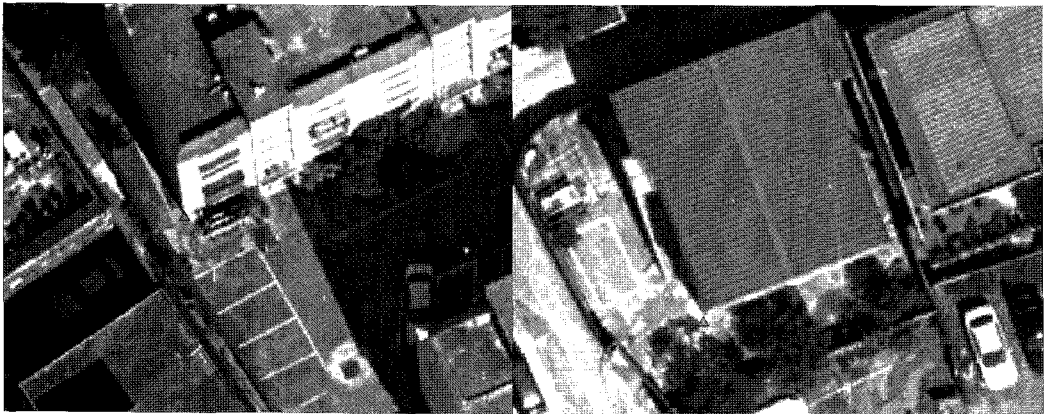


그림 8. 수치정사사진에서 매칭 node(point) 추출

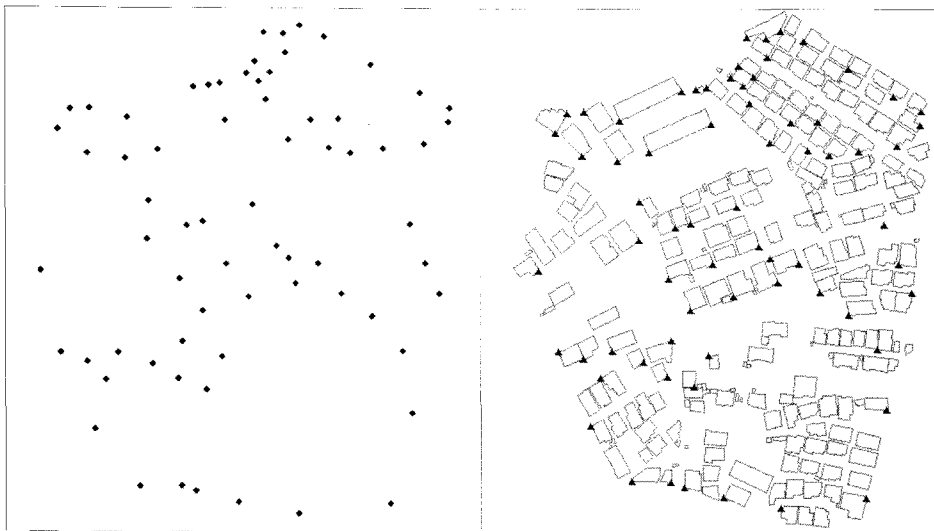


그림 9. 지적 현황측량 도면에서 추출한 노드 데이터(coverage)

진과 매칭되는 포인트 형태의 레이어를 나타낸 것이다.

포인트는 총 69점이었다. 이를 분석해 보면, 이 지역은 X좌표의 RMSE가 0.948m, Y좌표의 RMSE가 1.040m로 나타났다, 연결오차의 RMSE는 1.407m로 나타났다.

5.3 결과분석

표 1은 수치정사사진을 이용하여 인천시 부평구 청천지구의 불부합 정도를 조사한 결과이다. 조사에 이용된 대응

우리나라의 경우 아직까지 지적불부합지를 판정하기 위한 구체적이고 수치화된 기준은 없다. 다만, 일부 기존

표 1. 수치정사사진에 의한 지적불부합지 조사 결과 (단위 : m)

매칭 ID	X좌표 차	Y좌표 차	노드점간의 거리(m)	매칭 ID	X좌표 차	Y좌표 차	노드점간의 거리(m)
1	-0.391	-0.617	0.730	36	-1.161	-0.350	1.213
2	-0.421	-0.919	1.011	37	-0.749	-1.130	1.356
3	-0.491	-1.671	1.742	38	-0.745	-1.202	1.414
4	-0.381	-1.065	1.131	39	-0.689	-0.854	1.097
5	-0.861	-1.588	1.806	40	-1.221	-1.372	1.837
6	-0.789	-1.210	1.445	41	-0.581	-1.636	1.736
7	-0.666	-0.942	1.154	42	-0.783	-1.591	1.773
8	-2.745	-2.482	3.701	43	-0.723	-1.791	1.931
9	-1.313	-1.686	2.137	44	-0.276	-0.580	0.642
10	-1.070	-1.682	1.993	45	-0.521	-0.779	0.937
11	-0.629	-1.329	1.470	46	-0.560	-0.480	0.738
12	-0.717	-1.075	1.292	47	-0.503	-0.588	0.774
13	-0.537	-1.298	1.405	48	-0.660	-0.859	1.083
14	-0.952	-1.854	2.084	49	-0.771	-0.399	0.868
15	-0.406	-0.720	0.827	50	-0.643	-0.633	0.902
16	-0.554	-1.208	1.329	51	-1.510	-0.588	1.620
17	-0.849	-0.616	1.049	52	-1.350	-0.102	1.354
18	-0.558	-0.606	0.824	53	-0.586	-0.335	0.675
19	-0.336	-0.446	0.558	54	-0.387	-0.028	0.388
20	-0.624	0.258	0.675	55	-0.172	-0.326	0.369
21	-0.561	-1.020	1.164	56	-0.724	-0.951	1.195
22	0.004	-2.566	2.566	57	-0.457	0.217	0.506
23	-0.462	-0.667	0.811	58	-0.485	0.211	0.529
24	-1.073	-1.169	1.587	59	-0.860	0.635	1.069
25	-0.743	-0.577	0.941	60	-0.971	0.384	1.044
26	-0.522	-0.514	0.733	61	-0.817	1.291	1.528
27	-1.193	-1.175	1.674	62	-0.803	0.640	1.027
28	-0.757	-0.631	0.985	63	-0.724	-0.198	0.751
29	-0.789	-0.197	0.813	64	-0.866	-0.208	0.891
30	1.229	1.042	1.611	65	-0.763	-0.340	0.835
31	-1.423	-1.194	1.858	66	-2.130	-0.488	2.185
32	-1.266	-1.110	1.684	67	-0.400	1.045	1.119
33	-0.916	-0.409	1.003	68	-1.246	0.646	1.404
34	-1.133	-0.918	1.458	69	-1.799	0.185	1.808
35	-1.875	-1.069	2.158	RMSE	0.948	1.040	1.407

* (+), (-) 오차량은 수치정사사진에서 추출한 노드 좌표값과 매칭되는 지적 건물현황 측량 도면의 포인트 좌표값과의 차이임

연구에서 이에 대한 기준을 제시하고 있을 뿐이다. 따라서 연구에서는 방법론으로 조사된 결과를 기존 연구에서 제시하고 있는 지적불부합지 기준을 적용하여 분석해 보고자 한다.

기존 연구에서는 지적측량의 이론적 오차 수준과 국의(일본)의 공차 수준, 여기에 지적불부합지의 정의 등을 고려하여 축척 1:1,200 도해지역에서의 지적불부합지 판정 기준을 50cm로 제시하고 있다(행정자치부, 2003a). 이 기준을 적용하여 볼 경우 실험 대상지역은 50cm를 초과하게 되어 불부합 대상지역으로 판정할 수 있다. 이러한 결과는 실제 기존 연구의 조사 결과(실측 및 수치정사사진)와 동일한 조사 성과이다.

5.4 방법론의 적용 가능성 분석

연구 조사 기법의 적용 가능성을 제시하고자 기존 실측으로 조사된 성과 및 수치정사사진으로 조사된 성과를 본 연구의 조사 성과와 비교·분석하였다. 표 2는 기존 연구 결과와 연구 조사 결과와의 RMSE를 비교·분석한 것이다. 먼저 기존 실측 조사 결과와 비교하여 보면, 기존 실측 조사 결과는 X좌표가 0.925m, Y좌표가 1.156m 정도의 편위를 나타내는 것으로 조사되었고, 본 연구의 방법론으로 조사한 결과가 X좌표가 0.948m, Y좌표가 1.040m로 나타났다. 결과적으로 실측조사 성과와 비교하여도 조사 결과의 차이는 대략 0.10m 정도로 많은 차이를 보이지 않아 방법론의 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

그리고 수치정사사진으로 조사된 성과를 비교하여 보면, 기존 연구의 경우, 포인트 형태로 가구계의 노드(필지경계점)를 추출하여 X, Y좌표 오차를 분석한 것이 아니고 가구계를 기준으로 하여 편위오차에 대한 개략적인 조사가 이루어졌다. 이러한 기존 연구 성과에서는 불부합 정도가 대략 1.774m로 조사되었다. 이 성과를 연구의 성과와 비교해 보면 대략 0.2~0.3m 정도의 차이를 보이지만 연구에서는 건물 edge 포인트를 직접 추출하여 오

차량을 산출하였고, 기존 연구성과의 경우는 가구계의 개략적인 편위 오차량을 육안 조사로 계산한 성과이므로 절대적인 비교 기준으로 보기에는 한계성이 있다.

6. 결 론

본 연구에서는 현재 수치정사사진을 이용한 지적불부합지 조사에 흔히 연구되고 있는 육안 판독 방식을 개선하여 반자동 방식을 도입함으로써 기존 방식보다 보다 신속하고 객관적으로 지적불부합지를 조사하고자 하였다.

이를 위해 방법론으로 point-correspondence 방법을 선정하고, 알고리즘을 설계 후 프로토타입 시스템을 구현하였다. 그리고 이를 실제 대상지역을 선정하고 적용하여본 결과 현황과 지적의 불일치 정도의 경우, X좌표의 RMSE가 0.948m, Y좌표의 RMSE가 1.040m로 나타났고, 연결오차의 RMSE는 1.407m로 나타났다. 이 결과에 50cm라는 지적불부합지 판정 기준을 적용하여 본 결과 불부합 대상지역임을 알 수 있었다. 연구에서 제안하는 방법의 적용 가능성을 제시하고자 기존 실측으로 조사된 성과와 비교·분석한 결과 차이는 대략 0.10m 정도로 많은 차이를 보이지 않아 방법론의 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

우리나라의 경우 전 국토에 걸쳐 상당량의 불부합 지역이 존재한다. 이를 효율적으로 정리하기 위해서는 먼저 사전에 전국적인 불부합지 분포량에 대한 정확한 파악이 필요하다. 기존 실측이나 육안판독을 이용한 방법은 소규모 지역을 대상으로는 효율적으로 조사할 수 있으나 광역적으로 불부합지를 조사하기에는 무리가 있다. 따라서 다양한 GIS관련 데이터를 이용하여 자동화된 기법으로 전국적인 지적불부합지를 조사·파악한 후에 불부합지 대상지역을 선정하고, 선정된 지역에 대해서는 정확한 실측방식을 이용하여 불부합지를 정리하는 방법이 효율적일 것으로 판단된다.

표 2. 기존 조사 결과와의 비교

(단위 : m)

구 분		RMSE		비 고
본 연구	point-correspondence	X = 0.948	1.407	수치정사사진
		Y = 1.040		
기존연구	실측 조사 결과	X = 0.925	1.481	절대위치불부합 (도곽편위 오차)
		Y = 1.156		
	수치정사사진 조사 결과	-	≈1.774	육안 조사에 의한 개략적인 RMSE

* 기존연구의 실측조사 성과는 행정자치부(2003a)의 연구 성과이며, 기존연구에서 수치정사사진 조사 결과는 행정자치부(2003b)의 연구 성과임.

끝으로 연구에서는 수치정사사진과 비교되는 지적데이터로 지적 건물현황 측량 결과도를 이용하였으나 아직까지 건물현황 도면의 경우 전국적으로 폭넓게 구축되어 있지 않아 효율성 측면에 문제가 있을 수 있다. 그러나 이는 지속적으로 건물현황 측량이 증가하는 추세이기 때문에 이러한 부분에 우선적으로 방법론을 적용하여 볼 수 있고, 나머지 부분에 대해서는 수치정사사진 외에 정확도가 높은 벡터데이터를 이용할 수 있는 불부합조사 방법과 연계·이용한다면 효율성을 극대화 할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 현재로서는 수치정사사진에서 모든 건물부분의 매칭포인트를 추출하기에는 어려우므로 이러한 문제점 역시 향후 연구 보완되어야 할 과제이다. 하나의 방안으로 현황을 참조할 수 있는 데이터로 상기에 서 기술했듯이 정확도가 높은 벡터 형태의 데이터를 활용할 수 있는 방법을 고안하여 연계·이용한다면 문제점의 극복이 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 강태석, 권규태, 2003, "지적불부합지의 정리를 위한 실험측량 분석 연구", *한국측량학회지*, 제21권 제3호, pp. 269-275.
2. 강태석, 박기현, 2001, "수치정사사진을 이용한 지적도 도곽접합에 관한 연구", *한국지적학회지*, 제17권 제1호, pp. 63-79.
3. 김행중, 1996, "지적불부합지의 원인과 해소방안에 관한 연구", *지역사회개발연구*, 제23권 1호, pp. 317-344.
4. 대한지적공사, 2002, 지적불부합지 현황 및 해결방안 연구, p. 11.
5. 박병욱, 김상수, 최윤수, 차영수, 1999, "지적분야에서의 수치정사사진 활용방안에 관한 연구", *한국측량학회지*, 제17권 3호, pp. 233-243.
6. 서울시정개발연구원, 1997, 서울시 지적 및 도시계획데이터의 GIS 활용 방안, pp. 63-126.
7. 이성화, 2001, "지적불부합지가 토지이용에 미치는 영향과 해소방안에 관한 연구", *부동산학연구*, 한국부동산분석학회, 제7집 2호, pp. 53-72.
8. 행정자치부, 2003a, 지적불부합지 정리를 위한 학술연구, 한국지적학회, pp. 4-11.
9. 행정자치부, 2003b, 항공사진측량기법을 이용한 지적불부합지 정리방안 연구, pp. 105-111.
10. Tveite, H., Langaas, S., 1999, "An accuracy assessment method for geographical line data sets based on buffering", *International Journal of Geographical Information Science*, Vol.13, No. 1, pp. 24-27.
11. Yoshiaki Kagawa, Yoshihide Sekimoto and Ryosuke Shibasaki, 1999, "Comparative Study of Positional Accuracy Evaluation of Line Data", *ACRS Processing*(Poster Session 4).