

수치지도 일반화시스템 개발

The development of Digital Map Generalization System

이 재 기 * 최 석 근 ** 박 경 열 *** 박 경 식 ****
Lee, Jae Kee Choi, Seok Keun Park, Kyung Yul Park, Kyeong Sik

要 旨

국가지리정보체계를 구축하는데 핵심자료가 되는 수치지도는 동일지역에 대한 다양한 축척을 필요로 하고 있으며, 제작방법에 따라 그 효율성이 다르기 때문에 제작기관은 경제성과 고품질을 갖춘 수치지도 제작방법을 모색하고 있다. 본 연구는 이러한 사항을 해결하기 위하여 수치지도 일반화시스템을 개발하였다. 시스템개발을 위하여 수치지도 일반화 작업공정을 정립하고, 관련 법규 및 축척간의 상관성 분석 등을 수행하였으며, 사용되어지는 일반화 알고리즘들에 대해서도 비교 분석하였다. 본 시스템을 통하여 제작된 1/25,000수치지도와 자료원이 되는 1/5,000수치지도의 위치정확도를 비교하여 만족한 결과를 얻을 수 있었으며, 경제적 측면에서도 기존 방법에 비하여 80% 이상의 데이터 크기 감소 및 경제적 효과를 얻을 수 있었다. 이상과 같은 결과를 통하여 본 연구에서 개발한 수치지도 일반화시스템이 대축척 수치지도를 이용한 소축척 수치지도의 제작에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

The digital maps, important data to build NGIS, require different scales in the same area. The organization for producing a digital map tries to find product method for digital map with economical efficiency and quality. The objectives of this study is to develop digital map generalization system to solve above problems. In order to develop this system, the work processing for digital map generalization is established, the analysis of related law and analysis on maps in different scales were performed, and each of digital map generalization algorithms was compared. The result of digital map generalization using this system shows that have a good result about positional accuracy which was evaluated by comparison between the generalized 1/25,000 and the corresponding 1/5,000 digital map. Furthermore, this system reduce the time required for 1/25,000 digital map production and the physical data amount by around 80%. In conclusion, the generalization system developed for this research can be useful for the digital map generalization from large scale to small scale digital map.

1. 서 론

현재, 국가 기본도의 수치지도 제작은 축척별로 작

업을 수행하고 있어 동일한 지역의 경우 업무의 중복 및 시간·경제적 낭비의 요인이 되고 있다. 일부 선진국에서는 수치지도 일반화를 통하여 그 해결방안을

* 충북대학교 토목공학과 교수

** 대구미래대학 건설정보과 부교수

*** 공간기술정보(주) 대표

**** 충북대학교 토목공학과 박사수료

모색하고 있으나 실무에 적용할 수 있는 수준의 패키지는 없는 실정이다.^{1~3)} 더구나 우리나라에 그 방법을 직접 적용하기에는 전체적인 공정이나 수준, 표기방법 등에서 근본적으로 많은 차이를 보이고 있다.

따라서, 본 연구에서는 우리나라의 수치지도 규정에 적합한 수치지도 일반화시스템을 개발함으로써 기존 소축척 수치지도 제작에 따른 시간·경제적인 문제점을 해결함으로써 우리 나라 측량 및 지형공간정보산업 발전에 기여하는데 그 목적이 있다.

이를 위하여 일반화 이론과 작업 공정을 정립하고 축척별 수치지도 관련 법규^{4,5)}를 토대로 표현요소들에 대한 상관성분석 등을 수행하였다.

다만 일반화를 통한 수치지도제작은 대축척에서 소축척으로 변환하는 것으로 한정하고, 본 연구에서는 1/5,000 수치지도 25도엽을 1/25,000수치지도 1도엽으로 제작하면서 그 타당성을 검토 하였다.

2. 수치지도 일반화

2.1 단순화

수치지도는 그 특성의 표현(모양, 위치, 특징)이 정확해야 하지만, 보다 적은 자료량으로 지형지물의 특성만을 간결하게 표현하기 위한 기법이 필요하며, 여기에 응용되는 것이 단순화기법이다. 단순화는 우리나라의 수치지도작성작업내규를 근거로한 거리/각도 알고리즘과 랭 및 더글라스알고리즘 등이 있다. 그림 2.1은 1/25,000축척에서 선형의 거리/각도 규정을 나타낸 것이다.

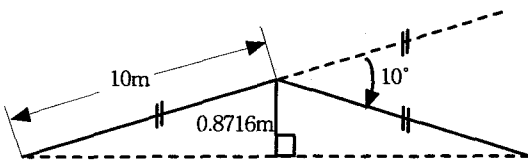


그림 2.1 거리각도 알고리즘

2.2 완만화

완만화는 선의 가장 중요한 점만을 취득하여 좌표의 위치 재조정이나 이동으로 선을 완만하게 변화시키는

과정을 말한다. 완만화 기법은 선의 외형을 개선하기 위해 점의 위치를 바꾸거나, 중간에 필요한 점을 추가하는 방식으로 이루어지게 된다. 이렇게 재배열된 점들을 연결하여 최종 완만하게 처리된 결과물을 얻을 수 있다.

완만화 알고리즘에는 케이른, 보일 그리고 허미트 알고리즘 등이 있다⁶⁾.

2.3 단선

단선처리는 실폭으로 표현하지 않아도 되는 도로와 하천 등의 선형에 대한 처리이다. 먼저 선정된 실폭선형의 모든 절점들을 기준으로 두 선형간의 연결선을 생성한 후 폭을 비교하여 규정이상이면 그대로 두고, 규정이하이면 생성된 연결선의 중간지점을 모두 연결하여 중앙선을 생성한다. 마지막으로 실폭선형은 삭제한다.

2.4 정리

유사한 특성이 너무 많거나 축척에 따라 표현이 곤란할 정도로 작은 지역에서는 모든 특성을 나타낼 수 없기 때문에 그림 2.2에서처럼 선택적으로 나타내어야 한다. 정리처리에는 세류와 같은 선형으로 표현된 지형·지물 중 그 길이를 비교하여 삭제하는 길이비교정리와 호수 저수지 등과 같이 폐합된 폴리곤을 대상으로 하는 면적비교 정리가 있다.

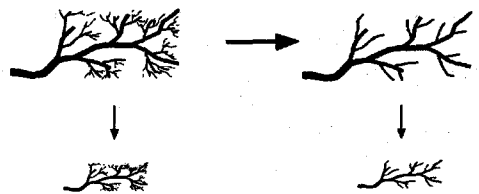


그림 2.2 정리

2.5 축약

한 영역 내에 있는 많은 수의 유사한 특성의 점들이나 유사한 밀도가 지도내에서 독립적으로 묘사되어 전체적인 내용을 방해함에도 불구하고 중요한 특성으로서 반드시 묘사되어야 하는 경우가 있다.

이러한 경우 그 특성들을 표현하는데 있어서 특성들 간의 공간이 부족하므로 그 특성을 통합하여 그림 2.3에서처럼 하나의 기호화하는 것이 더 자연스럽고, 지도를 더 쉽게 이해 할 수 있다.

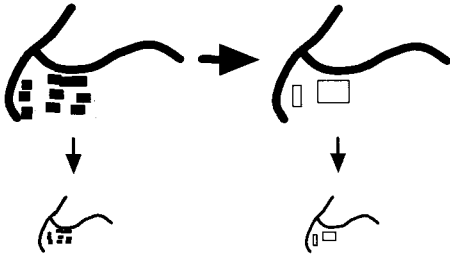


그림 2.3 축약(집단화)

3. 수치지도 일반화시스템 개발

3.1 레이어별 상관성 분석

본 연구에서는 1/5,000과 1/25,000 수치지도에서 표현 되어야 할 최소항목을 분석하여 일반화시 표현하지 않아도 되는 삭제대상을 표 3.1과 같이 선정하였다. 선정된 삭제 대상은 레이어별로 분류하여 대상과일에서 1차로 삭제할 수 있도록 하였다.

표 3.1 삭제대상 레이어

중분류	삭제 레이어		
도 로	3121 도로분리대 3321 육교	3322 지하도 3363 휴게소	3364 주차장 3365 주유소
건 물	4116 무벽사 4117 온실	4337 도축장 4413 도서관	4623 자립지원시설 이하생략
철 도	1221 플랫폼	1222 플랫폼지붕	
하 천	2241 수문선착장	2263 낚시터	2327 양어장
경 지	5112 경지계 5113 묘지계	5312 공동묘지 5322 테니스장	5324 어린이 놀이터
시설물	6115 탱크 6116 압거	6221 소방탑 6222 저수탑	6332 유량 이하생략
지 형	7215 동굴입구	7224 콘크리트옹벽	

또한 삭제대상은 아니지만 축척에 따라 그 표현방법이 상이한 경우 자동적으로 변환이 되도록 프로그램을 작성하였다. 표 3.2는 도로부분에 대하여 축척별 표현방식을 나타낸 것이다.

표 3.2 축척별 표현방식

축		척	
1/5,000		1/25,000	
실폭도로-폭 3m이상만 표현 고속국도, 일반국도, 지방도, 특별시도, 시도, 군도, 면리간 도로, 부지안도로, 소로		실폭도로-폭 6m이상만 표현 고속국도, 일반국도, 지방도, 특별시도, 시도, 군도, 면리간 도로, 부지안도로, 소로	
3m 미만 도로 입력 폭 1.6m~3.0m의 소형차로, 우마차로는 연장 5m이상		6m 미만 도로 입력 폭 1.6m~3.0m의 소형차로, 우마차로는 연장 25m이상	
다리-연장4m이상		다리-연장20m이상	

3.2 일반화 우선순위 결정

일반화를 효율적으로 수행하기 위해서는 적절한 공정이 필요하다. 작업의 우선순위를 결정하기 위해 1/5,000 25개 도엽을 이용하여 1/25,000 1도엽을 제작하면서, 우선순위, 결과에 미치는 영향요소, 공통처리가 가능한 지형·지물, 속도 또는 저장자료 감소 등의 많은 부분을

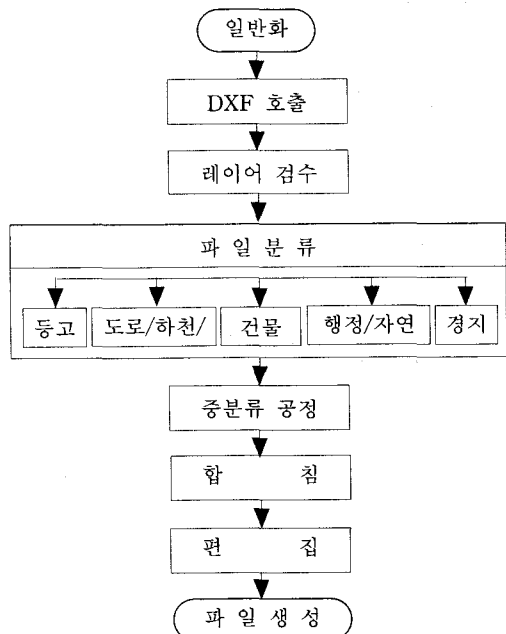


그림 3.1 일반화 시스템 개발 흐름도 점검하고 그림 3.1과 같이 전체적인 공정의 최종 흐름도를 작성하였다.

3.3 중분류별 세부 일반화시스템 개발

중분류별공정은 다른 공정에 비해 복잡하고, 일반화에 관한 많은 알고리즘을 필요로 하기 때문에 좀더 세부적으로 분류하였다.

제1공정은 등고선, 도로, 건물, 주기 등의 분류파일을 따로 하나씩 처리하기 때문에 공정상 전체적으로 병렬구조로 되어 있어 일반화 수행 시 어느 것을 먼저 처리하여도 상관이 없다.

제2공정은 제1공정에서 생성된 최종 분류 파일과 중간완성분류파일을 참조하여 다시 한번 일반화 과정을 수행한다. 표 3.3과 표 3.4는 각각 중분류별 제1공정과 제2공정의 처리내용이다.

표 3.3 제1공정

구분	내용	공정
등고	등고선 정리를 실행. 최종 분류파일 완성	정리
도로 하천 철도	길이 비교삭제와 면적 비교삭제 실행 도로와 하천의 폭을 비교하여 단선처리 최종 분류파일	정리
행정 자연 주기	행정 및 자연 주기를 처리한다. 중간완성 분류파일 생성	정리
건물	축약(Collapse)에 처리 독립건물과 축소건물로 변환시킨 뒤 편집 중간완성분류파일 생성	축

표 3.4 제2공정

구분	내용	공정
경지	도로/하천/철도 최종 분류파일을 참조하여 지류계내 기호 정리 경지에 관한 최종 분류 파일 완성	정리
건물	건물에 관한 중간 완성 분류파일을 참조하여 밀집지역 처리를 건물에 관한 최종 분류파일 완성	축

제3공정은 제1공정과 제2공정에서 생성된 최종 분류 파일을 바탕으로 마지막 공정인 주기에 대한 처리이다. 주기의 특성상 모든 분류파일을 참조하여 축척을 변환시키지 않고 정리하며, 주기를 정리 한 후 편집과정을 통해 주기에 관한 최종 분류 파일을 완성한다.

제4공정은 최종적으로 모든 분류파일을 참조하여 논

리적으로 부적절한 지형·지물을 처리하는 단계이며, 위 공정에서 제외된 일반 지형·지물에 관한 조정을 편집과정에 의하여 처리한다.

그림 3.2는 중분류별 세부 일반화시스템 흐름도를 나타낸 것이다.

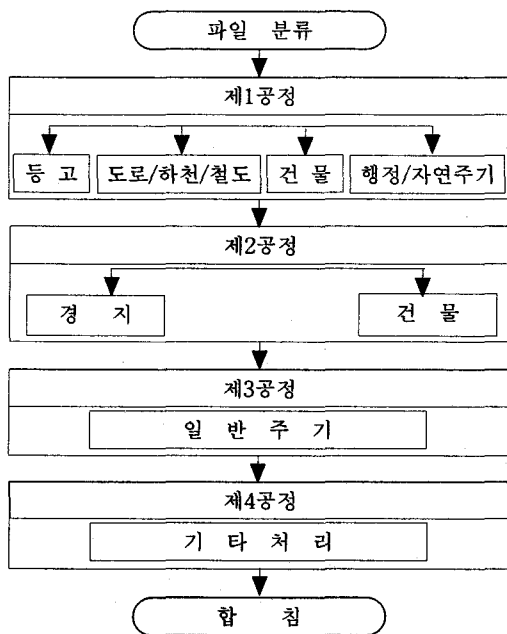


그림 3.2 중분류별 세부 일반화시스템 흐름도

3.4 분류 파일별 일반화

3.4.1 등고선 일반화

1/5,000지도의 주곡선과 계곡선은 각각 5m와 25m이고, 1/25,000에서는 10m와 50m를 기준으로 제작하며, 등고선의 특성상 연결된 연속선의 성질을 유지하여야 한다. 먼저 정리에 의하여 등고선의 간격을 1/25,000 규정에 맞추어 재배치하고, 단순화 또는 완만화를 실행하여 등고선 점의 간격을 조정할 수 있도록 그림 3.3의 흐름으로 프로그램을 작성하였다.

위의 모든 과정이 완결되면 25개로 나누어 있는 개의 등고선을 하나의 선형 지형·지물로 연결하고, 마지막으로 등고수치의 크기와 위치를 조정하여 정상적인 1/25,000 수치지도의 등고선 지형·지물을 완성

한다.

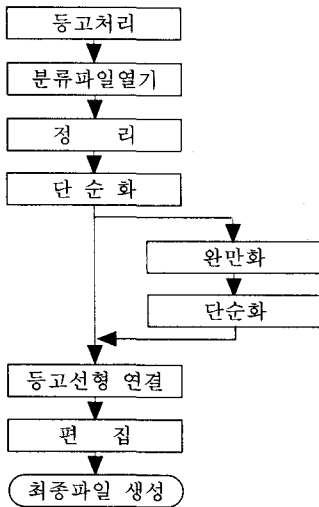


그림 3.3 등고선 일반화

3.4.2 선형 대상물 일반화

선형 대상물 레이어 처리는 도로나 하천의 세류 그리고 실폭 등과 같이 좁고 긴 선형 대상물에 대하여 일반화 작업을 수행하는 것을 의미한다.

불필요한 레이어를 삭제한 다음 도로와 하천관련 분류파일을 생성한 후 자료를 서로 연결하여 길이비교 삭제를 수행한다. 이 과정에서 도로와 하천은 따로 레이어를 활성화시켜 작업을 수행하도록 하였으며, 수행 후 발생하는 오류는 지형·지물 별로 확인 작업을 거쳐 단선처리 대상의 기준에 위배되는 경우 수정 후 저장한다.

3.4.3 경지정리 일반화

경지레이어는 1차 분류파일을 이용하여 경지에 대한 레이어를 처리 할 수 있도록 하였다.

1/25,000에서는 경지계가 삭제되어 지류계내에 많은 기호가 잔류하게된다. 이 때 지류계는 도로, 제방 등의 지형·지물과 연계하여 면이 재생성되도록 하였으며 지류계내에는 하나의 기호만이 존재하도록 프로그램을 작성하였다.

그림 34와 35는 각각 선형대상물과 경지에대한 일반화 흐름도이다.

3.4.4 주기 일반화

행정주기와 자연주기는 1/5,000 수치지도의 경우 각각의 도엽에 표현하지만 1/25,000 수치지도는 같은 구역 내에서 하나의 주기만 표현하는 경우가 대부분이다. 따라서, 행정주기와 자연주기의 처리는 분산된 주기를 하나의 주기로 만들고 크기를 변경하도록 하였다. 일반주기는 같은 레이어에 대부분 주기가 표현되고, 그 크기도 일정하지 않기 때문에 삭제 목록을 별도로 제작하여 정리하였다. 그림 36은 주기에 대한 일반화 처리 흐름도이다.

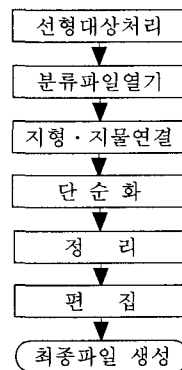


그림 3.4 선형일반화

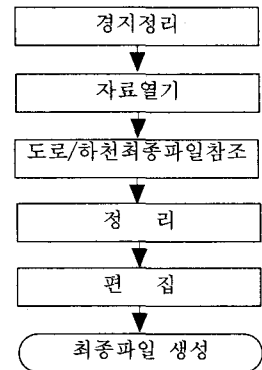


그림 3.5 경지정리일반화

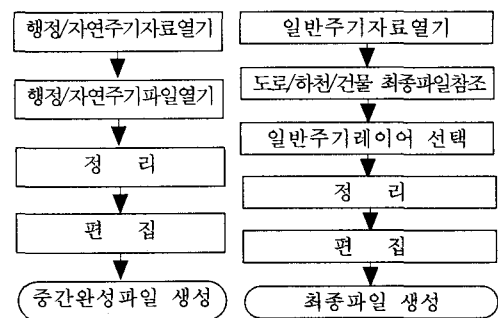


그림 3.6 주기 일반화

4. 적용 및 고찰

4.1 대상자료 및 지역 선정

본 연구에서는 일반화 처리과정을 종합적으로 점검

할 수 있도록 산지, 수로, 도심 등의 자료가 골고루 분포되어 있는 충북 청주시 북부지역 일원을 대상지로 선정하였다.

개발된 일반화 시스템을 이용하여 상기 지역의 1/5,000 수치지도 25도엽을 1/25,000의 소축척 수치지도 1도엽으로 제작하면서 시스템의 타당성을 점검하였다.

4.2 일반화처리 결과분석

4.2.1 단순화처리

각각의 알고리즘을 적용하여 등고선을 단순화 처리한 결과 그림 4.1에서처럼 시각적으로 거의 변화를 느낄 수 없었다.

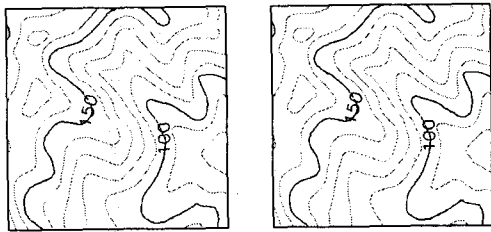


그림 4.1 등고선 단순화(거리/각도 알고리즘)

그러나, 자료의 양은 표 4.1에 나타난 것과 같이 많은 점이 감소하였음을 알 수 있다.

표 4.1 알고리즘 별 단순화 결과

	등고선(m)	100	110	120	130	140	150
거리각도	처리시간	60 초					
	점의 수	5,718	5,415	5,294	2,969	2,280	2,090
	삭제율(%)	21.20	22.31	21.77	20.19	21.92	17.40
더글라스	처리시간	238 초					
	점의 수	3,496	3,242	3,247	1,897	1,436	1,353
	삭제율(%)	51.82	53.49	52.02	49.01	50.83	46.53
랭	처리시간	60 초					
	점의 수	3,274	3,046	3,024	1,781	1,347	1,241
	삭제율(%)	54.88	56.30	55.32	52.13	53.87	50.95

이때 거리각도 알고리즘은 1/25,000의 기준인 최소거리 10m, 편각 10°를 기준으로 하였으며 더글라스 알고리즘은 거리각도와 동일한 조건으로 하기위하여 계

수를 0.8716m로 하였다.

더글라스 알고리즘은 시작점에서 끝점까지 모두를 계산에 이용하기 때문에 다른 알고리즘에 비해 2배 이상 소요되는 단점이 있었다.

랭 알고리즘 역시 계수를 0.8716m로 설정하고, 전방 선택점을 4로 정의 한 후 실행한 결과 다른 알고리즘에 비해 비교적 높은 삭제율을 보이고 있다.

이상과 같은 결과로부터 더글라스나 랭 알고리즘은 절반 정도의 삭제율을 나타내므로 자료의 양에 있어서는 상당한 이점이 있음을 알 수 있었고, 우리나라의 수치지도 규정에 따른 거리/허용각도 알고리즘은 원형을 유지하는 데는 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

4.2.2 완만화처리

거리/각도 알고리즘으로 단순화를 실행한 결과를 이용하여 완만화를 수행하였다. 각각의 알고리즘을 적용하여 처리된 결과는 표 4.2와 같다.

표 4.2 완만화 알고리즘 별 처리 결과

	등고선(m)	100	110	120	130	140	150
케이큰	처리시간	60 초					
	점의 수	6,034	5,679	5,529	3,120	2,408	2,187
	증가율(%)	5.5	4.9	4.4	5.0	5.6	4.6
보일	처리시간	238 초					
	점의 수	5,717	5,414	5,293	2,968	2,279	2,089
	증가율(%)	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
허미트	처리시간	60 초					
	점의 수	22,869	21,657	21,173	11,873	9,117	8,357
	증가율(%)	299.94	299.64	299.94	299.89	299.86	299.85

케이큰 알고리즘에 의한 완만화는 점의 증가는 매우 작았다. 보일 알고리즘은 오히려 감소하는 결과를 나타내었다. 이것은 보일 알고리즘의 특성상 전방선택 점보다 하나 적은 점의 수를 나타내기 때문이며, 자료의 처리 결과는 전반적으로 양호한 결과를 나타내고 있지만, 각진 부분과 과대한 전방선택점은 원치 않은 결과를 초래할 수 있기 때문에 주의하여야 한다.

허미트 알고리즘에 의한 완만화 결과는 원래의 점을 유지하는 상태로 처리하기 때문에 모난 선형지형의 변형은 거의 나타나지 않는다. 그러나, 기준점을 증심

으로 3차원 다항식에 의하여 완만화를 처리하기 때문에 약 300% 점의 증가를 보였다⁷⁾.

완만화 처리는 단순화결과를 대상으로 하기 때문에 오히려 위치오차나 데이터 양을 가중시킬 위험이 있다. 거리각도알고리즘을 이용하여 단순화처리를 하였다면 규정에 적합한 형태이기 때문에 완만화 처리는 생략하는 것이 타당하며, 굳이 해야한다면 허미트 알고리즘이 적당하다.

4.2.3 단선처리

단선처리는 1/5,000 수치지도를 이용하여 1/25,000 수치지도를 작성할 때 도로와 하천의 선형중 폭 6m 미만의 실폭에 대하여 수행하였다.

도로의 경우 별다른 어려움이 없었으나 하천의 경우는 그 폭이 일정하지 않거나, 길이비교 삭제 등의 영향으로 대상을 선정하는데 상당한 애로사항이 있었다. 특히 작업소요시간 대부분이 수작업으로 대상을 찾아 편집하는 시간이 되기 때문에, 이 공정의 소요시간과 자료의 처리 결과, 그리고 정확도 등을 고려하여 충분한 연구가 수반되어야 될 것이다.

표 4.3과 그림 4.2는 실폭도로 및 하천에 대하여 단선처리를 한 결과이다.

표 4.3 단선처리 결과(실폭도로 및 하천)

측정내용	처리시간	자료크기	편집시간
결 과	6 시간	1,989 KB	약 4시간

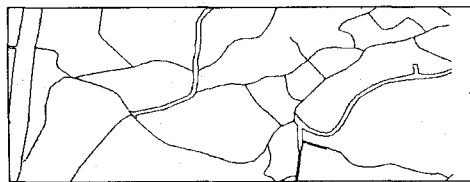
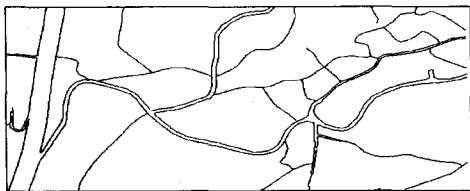


그림 4.2 단선처리(실폭도로 및 하천)

4.2.4 정리처리

정리처리는 대축척 수치지도에는 존재하지만 소축척 수치지도에 표현되지 않아도 되는 부분에 대한 처리이다. 수치지도작성작업내규에 따라 도로의 경우 길이 25m, 하천은 250m 그리고 교량은 20m를 기준으로 처리하였다.

표 4.4는 대상지의 각 레이어에 대하여 정리처리를 수행한 결과이다.

표 4.4 정리처리 결과

대상	요소 갯수	잔류 요소갯수	삭제율	처리 시간	자료크기 (KB)
하천	3,380	890	73.67 %	3분	1,471
도로	4,737	3,650	22.95 %	2분	4,941
실폭교량	232	59	74.57 %	3분	81
호수/ 저수지	125	49	60.8 %	3분	53

그림 4.3은 최소표현길이 처리를 위하여 하천관련 레이어만을 선택하여 길이비교 삭제를 실행한 결과이다.

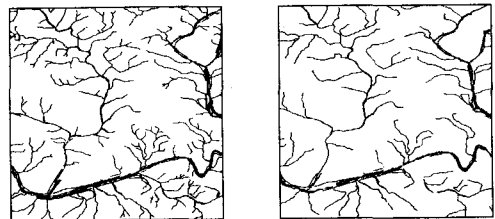


그림 4.3 정리처리(하천)

또한, 하천을 가로질러 위치하는 실폭의 교량자료를 처리하기 위해서 본 연구에서는 실폭길이 비교정리를 이용하여 실폭 교량자료를 처리하였다.

실폭 교량에 대한 삭제를 실행했을 경우 대부분이 삭제되는 것을 알 수 있다. 그러나 20m 미만의 교량이라도 주요 교량으로 판단되는 것은 삭제할 수 없으므로 미리 정리하여 삭제되지 않도록 주의하여야 한다.

그림 4.4는 교량에 대한 정리처리 결과이다.

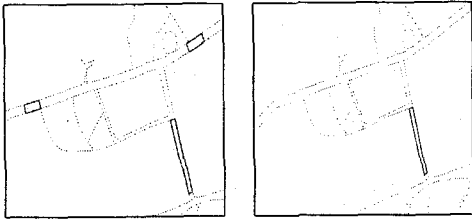


그림 4.4 정리처리(교량)

면적비교 삭제는 호수, 저수지, 염전 등 면으로 되어 있는 지형·지물을 대상으로 정리를 수행하기 위한 모듈이다. 호수와 저수지의 면적이 50m×50m 미만인 경우 삭제 되도록 하였다.

등고선에 대한 정리는 주곡선과 계곡선, 그리고 등고수치의 위치에 대하여 처리한다. 그림 4.5는 1/5000 수치지도의 등고선이 1/25,000 수치지도의 규정과 동일하게 주곡선은 10m, 계곡선은 50m 간격으로 정리되었고 등고수치의 크기도 증가하였음을 보이고 있다.

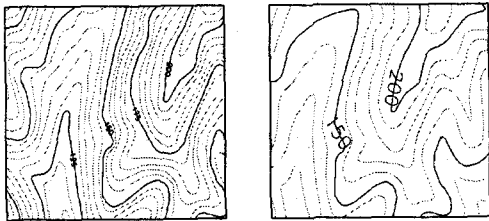


그림 4.5 정리처리(등고선)

표 4.5는 등고선에 대한 정리처리 결과이다.

표 4.5 정리처리결과(등고선)

처리 과정	대상요소	처리기준	처리 시간	자료크기 (최종)
등고선 정리	주곡선 계곡선 등고수치	주곡선:10m 계곡선:50m 2.2배	2분	87,603KB → 9,674KB

기호정리는 상관성 분석에 따라 삭제된 경지계의 영향으로 한 지류계 안에 잔류하는 많은 기호를 한 개로 정리하는 과정으로 정리시 기호의 크기 또한 적절

히 확대 변화 되었다.

그림 4.6과 표 4.6은 기호정리 결과이다.

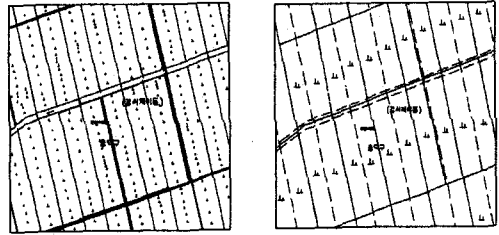


그림 4.6 정리처리(기호)

표 4.6 정리처리결과(기호)

	처리 시간	처리전요소 수	처리 후 요소의 수	삭제율 (%)	자료크기 (KB)
논	5	23,346	1,910	91.82	296
밭	3	16,246	1,106	93.20	194
편집	3				3,585
합계	11				4,074

주기를 정리하는 과정은 행정/자연 주기를 처리하는 과정과 기타 지형·지물 관련 일반주기를 처리하는 과정으로 나뉘어 진다. 행정/자연 주기는 1/5,000 수치지도 여러 도엽을 합침으로서 발생하기 때문에 행정 및 지형 레이어에서 처리된다. 그러나 일반주기는 다른 지형·지물관련 주기를 처리하는데는 각 분류별 처리가 끝난 모든 파일이 참조되어야 하기 때문에 이 과정을 제일 마지막 공정에서 처리하여야 한다.

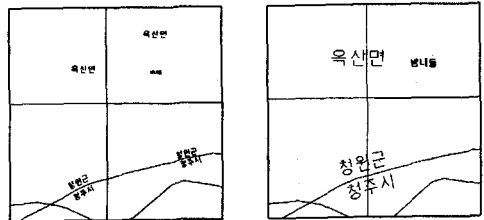


그림 4.7 정리처리(행정/자연주기)

그림 4.7은 행정/자연주기 정리를 수행한 결과로서 각 도엽마다 명시되어 있던 행정주기가 하나의 주기로 처리된 후 편집과정을 통해 행정구역의 중심이 되는 위치로 이동하였음을 알 수 있으며, 글자의 크기도

변화되었음을 알 수 있다.

지형·지물 관련 일반주기는 모든 지형·지물을 포괄적으로 참조하여야 하므로 초기 처리 과정에서는 축척을 변환시키지 않고 정리만을 실행하게 된다. 표 4.7은 주기관련 정리처리 결과이다.

표 4.7 정리처리결과(주기)

항목	처리 시간	처리전요소 수	처리 후 요소의 수	삭제율 (%)	자료크기 (KB)
주기					
행정/자연	1분	248	110	55.65	98
일반	3분	1,296	449	65.36	398
편집	5시간				455

4.3 수치지도 일반화시스템의 타당성 분석

본 연구에서 개발된 일반화시스템을 이용하여 1/25,000 수치지도를 제작하므로 경제적인 측면과 자료의 신뢰성에 대해 그 타당성을 분석하였다.

4.3.1 경제성 분석

경제성을 분석하기 위하여 작업공정별 소요시간과 일반화 자료 처리 전·후의 자료 크기를 표4.8에 정리하였다. 처리시간은 중급기능사 1인이 실제 자료처리에 소요된 시간을 산정하였으며, 고급기술자 및 초급기술자는 대부분 업무분석 및 방향제시, 관리 등에 해당되는 업무를 담당하기 때문에 분석에서 제외하였다.

표 4.8 일반화 공정별 처리시간 및 자료크기

처리공정	처리시간(분)	자료크기 (KB)	비 고
자료검수	300	144,300	육안 / 삭제 검수
자료변환	50	144,300 → 33,062	DXF → SGD
등 고 선	42	9,674	분류파일
도로/하천 /철도	720	6,363	분류파일 (편집시간포함)
건 물	662	2,305	"
경 지	660	4,704	"
주 기	304	455 KB	"
기타편집	600	20,472	분류파일 합침
최종검수	480	20,472	육안검수
자료변환	10	7,846 → 20,472	SGD → DXF
합 계	3828분	20,472	

경제성 분석을 위해 작성된 표 4.9는 1/25,000 수치지

도 1도엽을 제작하는데 소요되는 건설표준품셈과 본 연구의 결과로 나타난 시간공수를 측량 및 엔지니어링 기술자 노임단가에 근거하여 직접인건비로 계산한 것이다.

표 4.9 경제성 비교

작성방법 기술자	표준품셈		일반화시스템		노임단가 (원/시간)
	소요 시간	직접 인건비	소요 시간	직접 인건비	
측량기술자 고급기술자	18,784	224,336			11,944
엔지니어링 정보처리기사	18,784	162,970			8,676
측량기술자 초급기술자	26,500	177,102			6,668
측량기술자 중급기능사	298,336	1,866,092	63,773	398,900	6,235
계	362,464	2,430,520	63,773	398,900	

비교분석 대상이 동일한 조건에서 이루어지지 않았기 때문에 절대적인 비교대상이 될 수는 없지만, 1/25,000의 수치지도를 제작한다는 의미에서는 같은 조건이므로 경제성을 비교·분석을 하였다.

또한, 지형 증가계수에 따른 오차가 포함될 수도 있지만, 전체적인 경제성 비교에는 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 표 4.9에서 중급기능사의 품셈과 직접인건비만을 비교하여 보았을 때 약 4배 정도의 시간적·경제적 절감 효과를 가져올 수 있었다.

자료의 크기면에서 역시 DXF 형식을 기준으로 초기에 144.3MB이었지만, 1/25,000 수치지도로 일반화를 수행한 후 20.472MB로 85.8%가 감소하였음을 알 수 있었다. 이것은 자료의 저장용량 감소와 더불어 처리 속도 향상, 디스플레이 시간의 단축 등 사용성 측면에서 상당히 효율적임을 알 수 있다.

4.3.2 신뢰도 분석

본 연구에서 수행된 자료의 신뢰도를 검증하기 위하여 일반화 처리시 발생하는 위치오차 부분과 논리적 오류 부분에 대하여 신뢰도 분석을 수행하였다.

1) 위치정확도

위치오차에 대한 검증을 수행하기 위하여 동일지역

의 1/25,000 종이지도를 스캐닝하여 와핑한 후 연구의 결과물과 중첩하여 비교하였다.

중첩결과 일정한 형식 없이 많은 차이가 발생하였으나 1/25,000 종이지도는 본 연구에서 사용한 1/5,000 수치지도 보다 지도제작 당시부터 더 큰 허용오차를 함축하고 있기 때문에 이러한 방법으로 정확도를 비교·판단한다는 것은 의미가 없다.

그림 48은 본 연구의 결과와 1/25,000 종이지도를 중첩한 부분 중 오차가 심한 부분을 확대한 것이다.

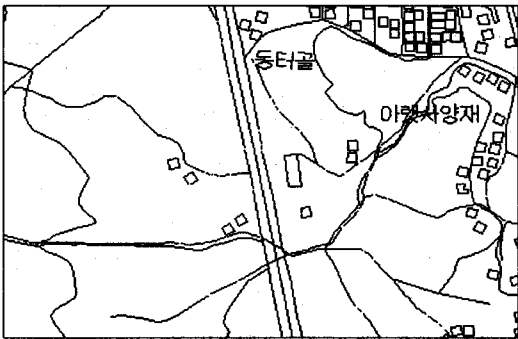


그림 4.8 래스터와 일반화된 수치지도의 중첩

그러므로, 일반화하기 전의 1/5,000수치지도를 기준으로 일반화한 후의 위치정확도를 분석하고, 그 허용위치오차는 1/25,000의 기준을 따르는 것이 타당하다.

이를 위하여 원래의 1/5,000수치지도와 본 연구의 결과를 실 좌표를 기준으로 하여 서로 중첩하고 육안검수를 수행해본 결과 정확하게 일치하였다. 청색 지형·지물은 일반화하기 전 수치지도 이고, 나머지 색상은 연구 결과에서 얻은 수치지도이다. 즉, 삭제 지형지물은 청색만 그대로 존재하고, 단순화 처리한 지형지물은 서로 겹쳐서 표현되어 있다. 또한, 하나의 기호가 지류계 중앙에 삽입되어 있고 등고선의 경우는 규정에 맞게 정리되었으며, 건물은 축약처리 되어 생성되어 있음을 알 수 있다.

그림 49는 1/5,000 수치지도와 연구결과의 자료를 중첩한 결과이다.

위치 정확도를 수치적으로 검증하기 위하여 변화가 심한 부분을 확대하여 그 변화량을 수치로 분석하였다.



그림 4.9 1/5,000과 일반화된 수치지도의 중첩

그 지점의 좌표와 위치오차는 표 4.10과 같다.

표 4.10 위치오차의 비교

	일반화 전		일반화 후		위치오차	
	x	y	x	y	x	y
1	236927.75544	347773.84097	236927.75544	347773.84097	0.00000	0.00000
2	236981.39676	347772.51001	236981.39676	347772.51001	0.00000	0.00000
3	236984.88476	347771.77901	236984.88476	347771.77901	0.00000	0.00000
4	236986.76756	347772.37441	236986.76756	347772.37441	0.00000	0.00000
5	236989.37615	347770.99574	236989.36512	347770.38456	0.01103	0.03062
6	236943.01036	347767.39981	236943.01036	347767.39981	0.00000	0.00000
7	236944.46176	347768.11501	236944.46176	347768.11501	0.00000	0.00000
8	236945.57496	347771.21261	236945.85663	347771.05275	0.28167	0.15986
9	236946.54296	347772.90661	236946.67015	347772.76610	0.12718	0.14051
10	236947.07143	347773.61123	236947.07143	347773.61123	0.00000	0.00000

위치오차가 가장 크게 발생한 곳은 0.3238m 이었으나 이 오차는 1/5,000의 허용오차 1m를 감안하더라도 1/25,000의 오차 허용범위인 5m 를 충분히 만족하고 있다.

이상의 결과는 수치지도 일반화시 거리/각도 알고리즘의 기준인 0.8716m로 설정하여 처리하였기 때문에 국립지리원에서 요구하는 확인용 출력도면의 상대위치 오차인 최대 0.7mm보다 훨씬 정확함을 나타내고 있다. 실제적으로 1/25,000 지도에서 본 연구의 허용오차인 0.8716m는 도면상에서 0.035mm 나타내며, 이러한 오차는 지도에서 눈으로 확인할 수 없을 뿐만 아

나라 1/25,000 허용범위 0.7mm에 비하여 매우 미소하기 때문에 무시하여도 관계없다.

또한, 단선처리 역시 실폭도로 및 하천을 기준으로 그 중심에 단선처리를 수행하기 때문에 위치오차에는 영향을 미치지 않는다. 이상과 같은 분석을 통하여 본 연구의 일반화 프로그램에 의해 제작된 1/25,000 수치지도가 위치정확도 면에서 타당함을 입증할 수 있었다.

2) 논리적 검수

논리적 검수는 세부적인 전산파일의 구조나 수치지도 작성 작업규칙에 규정한 사항의 논리적 오류를 검수하기 위한 것이다. 검수항목은 기준선 초과 및 미달 오류, 건물폐합 오류, 고도오류, 등고선 끊김 오류, 계층오류, 인접 계층오류, 요소부재 오류, 문자 기준점 오류 등이며, 모든 항목에서 오류가 없어야 만 그 적정한 수치지도로 인정받을 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 이상의 항목을 검수하기 위하여 수치지도 제작기관인 국립지리원에서 사용하고 있는 GeoConv 프로그램을 이용하였다. 초기 자료가 이미 이러한 검수과정을 통과한 자료이므로 등고선이나 건물폐합, 고도 등의 오류는 없었으며, 변환이 많이 이루어진 주기나 경지 부분에서 발견된 오류는 매우 적었기 때문에 편집하여 교정하였다.

이상과 같은 위치정확도 및 논리적 전산검수를 통하여 제작된 1/25,000 수치지도는 충분한 신뢰성을 가지고 있음이 입증되었다. 따라서, 본 연구를 통하여 개발된 수치지도 일반화시스템이 소축척 수치지도 제작에 상당히 효율적임을 알 수 있다.

5. 결 론

국가지리정보체계를 구축하는데 핵심자료가 되는 수치지도는 동일지역에 대한 다양한 축척을 필요로 하고 있으며, 제작방법에 따라 그 효율성이 다르다. 때문에 제작기관에서는 경제성과 고품질을 갖춘 수치지도 제작방법을 모색하고 있다. 본 연구에서는 이러한 요구사항을 해결하기 위하여 수치지도의 일반화시스

템을 개발하고, 그 타당성을 분석함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 1/5,000 및 1/25,000 수치지도의 상관성 분석을 통하여 일반화 알고리즘을 정립하고, 수치지도 일반화 시스템을 개발함으로써 동일 지역의 소축척 수치지도를 신속히 제작할 수 있도록 함으로써 소축척 수치지도 수정·갱신작업의 신속성을 이룰 수 있었고, 최신 자료를 이용하여 그 활용성을 증대할 수 있도록 하였다.

2. 작업 우선순위 결정에 의한 일반화 작업공정을 정립하여 소축척 수치지도 제작의 일관적인 자료처리를 할 수 있도록 하였다.

3. 선형자료의 처리시 수치지도작성 작업규칙에 의거하여 허용한계 0.8716m를 적용하고, 도로나 하천의 경우에는 그 중심선에 대하여 단선처리함으로써 위치정확도를 확보할 수 있었고, 논리적 오류는 국립지리원의 수치지도 검수프로그램으로 검증하여 품질과 신뢰성을 확보할 수 있었다.

4. 일반화시스템에 의한 1/25,000 수치지도 제작은 중급기능사 기준으로 약 64시간 소요되므로 건설표준품셈 시수보다 약 235시간 정도 시간·경제적 절감효과를 얻을 수 있었다.

이상과 같은 결론을 통하여 본 연구에서 개발한 일반화시스템이 시간적·경제적 측면에서 상당히 효율적임을 알 수 있었으며, 향후 수치지도의 수정과 갱신 및 축척별 활용에 효율적으로 수행할 수 있고, 수치지도의 활용성을 확대하여 지형공간정보체계의 발전과 국가 정보화 사업에 일익을 담당할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국립지리원 연구과제인 대축척 수치지도

의 소속척 변환에 관한 연구에 의해 수행되었기에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Lee, Dan., "From Master Database to Multiple Cartographic Representation", Proceedings, The 16th International cartographic Conference Cologne, 1991, pp. 1075~1085.
2. Lee, Dan., "Knowledge Acquisition of Digital Cartographic Generalization", European Conference on GIS, 1994, pp. 1534~1649.
3. Nickerson, B. G., "Knowledge Engineering Generalization", In Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation, Ed. Buttenfield, B. P. and McMaster, R. B., 1991, pp. 40~55.
4. 국립지리원, "수치지도 작성작업 규칙(건교부령 제17호)", 1995.
5. 국립지리원, "수치지도 작성작업 내규(국립지리원 제 71호)", 1995.
6. McMaster, R. B., and Shea, K. S., "Generalization in Digital Cartography", Association of American Geographer, 1992, pp. 84~91.
7. 박경열, 최석근, "대축척 수치지도의 소속척 변환 연구 (I)", 국립지리원, 1998. pp. 60~65.