

지적불부합지 자동 조사 기법의 개발 및 적용*

홍성언*, 이성규*, 박수홍**

* 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 대학원

** 인하대학교 공과대학 지리정보공학과 조교수

Hong Sung-Eon, Yi Seong-kyu, Park Soo-Hong

우리나라의 지적제도 중 가장 중요한 현안 사업인 지적공부와 현지와의 불부합은 토지분쟁의 야기, 토지행정의 불신 조장, 토지과세의 불공정 초래 등 토지와 관련된 제반 분야에 많은 문제점을 발생시키고 있다. 정부에서는 이러한 지적불부합지 발생의 문제를 해결하고자 지적재조사 사업에 앞서 지적도 불부합지 정리를 우선 추진하고 있다. 현재 국가적으로는 지적도 전산화 사업이 완료되었고, NGIS 사업의 일환으로 상당량의 GIS 데이터가 구축되어 있다. 그러나 이렇게 구축된 데이터가 다양한 목적으로 활용되지 못하고 있어 이에 대한 다양한 활용이 요구되고 있다. 따라서 지적분야에서도 현지 측량 방식에 기반하여 지적불부합지를 조사하고 정리하기보다는 현재 구축되어 있는 각종 전산화 데이터를 최대한 활용하여 지적불부합지를 조사할 수 있는 새로운 자동화 방법론이 모색이 필요하다.

본 연구에서는 지적도 전산화 데이터와 기 구축되어 있는 GIS관련 데이터를 이용하여 지적불부합지를 객관적이고 효율적으로 조사할 수 있는 새로운 자동화 방법론을 개발하고 이를 실제 사례지역에 적용하여 봄으로써 방법론의 적용가능성을 제시하고자 한다.

1. 서 론

우리나라의 지적제도 중 가장 중요한 현안 사업인 지적공부와 현지와의 불부합은 토지분쟁의 야기, 토지행정의 불신 조장, 토지과세의 불공정 초래 등 토지와 관련된 제반 분야에 많은 문제점을 발생시키고 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(홍성언·이동현, 2004). 이로 인하여 1/1,000 수치지형도를 기준으로 지적도를 편집한 편집지적도를 추가로 제작·활용하고 있으나 지적도와 연계되지도 못하고 막대한 국가 예산을 낭비하고 있는 실정이다.

* 이 논문은 2004년도 대한지적공사의 지원에 의하여 수행되고 있는 연구과제의 중간 성과물에 해당됨(O4-III-1).

지적불부합지 자동 조사 기법의 개발 및 적용

정부에서는 토지관련 전산 정보의 공동 활용을 위해 2004년까지 행정자치부의 PBLIS(Parcel Based Land Information System)와 건설교통부의 LMIS(Land Management Information System)를 통합한 KLIS(Korea Land Information System)를 구축·완료할 계획으로 현재 추진 중에 있다(행정자치부, 2003b). 그러나 PBLIS에서 이용되고 있는 지적도 수치파일의 경우 지적도 전산화 사업의 일환으로 구축된 지적도 파일을 단순히 지적도 도곽 상호간을 강제 접합하여 놓은 도형정보이기 때문에 향후 KLIS의 운영시 지적도면 정보의 공동 활용에 한계성이 있을 수 있다. 정부에서는 이러한 지적불부합지 발생의 문제를 해결하고자 지적재조사사업에 앞서 지적도 불부합지 정리를 우선 추진하고 있다(행정자치부, 2003a).

현재 GIS 분야에서도 지리정보 구축에 막대한 비용의 투자가 이루어져 수치지형도, 주제도 등 기반 정보가 상당히 많이 구축되어 있으나 구축된 데이터가 그 활용가능성에 비하여 실제로는 다양하게 활용되지 못하고 있어 기 구축된 GIS 데이터에 대한 광범위한 활용방안의 연구가 요구되고 있다(국토연구원, 2002).

이렇게 전국적인 지적도 수치화의 데이터베이스 구축완료, 기 구축된 GIS 데이터의 활용성 요구 등 사회 전반적인 여건을 고려할 경우, 지적불부합지를 가장 효율적으로 해결하기 위해서는 현지 측량 방식에 기반하여 지적불부합지를 조사하고 정리하기보다는 현재 구축되어 있는 각종 전산화 데이터를 최대한 활용하여 지적불부합지를 조사할 수 있는 새로운 자동화 방법론이 모색되어야 할 것이다.

지적분야 내적으로도 지적불부합지를 해결하기 위한 많은 연구가 진행되고 있으나 이러한 선행 연구들은 주로 실측을 기반으로 한 지적불부합지의 조사나 해결 방안을 제시하고 있으며, 수치정사사진을 이용한 연구의 경우도 자동화된 방법이 아닌 육안 판독을 통한 불부합지 해결 방안을 제시하고 있어 한계성이 있다(강태석·박기현, 2001; 대한지적공사, 2002; 행정자치부, 2003a; 행정자치부, 2003c). 현재 국외에서는 효율적이고 자동화된 기법으로 GIS관련 데이터의 위치정확도를 측정하고자 다양한 연구가 진행되고 있고, 국내에서도 구축된 수치지형도의 위치 정확도 측정시 실측을 통하지 않고 자동화 방법을 적용하기 위한 연구가 시도되고 있다(Goodchild and Hunter, 1997; Tveite and Langaas, 1999; Yoshiaki Kagawa, Yoshihide Sekimoto and Ryosuke Shibasaki, 1999; Soo-Hong Park·Hyun-Suk Kim, 2001).

본 연구에서는 지적도 전산화 데이터와 기 구축되어 있는 GIS관련 데이터를 이용하여 지적불부합지를 객관적이고 효율적으로 조사할 수 있는 새로운 자동화 방법론을 개발하고 이를 실제 사례지역에 적용하여 봄으로써 방법론의 적용가능성을 제시하고자 한다.

II. 지적불부합지의 개념과 개발 방법론 설계

2.1 지적불부합지의 개념

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.

2.2 개발 방법론의 설계

1) 방법론의 개요

동일 지역의 위치를 나타내는 두 종류의 선형 데이터(도형)는 공간상으로 일치하게 되는 것이 원칙이다. 만일 동일 지역의 위치를 나타내는 두 종류의 데이터가 공간상 서로 일치하지 않는다면 두 데이터 중 하나의 데이터는 대상 지역의 위치를 정확히 나타내지 못한다고 추정할 수 있을 것이다. 연구에서는 이러한 두 데이터간의 공간적인 위치관계를 불부합 측정의 기본 구상으로 하였다. 즉, 현황 중심으로 제작된 GIS관련 전산화 도면과 지적 전산화 데이터를 비교 분석하여 봄으로써 지적도가 현황과 어느 정도 위치적으로 불부합 하는가에 대한 조사가 가능하다. 이러한 기본 구상을 이용한 구체적인 조사 방식의 설계과정은 다음과 같다.

2) 방법론의 설계과정

방법론을 설계함에 있어 가장 중요한 것은 두 수치 전산화 도면간의 불부합 정도를 비교할 수 있는 공통 지리 정보의 추출이다. 지적도는 필지경계 측량을 통하여 제작된 도면으로 일반 GIS 관련 데이터들과는 상이한 정보를 가지고 있다. 즉, GIS 관련 데이터에서는 필지경계 정보의 추출이 불가능하기 때문에 개별 필지를 대상으로 불부합 정도를 측정하기에는 한계성이 있다.

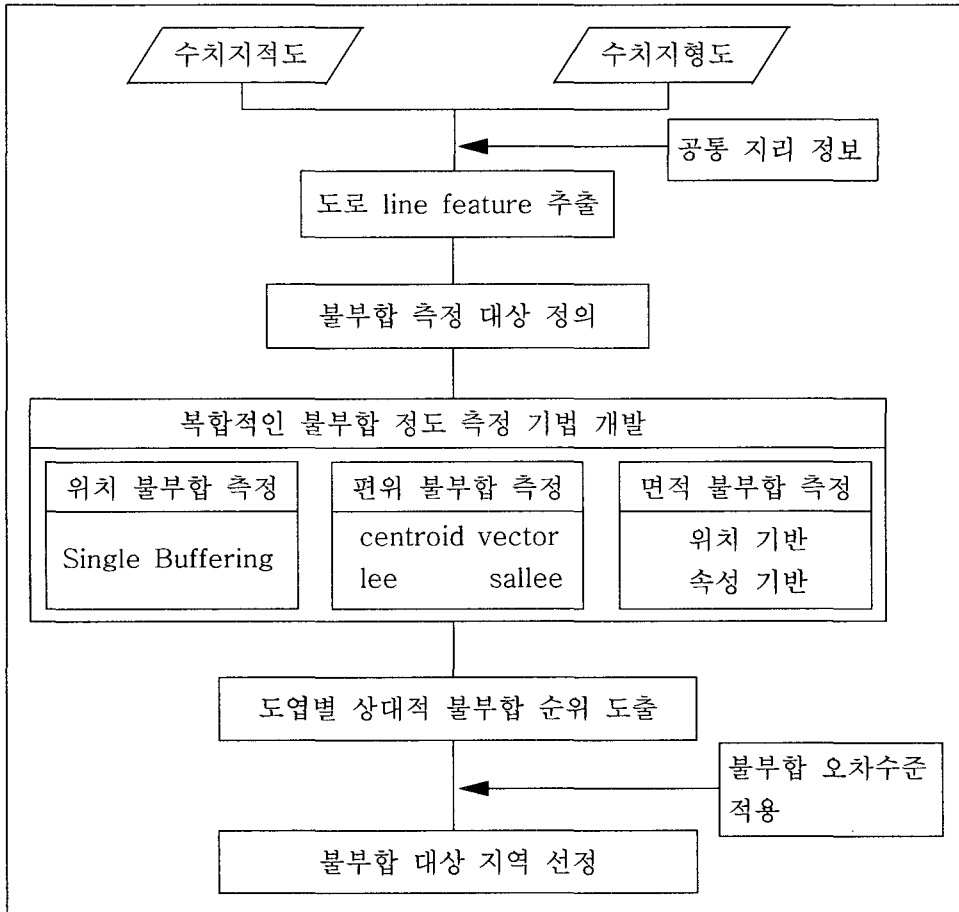
연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 필지의 개념을 확대 해석·적용하였다. 즉, 도로와 인접한 필지들로부터 형성되는 블록을 주요 단위로 하였는데 이것은 대상 두 도면을 비교할 수 있는 공통 지리정보로 도로를 이용하기 위함이다. 도로 정보는 지적도나 GIS 데이터들에서 공통적으로 가지고 있는 공간 정보로 이를 이용한다면 불부합의 측정이 가능하다.

도로와 인접한 필지들을 대상으로 불부합을 측정하기 위해서는 무엇보다도 수치지적도와 비교대상이 되는 GIS 데이터들 중에서 가장 높은 정확도를 가지고 있는 도로 정보의 추출이 요구되는데 연구에서는 이를 위해 현재 GIS 데이터 중에서 가장 높은 정확도를 가지고 있다고 판단되는 1/1,000 수치지형도를 이용하여 도로정보를 추출하였다(그림 1).

이렇게 두 도면간의 공통정보인 도로를 추출하여 불부합 정도를 측정하게 된다. 연구에서는 보다 정확한 불부합의 측정을 위해 단일 방식이 아닌 3가지의 복합 방식을 적용하였는데 첫째, 위치 불부합을 측정하기 위해 SB(single buffering) 기법을 이용하였다. 이 기법은 기준 도면(수치지형도 도로 라인 feature)에 일정 크기 별로 버퍼를 생성하고 버퍼 내부에 포함되는 측정 도면(수치지적도 필지 인접 도로) 라인 feature들의 길이 통계량을 산출하여 위치정확도를 측정하는 기법이다. 둘째, 편위 불부합을 측정하기 위해 centroid vector와 lee sallee index를 이용하였다. Centroid vector는 두 도면간 도로로부터 형성되는 폴리곤(블럭) 중심점간의 vector를 산출하여 편위오차를 산출하는 기법이고, lee sallee index는 두 도면간 폴리곤의 면적을 기반으로 하여 공간적인 일치도 산출을 통하여 편위정도를 측정할 수 있는 기법이다. 셋

제, 면적불부합을 측정하기 위해 두 도면간의 면적 일치 비율을 산정하였다.

이러한 측정 과정을 거쳐 수치지적도 도엽별 상대적 불부합 정도를 도출하게 된다. 그리고 여기에 본 연구에서 정의한 불부합 오차 수준의 적용을 통하여 불부합 대상 지역을 실험적으로 선정하게 된다.



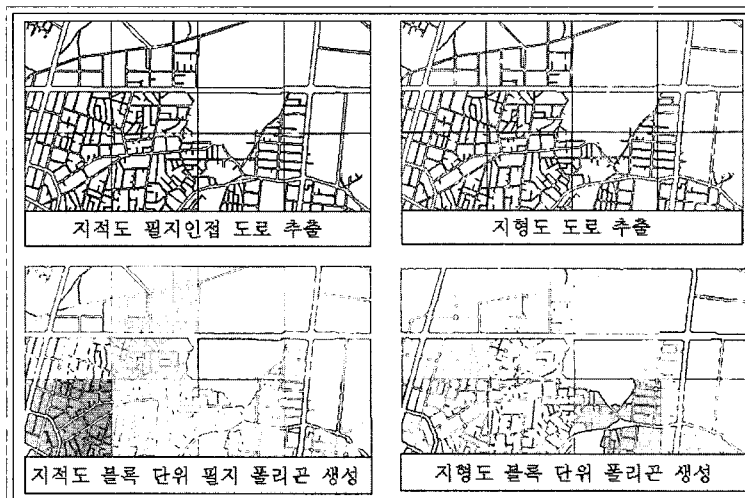
<그림 1> 새로운 불부합지 조사 개발 방법론의 설계 과정

III. 실험 및 분석

3.1 실험

연구에서 개발한 방법론을 실제 사례지역에 적용하기 위해 강동구 일부지역(수치지형도 1/1,000 8도엽 정도)을 선정하였다. 데이터는 국립지리원에서 제공하는 수치지형도(1/1,000) 8도엽과 지적도 전산화 사업의 일환으로 구축되어 있는 수치지적도(1/1,200 연속지적도, 서울시

제공)를 이용하였다. 수치지적도의 경우, 연속지적도로 구축되어 있고, 수치지형도와는 도곽이 정확하게 일치하지 않아 수치지형도 도곽을 기준으로 일치시켜 이용하였다. 그리고 분석의 편의를 위해 도엽별 고유번호를 01에서 08도엽으로 구분하여 부여하였다. 도로 경계선의 추출은 수치지형도의 경우 도로 경계선 속성코드(ADA)를 이용하여 추출하였고, 수치지적도는 도로 지목 속성을 이용하여 추출하였다. 위치불부합 측정을 위한 데이터는 라인 형태를 기반으로 한다. 그러나 편위불부합이나 면적불부합 측정을 위해서는 폴리곤형태의 데이터가 요구되므로 구축된 라인 형태의 데이터를 클린(clean)기능을 이용하여 폴리곤 형태로 구축하였다(그림 2).



<그림 2> 구축 데이터

위치불부합 측정을 위해서는 방법론에 적절한 버퍼 크기를 정의하여야 하는데 버퍼 크기 정의 이전에 연구에서는 두 도면간의 오차 수준을 고려한 적정 불부합 수준을 정의하였다. 현재 불부합 대상 정의를 위해 법률에서 규정하고 있는 수치적인 기준은 없다. 그래서 선행 연구에서 제시되고 있는 불부합 수준을 고찰하였는데 선행 연구에서는 대략 1/1,200 지역에서의 불부합 수준을 50cm로 제시하고 있다(행정자치부, 2003a). 그리고 연구에서 이용하고 있는 1/1,000 수치지형도의 경우는 대략 1.0m 정도의 정확도를 가지고 있다(국립지리원, 1998). 이러한 두 도면의 오차 수준을 고려하여 불부합 대상 정의를 위한 수준을 정의하여야 하는데 현재로서는 절대적인 수치로 불부합 수준을 정의하기에는 무리가 있으므로 연구에서는 두 도면간 최대오차 수준(1.5m), 최소오차 수준(1.0m), 평균오차 수준(1.1m)으로 나누어 고찰하였다. 버퍼크기의 정의는 이러한 불부합 수준에 기반해서 0.5m, 0.7m, 0.9m, 1.0m, 1.1m, 1.2m, 1.3m, 1.4m, 1.5m, 1.6m, 1.8m, 2.0m, 2.5m, 3.0m, 3.5m, 4.0m, 5.0m, 6.0m, 7.0m으로 설정하여 주었다.

지적불부합지 자동 조사 기법의 개발 및 적용

3.2 결과분석

대상지역 총 8도엽에 대하여 위치 불부합, 편위 불부합, 면적 불부합을 측정하였다. 표 1은 도엽별 위치 불부합 정도를 측정한 결과로 연구에서 정의한 불부합 수준별 매칭 정확도를 나타낸 것이다. 분석결과, 불부합률이 가장 높은 지역은 03도엽으로 나타났고, 상대적으로 부합률이 가장 높은 도엽은 05도엽으로 나타났다.

버퍼 크기(m)	01도엽	02도엽	03도엽	04도엽	05도엽	06도엽	07도엽	08도엽
1.0	90.09	91.25	77.60	74.30	97.30	93.49	83.70	87.46
1.1	91.41	91.96	79.31	79.22	97.92	94.37	85.20	89.25
1.5	94.48	94.04	81.82	89.67	99.39	96.44	89.82	91.73

<표 1> 수치지적도 필지 경계선의 도엽별 매칭 정확도 (단위 : %)

표 2는 8도엽에 대한 편위 불부합을 측정한 것으로 가장 높은 편위 오차를 나타내고 있는 도엽은 03도엽이고 가장 낮은 편위 오차를 나타낸 도엽은 05도엽이다. 이러한 결과는 위치 불부합의 측정과 동일한 결과로 03도엽의 불부합 정도가 가장 높은 것으로 나타났다. 표 3은 면적 불부합 정도를 위치와 속성 기반으로 해서 측정한 것으로 대체적으로 90% 이상의 부합률을 보이는 것으로 분석되어 면적에 관한 불부합 정도는 모든 도엽에서 대체적으로 높지 않은 것으로 분석된다.

도엽 인덱스	centroid vector			lee sallee index
	총길이	평균 편위	표준편차	
01	17.187	0.430	2.422	0.982
02	23.055	0.536	3.985	0.979
03	17.668	1.963	5.656	0.988
04	10.283	0.935	2.591	0.989
05	15.166	0.211	1.079	0.986
06	25.609	0.351	2.850	0.981
07	28.270	0.544	3.731	0.969
08	19.113	0.546	3.270	0.982

<표 2> 편위 불부합 측정 결과 (단위 : m)

도엽 인덱스	위치기반 불부합 정도 측정			속성기반 불부합 정도 측정 (지적도면적/지형도면적)
	지적도 면적(m ²)	교차면적(m ²)	부합(부합)	
01	194275.108	192838.486	99.260	0.996
02	193202.190	192112.705	99.436	0.990
03	227963.870	226692.363	99.442	0.999
04	208768.135	209073.418	99.508	0.999
05	186608.397	185995.597	99.672	0.993
06	187935.306	186796.506	99.394	0.993
07	135189.759	133517.918	98.763	0.993
08	199527.012	197546.583	99.007	0.998

<표 3> 면적 불부합 측정 결과

위치 불부합, 편위 불부합, 면적 불부합 측정 결과를 전반적으로 고려할 경우, 03도엽의 경우가 불부합 가능지역으로 선정할 수 있을 것이다. 그러나 위치 정확도 측정결과에서도 나타나듯이 비율의 정규분포를 가정하여 90%(1.64σ) 이상의 정확도로 매칭 정확도를 설정할 경우 버퍼크기(불부합 수준)에 따라 불부합 대상 도엽이 다르게 선정되므로 이에 대한 정확한 검증이 필요하다. 03도엽의 경우는 90%이상의 매칭정확도와 1.5m의 최대오차 수준을 정의할 경우 불부합 대상도엽으로 선정이 가능함으로 향후 이러한 기준 설정에 대한 많은 연구가 있어야 할 것이다.

IV. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서는 현재 실측으로 조사되고 있는 불부합 조사 방식보다 효율적으로 지적불부합지를 조사하고자 전산화 데이터를 이용한 자동화 방법론을 설계·구현하고 이를 실제 사례지역에 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 본 연구의 지적불부합지 조사 기법은 대규모 지역에 대하여 효율적이고 객관적으로 지적불부합지를 조사할 수 있을 것이다. 둘째, 불부합지 대상에 대한 일정한 기준의 정의 없이도 특정 대상지역에 대하여 상대적인 불부합 정도를 정량적이고 효율적으로 측정할 수 있을 것이다. 셋째, 광범위한 지역을 대상으로 불부합 정도의 측정이 가능하기 때문에 전국적인 불부합 정도의 측정을 통한 향후 지적불부합지 조사 사업이나 지적재조사 사업시 사업의 우선순위 결정이나 사업의 타당성 확보가 가능할 것이다. 끝으로 본 연구의 조사 기법은 현재 각종 정보화 사업으로 구축되어 있는 전산 데이터들을 최대한 활용할 수 있기 때문에 비용소요 측면에서도 실측 방식보다는 경제적으로 불부합지를 조사할 수 있을 것이다.

향후 연구과제로는 첫째, 연구에서 불부합 가능지역으로 선정 제시한 지역에 대하여 실측으로 조사된 결과와 비교 분석을 통한 방법론의 타당성의 확보가 요구된다. 둘째, 보다 다양한 사례지역에 대한 실험을 통하여 불부합 대상지역을 정의하기 위한 정확한 오차 수준의 정립이 필요하다. 끝으로 연구에서는 불부합 측정 대상을 도로 인접 필지 즉, 블록을 주된 대상으로 정의

하였으나 향후 필지를 기반으로 불부합 정도를 측정할 수 있는 방법론의 추가 개발이 요구된다.

참고문헌

- 1) 국립지리원, 1998, 수치지도 위치 정확도에 관한 연구.
- 2) 국토연구원, 2002, 리모트센싱을 이용한 필지별 토지이용현황 조사방법 연구.
- 3) 강태석·박기현, 2001, 수치정사사진을 이용한 지적도 도곽접합에 관한 연구, 한국지적학회지, 제17권 제1호, pp.63 ~ 79.
- 4) 대한지적공사, 2002, 지적불부합지 현황 및 해결방안 연구.
- 5) 이성화, 2001, 지적불부합지가 토지이용에 미치는 영향과 해소방안에 관한 연구, 한국부동산분석학회, 부동산학연구, 제7집 2호, pp.53 ~ 72.
- 6) 홍성언·이동현·박수홍, 2004, 수치지적도와 수치지형도를 이용한 지적불부합지 조사 방법, 2004년 공동춘계학술대회(개방형지리정보시스템학회, 대한원격탐사학회, 한국GIS학회, 한국지형공간정보학회)
- 7) 행정자치부a, 2003, 지적불부합지 정리를 위한 학술연구.
- 8) 행정자치부b, 2003, 2004년 지역정보화촉진시행계획.
- 9) 행정자치부c, 2003, 항공사진측량기법을 이용한 지적불부합지 정리방안 연구.
- 10) Blackmore, M, 1984, Generalization and error in spatial database, Cartographica, Vol.21, pp.131 ~ 139.
- 11) Goodchild, M. F. and G. J. Hunter, 1997, A simple positional accuracy measure for linear features, International Journal of Geographical Information Science, Vol.11, No. 3, pp.299 ~ 306.
- 12) Soo-Hong Park-Hyun-Suk Kim, 2001, Measuring the Positional Accuracy of Linear Feature in 1:5,000 Digital Topographic Maps, The Journal of GIS Association of Korea(In Korea), Vol.9 No.4, pp.617 ~ 628.
- 13) Tveite, H. and S. Langaas, 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.
- 14) Yoshiaki Kagawa, Yoshihide Sekimoto and Ryosuke Shibaski, 1999, Comparative Study of Positional Accuracy Evaluation of Line Data, ACRS Processing(Poster Session 4).