

# 군 래스터지도 제작을 위한 자동 복원도시기법 개발

## The Development of Automatic Map-Publishing Technique for Military Map Production

송현승<sup>1)</sup>

Song, Hyun Seung

### Abstract

A program which can produce military standard raster maps was developed. This includes the functions that classify the types of geospatial data, publish automatically based on paper map schema, and convert products with military standard raster formats. Especially, this paper presents the automatic map-publishing technique with mathematical modeling and controlling the line width, color, shape that ever not used.

Keywords : raster, vector, Map Publishing, mathematical modeling

### 초 록

군에서 사용되는 지형지물 자료를 분류하고, 군사 종이지도 도식규정에 맞게 자동 복원도시하며, 군 표준 래스터 지도를 생산하는 프로그램을 제작하였다. 특히 기존에 적용치 않은 여러 수학적 모델링과 선의 굵기, 색상, 형태 등을 다양하게 조절함으로써 자동으로 종이지도 도식규정에 맞게 도시하는 기법을 구현하였다.

핵심어 : 래스터, 벡터, 복원도시, 수학적 모델링

## 1. 서 론

인문·자연지물에서 임의의 지역에 대한 지도화는 그 지역의 크기와 중요성이 매우 다양해서 표시되는 내용이 선택적이고, 추상적인 기호를 사용하며, 많은 지형지물이 생략되어 왔다. 따라서 지도를 “지구 표면의 일부 또는 전체를 추상적이고 간소화시켜 표현한 것이다.” 로 정의 한다 (김주환 등, 1982). 특히 지도가 보유하는 정보를 지도 사용자에게 보다 효율적이고 정확하게 전달해야 하는 측면을 고려한다면, 단순히 점, 선, 면으로 저장되는 지형지물을 시각적으로 인식하고 추상화된 방식으로 표현하고 사용자에게 제공되어야 한다(John Pickles, 2004).

지도 복원도시(復元圖示)란 지도에 표현되어야 하는

지형지물을 지도제작 도식규정에서 정의하고 있는 심볼 형태로 재현하여 컴퓨터상에서 도시하는 지도 제작 기술이다(Robinson 등, 1995; Keates, 1989).

지도 복원도시에 입력되는 원천자료는 벡터자료로써, CAD 자료와, 속성자료로 구분되어 저장된다. 군사지도 도식규정에 따르면 군사지도에서 표현되는 지형지물은 약 330여개의 도시 요소로 구분되며, 이러한 지형지물들은 점, 선, 면, 문자별로 저장되며, 속성자료는 데이터베이스에 저장되며, FACC(Feature and Attribute Coding Catalogue)에 의해 분류된다(육군지형정보단 사양서, 2007).

이러한 지도 복원도시기술은 민간분야에서는 일반 차량 네비게이터의 지도 도시에 활용되고 있으며, 군에서는 군 정보화시스템을 포함한 각종 무기체계에서 공통 작전상황도 (COP: Common Operation Picture) 및 공통정

1) 정회원 · 국방과학연구소 선임연구원(E-mail:songgom@paran.com)

보상황도 (CIP: Common Information Picture) 등의 지도 도시 소프트웨어에 활용되고 있다 (오행록 등, 2010; 이태용 등, 1999). 이처럼 지도 복원도시기술은 상황도 도시의 지도 도시 기능을 활용되고 있지만, 래스터지도의 자동제작을 위한 복원도시기능은 활용되고 있지 않다.

민간 분야의 지도 자동제작을 위한 연구로는 수치지도 제작자와 사용자에게 수치지도가 지니고 있는 정보의 특성을 명확하게 제공하고 수치지도가 적절하게 활용될 수 있도록 하기 위한 수치지도 자료사전에 관한 연구가 수행된 바 있다 (조우석 등, 2003). 또한 기존의 지도 도식을 분석하여 편리한 지도제작과 쉬운 지도 특성 인식, 자동 지도 제작 비용 향상 등을 위한 연구와 수치지도를 이용한 고품질 종이지도 제작에 관한 연구가 있다(최석근, 2004; 국립지리원, 1999).

복원도시기능은 상용 지도제작 소프트웨어에서 단순히 선의 색상, 굵기, 형태 만을 선택하여 자동 복원도시 기능을 대부분 지원 하고 있다. 하지만 군사지도 도식규정의 심볼 형태를 만족하기에는 매우 부족하며, 래스터 편집이라는 수작업이 필요하며, 모든 상용 지도제작 소프트웨어는 래스터지도의 자동화 보다는 작업자의 수작업을 지원하는 기능으로 대체하고 있다.

군사 래스터 지도제작을 자동화하기 위해서는 상용 소프트웨어에서 보이고 있는 60% 정도의 지형지물에 대한 복원도시율을 95% 이상으로 향상시켜야 한다(이용웅 등, 2008).

본 연구에서 정의하는 래스터지도는 육군지형정보단에서 규정하는 각 축척별 지도도식 규정을 준수해야한다. 그러므로 이를 만족하는 가장 간단한 방법은 육군지형정보단에서 제작한 종이지도를 스캐닝하여 이미지편집 및 상용포맷으로의 변환을 통해 얻을 수 있다. 그러나 이 방법은 종이지도 제작이 선행되어야 하고, 종이지도 제작공정이 40%이상 수작업으로 제작되는 현실로 볼 때 한반도 전 지역에 대한 신속한 지원은 큰 문제가 발생한다.

따라서 본 연구는 원천자료인 벡터자료로부터 육군지형정보단에서 규정하고 있는 각 축척별 지도 도식규정을 95%이상 만족하는 복원도시기법을 적용하여 한반도 전역의 래스터지도를 신속히 지원함을 목표로 한다.

## 2. 군 표준 래스터지도 제작 소요 기술

본 연구에서는 군사 래스터지도 제작 자동화를 위하

여 복원도시 기술로 다음의 5가지 기법을 구현하였다. 첫째, 복원도시 하려는 각 지도 요소들이 어떤 지형지물이며, 이것은 어떤 형태의 심볼로 복원도시해야 하며, 어떤 과정을 수행해야 하는지를 정의하였다. 둘째, 코드에 의한 식별 단계를 통해 결정된 지형지물 객체들에 대해서 정해진 도시 우선순위를 결정하는 알고리즘을 개발하였다. 셋째, 점 요소, 면 요소, 그리고 일부 선 요소 등에 해당하는 단순 복원도시 기술을 구현하였다. 넷째, 여러 선 요소, 문자 등이 해당되는 복잡 복원도시 기술을 구현하였다. 다섯째, 복원도시를 통해 생성된 이미지를 군 표준의 래스터 지도로 자동 제작하는 기법을 구현하였다.

현재 군사지도를 정의하는 지형지물 속성 데이터베이스가 구축되어 있는 상태이다. 군 표준 래스터지도 제작 기술은 군에서 사용되는 속성 데이터베이스로부터 군사 지도 도식규정에서 정의하는 각 심볼의 복원도시율을 향상시켜 자동으로 복원도시하기 위한 것이다. 지도제작 자동화 과정은 크게 각 지도 요소들을 실시간 인식하고, 우선순위에 의한 정렬한 후, 단순 복원도시와 복잡 복원도시 과정으로 구성된다. 군 래스터지도 제작 흐름은 그림 1에서 보는 바와 같이 크게 3단계의 과정이 수행된다. 첫 번째는 속성 데이터베이스가 갖고 있는 벡터 자료를 점, 선, 면, 문자 등의 요소로 분류하는 단계이다. 두 번째는 분류 결과를 지도도식규정에 맞게 복원도시하여 지도 원판 이미지(image)를 생성하는 단계이다.

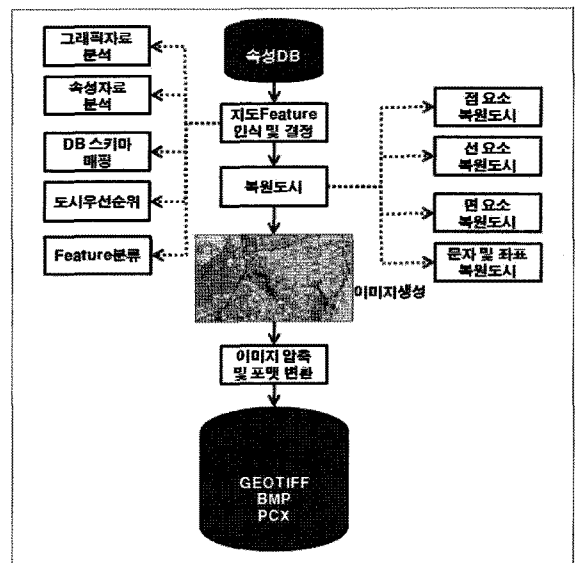


그림 1. 군 래스터 지도 자동제작 흐름

마지막 단계로는 생성된 지도 원판 이미지로부터 군 표준의 래스터 지도와 각종 상용 래스터 포맷(GeoTIFF, BMP, PCX)들을 생성하는 단계로 나뉠 수 있다.

### 3. 복원도시 기술 구현

#### 3.1 점 요소 복원도시

점 요소 복원도시는 지형지물이 위치하는 지점을 점 요소의 속성에 해당하는 그래픽 심볼로 대치함으로써 이루어진다(그림 2). 현재 가장 일반화된 방법은 원하는 심볼에 대한 비트맵 이미지(bit-mapped image)를 라이브러리화하여 갖고 있고 이로부터 해당 심볼을 가져와 도시하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 이 방법이 다소 처리 속도가 느리고, 구현이 복잡하다는 문제가 있다.

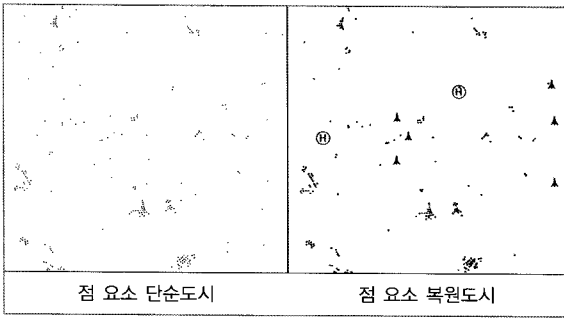


그림 2. 점 요소 복원도시

이러한 문제점을 해결하기 위해 방법으로 본 연구에서 해당 심볼을 그림 3과 같이 문자화된 폰트로 등록한 후 점 요소를 문자 형태로 도시하는 기법을 구현하였다. 이 기법은 비트맵 이미지 방식에 비하여 구현이 용이하며, 처리 속도 면에서 향상된 성능을 보였다.

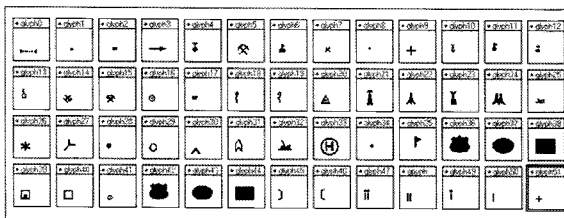


그림 3. 지도 심볼 폰트

#### 3.2 단순 선 요소 복원도시

단순 선(simple line) 요소 복원도시는 선의 색상, 굵기, 형태 등의 기본 속성만을 적용하여 도시하는 기술이다.

4001	국경	0	161	0	1	0	0	0	1	0,0,255	255,255,255	255,255,255
4002	특별시/광역시/도계(선)	0	162	0	1	0	0	0	1	0,0,255	255,255,255	255,255,255
4003	시/군/구계(선)	0	167	0	1	0	0	0	2	0,12,14	255,255,255	255,255,255
4004	읍면계/동계(선)	0	162	0	1	0	0	0	1	0,0,255	255,255,255	255,255,255
4006	복합도계(선)	0	162	0	1	0	0	0	1	255,255,255	255,255,255	255,255,255
4001	군사문화선	0	263	0	1	0	0	0	2	181,0,0	255,255,255	255,255,255
4008	비무장지대(선)	0	263	0	1	0	0	0	1	255,255,255	255,255,255	255,255,255
7002	단선하천(10m이상)	0	153	0	1	0	0	0	1	255,255,255	255,255,255	255,255,255
7003	단선하천(10m이하)	0	153	0	1	0	0	0	1	255,255,255	255,255,255	255,255,255
7004	가뭄하천	0	153	0	1	0	0	0	1	255,255,255	255,255,255	255,255,255
7005	다선하천(축양하천)	0	153	0	1	0	0	0	1	255,255,255	255,255,255	255,255,255
7006	수상하천	0	153	0	1	0	0	0	1	255,255,255	255,255,255	255,255,255
7007	소용하천	0	153	0	1	0	0	0	1	255,255,255	255,255,255	255,255,255

그림 4. 지형지물 속성 정의 테이블

복원도시하는 과정은 지도 속성 인식 및 결정 단계에서는 속성 데이터베이스로부터 자료를 분석하여 이 지형지물에 대한 유일한 코드값을 구하고, 이 코드값을 통하여 그림 4와 같은 속성 정의 테이블을 검색하여 점, 선, 면, 문자 등의 각 요소별 복원도시 속성을 식별할 수 있는 기법을 구현하였다. 그림 5는 “제 2 행정경계(시, 군, 구)”에 대한 단순 선 요소를 정의된 도시 속성에 따라 복원도시한 결과를 보인 것이다.

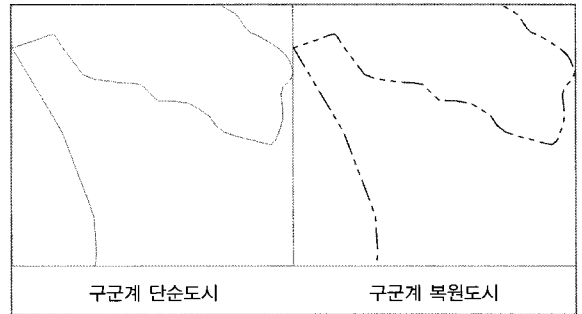


그림 5. 단순 선 요소 복원도시

#### 3.3 복잡 선 요소 복원도시

##### 3.3.1 점 요소 추가 복원도시

점 요소가 추가된 복잡 선(complex line) 복원도시시는 각종 도로번호, 고압선 등의 지형지물에 대한 복원도시이다. 그림 6는 군사지도 도식규정에서 정의되어 있는 점 요소가 추가된 복잡 선 요소의 복원도시 규정의 예이다. 이러한 지형지물들은 일반 선형자료에 임의의 간격으로 심볼을 선상에 도시하여야 하는 특성을 가지고 있다.

도로번호는 임의의 간격으로 심볼을 0도의 기울기로 도시하도록 구현하였다. 도로번호 도시와 달리 고압선은 그 지점에서 직각인 기울기로 심볼을 도시하는 차이점이 있다(그림 7).

도로 번호	고속국도		선 호 : 0.10
	일반국도		선 호 : 0.10 기 호 로 : 5.00 세 로 : 3.40
	지방도		국가지원지방도 포함 가 로 : 4.50 세 로 : 3.00
고압선	고 압 선 (높이46m 미만)		선 호 : 0.40 간 격 : 20.0
	고 압 선 (높이46m 이상)		선 호 : 0.15 파 선 : 2.00 간 격 : 0.40

그림 6. 복잡 선(점 요소 추가) 복원도시 규정 예

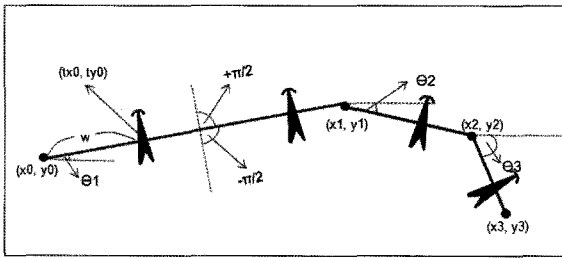


그림 7. 고압선 복원도시 모델

따라서 고압선 선분에서 심볼이 도시될 각 지점의 각도를 계산하여 고압선을 복원도시하는 기법을 사용하였으며, 이를 위한 알고리즘은 아래와 같으며  $ele\_len$ 은 선분의 꼭지점(vertex) 간의 길이이고,  $w$ 는 도시하려는 임의의 간격을 의미한다.

```

cur_len = ele_len
while (cur_length > w)
{
점(tx0, ty0)를 구한다
theta1 = arctan((y1-y0)/(x1-x0))
tx0 = x0 + w * cos(theta1)
ty0 = y0 + w * sin(theta1)
cur_len = cur_len - w
점(tx0, ty0)위치에 -theta1 각도 만큼 회전
}
    
```

3.3.2 수학적 모델링 복원도시

수학적 모델링 복원도시는 교량 심볼과 같은 복잡한 구조에 해당하며, 산술식을 통하여 복원도시가 이루어진다. 그림 8은 군사지도 도식규정에서 정의하고 있는 교량의 복원도시 예를 보인 것이다.

구분	기호	세부 규정
교량		선 호 : 0.15 기 호 폭 : 0.30 날개길이 : 0.60, 45°
		선 호 : 0.15 기 호 폭 : 0.50 날개길이 : 0.60, 45°

그림 8. 복잡 선(수학적 모델링) 복원도시 규정 예

도식규정에서 정의된 교량은 그림 9와 같이 수학적으로 도식화 할 수 있으며, 이를 바탕으로 한 복원도시 구현은 방법은 다음과 같다.

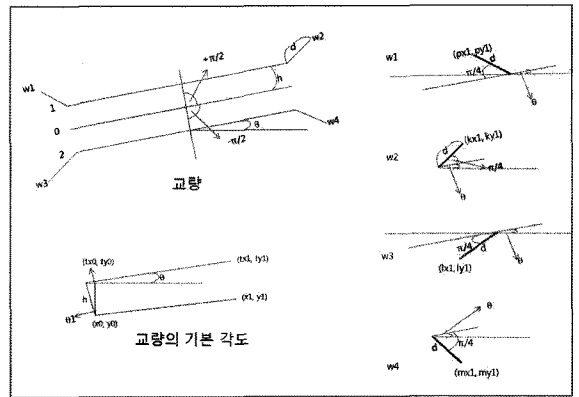


그림 9. 교량 심볼의 수학적 도식화

① 그림 9의 도식에서 보는 바와 같이 Line 0의 vertex n 개에 대해서 폭  $h$  만큼 위로 평행한 선 Line 1을 구하고, 폭  $h$  만큼 아래로 평행한 선 Line 2을 구한다.

② 교량의 도식규정에서 정의한 Line 0의 vertex n개에 대해서 아래와 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
 ux0 &= x0 + h * \sin(\theta) \\
 uy0 &= y0 - h * \cos(\theta) \\
 ux1 &= x1 + h * \sin(\theta) \\
 uy1 &= y1 - h * \cos(\theta) \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 uxn-1 &= xn-1 + h * \sin(\theta) \\
 uyn-1 &= yn-1 - h * \cos(\theta)
 \end{aligned}$$

③ Line 1의 첫 번째 날개  $w1$ 을 구한다. 그림 9에서  $w1$ 은 이에 대한 형태를 보인 것이며, 구하고자 하는 두 점 중에서  $tx0, ty0$ 는 위의 ①번 과정에서 구해졌고, 나머지 한점

(px1, py1)은 다음과 같다.

$$px1 = tx0 - d * \cos(\pi/4 - \theta)$$

$$py1 = ty0 + d * \sin(\pi/4 - \theta)$$

④ 나머지 날개들에 대해서도 위 ③ 번과 같은 기본 알고리즘을 적용한다.

위 과정에 따라 교량에 대한 심볼을 복원도시한 결과는 그림 10과 같다.

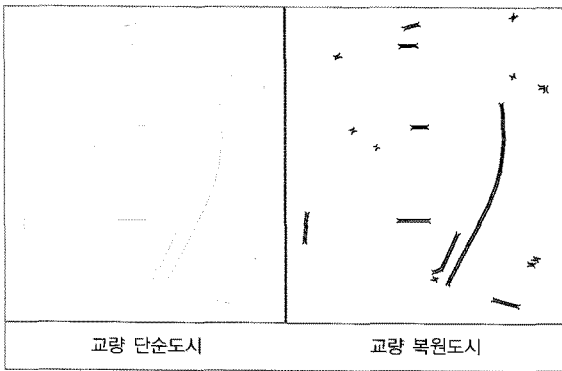


그림 10. 수학적 모델링 복원도시 예(교량)

### 3.3.3 속성변경 및 반복 복원도시

군사지도에서 도로는 운용도로, 건설중도로, 계획도로 등으로 구분되고, 운용도로는 고속도로, 1등~8등도로까지 세부적으로 구분된다. 군사지도 도식규정에서 정의하고 있는 대표적인 도로 심볼의 복원도시 형태는 그림 11과 같다.

구분	기호	사양(mm)
고속국도	차선 4 LANES	폭: 0.80 중앙간격: 0.10
1등 도로	차선 4 LANES	폭: 0.80
2등 도로	차선 4 LANES	폭: 0.80 선호: 0.10 파선: 3.00 간격: 1.50
건설중 고속국도	CONSTRUCTION 중요중 XXXX XXXX XXXX XXXX XXXX	파선: 3.00 간격: 1.00
가로		선호: 0.10 폭: 0.60

그림 11. 도로 심볼의 복원도시 규정 예

속성변경 및 반복 복원도시는 대부분의 각종 도로에 적용되는 방법으로 선의 굵기, 색상, 형태 등의 기본 속성을

바꾸면서 두 번 이상 반복적으로 다양한 속성의 선을 중첩 도시하여 원하는 형태의 심볼을 생성하는 기법이다(그림 12). 그림 13은 본 연구에서 구현한 각종 도로의 단순도시와 복원도시 결과이다.

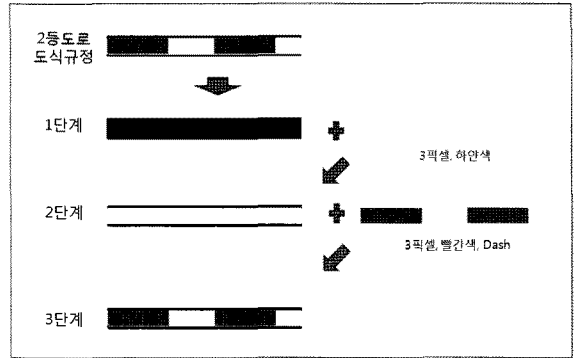


그림 12. 속성변경 및 반복 복원도시(2등 도로)

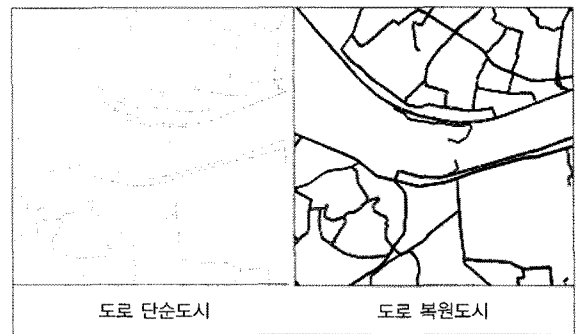


그림 13. 도로의 단순도시 및 복원도시 구현 결과

### 3.3.4 복합 복원도시

군사지도 도식규정에서 정의하고 있는 심볼 중에서 복원도시 기능을 구현하기가 어려운 대표적인 지형지물로 제방을 예로 들 수 있다(그림 14).

구분	기호	규격(mm)
제방	폭 0.3mm 이하	선호: 0.15 틱크간격: 0.80 틱크길이: 0.80 1. 우마차로 및 소로에 이용되는 제방 2. 제방사이의 수로
	폭 0.3mm 이상	선호: 0.15 틱크간격: 0.80 틱크길이: 0.40 1. 수로로 이용되는 제방 2. 큰 제방 3. 도로 및 철도에 이용되는 제방

그림 14. 제방의 복원도시 규정 예

복합 복원도시는 수학적 모델링 복원도시와 속성변경 및 반복 복원도시를 혼합한 방법으로써 제방과 같은 지형 지물이 이에 해당한다. 제방은 그림 14에서와 같은 좁은 제방과 넓은 제방으로 나뉘며 좁은 제방에 대한 복원도시 방법은 위에서 기술한 교량의 복원도시와 거의 유사하다. 그림 15에서와 같이 제방 심봉을 복원시 중심점에 대해서 높이  $h$ 를 갖고, 간격이  $w$ 인 점들의 좌표를 산출하는 방법을 사용하였다. 다만, 교량과는 달리 각 선분에 대한 각도를 구하고, 간격  $w$ 를 계산해서 전 vertex와 다음 vertex를 비교해야하는 점이 차이가 있다.

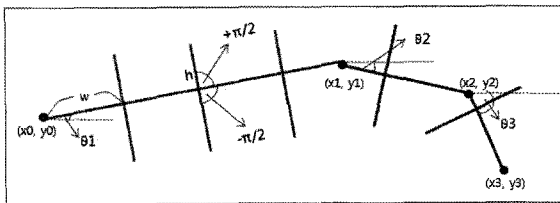


그림 15. 제방 심봉의 수학적 도식화

넓은 제방의 경우는 좁은 제방의 복원도시 방법에 컴퓨터 그래픽의 펜(pen)의 속성을 변경하여 도시하는 방법을 반복적으로 적용하는 기법을 구현하였다(그림 16).

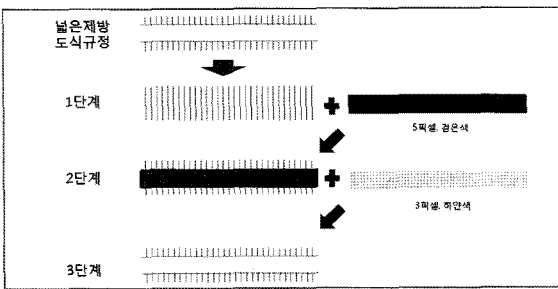


그림 16. 속성변경 및 반복 복원도시(넓은 제방)

그림 17은 제방의 단순도시와 복원도시를 보인 것이다.

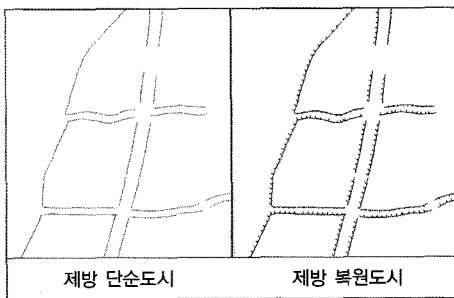


그림 17. 복합 복원도시 예(제방)

### 3.4 면 요소 복원도시

면 요소의 복원도시는 다각형으로 저장되어, 폐합되어 있는 형태이다. 복원도시방법은 바닷물, 강, 하천, 밀집지역 같은 지형지물들과 같이 단색으로 영역 내부를 채우는 방식과 모래지역, 습지, 늪지, 산림 등의 지형지물들과 같이 일정한 패턴(pattern)으로 영역 내부를 채우는 방식을 구현하였다. 그림 18은 면 요소에 대한 단순도시와 복원도시를 보인 것이다.

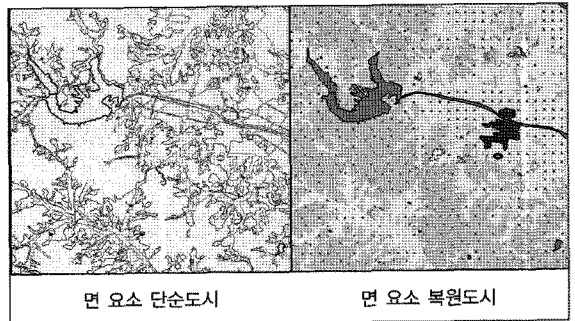


그림 18. 면 요소 복원도시 예

### 3.5 문자 및 좌표 복원도시

문자 및 좌표관련 복원도시는 문자의 경우 점 요소 복원도시와 동일한 방법으로 복원도시된다. 문자에 대한 복원도시는 현재 많이 보편적으로 적용되는 방법이다. 지도는 기본적으로 좌표선과 좌표문자 등을 포함하고 있으며, 종이지도와 동일한 방법으로 좌표선을 재현하기 위한 기법을 구현하였다. 특히 UTM 좌표체계를 사용하고 있는 군사지도의 경우, 인접 존(zone) 간의 중첩지역에 대한 처리를 위해 처리 기법을 구현하였다(그림 19).

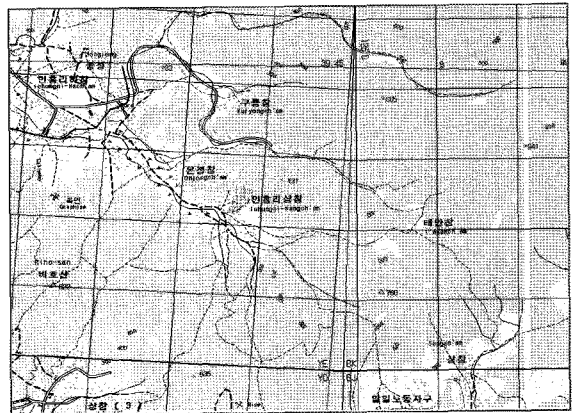


그림 19. 좌표선 복원도시 예

그림 20는 본 연구를 통해 구현된 모든 복원도시 기술을 적용하여 실험지역에 대한 전체 지형지물들을 단순 도시한 결과와 복원도시한 결과를 보인 것이다.

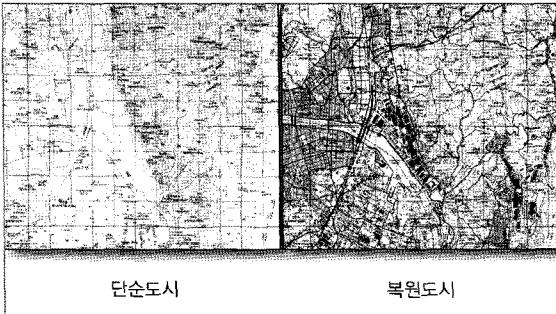


그림 20. 지도 복원도시 예

#### 4. 결론 및 기대효과

현대의 디지털지도는 단순한 그래픽에서 지형지물 데이터베이스 형태로 변화되고 있으며, 데이터베이스에 기록된 지형지물은 속성 코드로 식별되게 된다.

한국 군의 군사지도도 데이터베이스화되면서 이를 이용하여 기존의 수작업을 위한 지도제작 기준과 동일한 수준의 래스터지도를 생산해야 하는 입장에 직면하였다.

지도제작의 자동화에 있어 반드시 선행되어야 하는 기술은 지도 도식규정에서 정하고 있는 지형지물을 정해진 심볼로 복원도시하는 기술이다.

본 연구에서 개발한 지도 복원도시 기법은 한국 군의 지도제작 도식규정을 완벽히 준수하여 지형지물 데이터베이스로부터 종이지도와 동등 수준의 래스터지도를 자동 생성할 수 있는 기술이다. 개발한 복원도시 기법을 통하여 지도제작 도식규정에서 정의하고 있는 지도 도식화의 자동화 수준을 95% 이상으로 향상시킬 수 있으며, 개발한 기법을 적용한 지도제작 소프트웨어에 의해서 대축척 군사 래스터지도를 근 실시간적으로 자동 생성할 수 있는 기반을 마련하였다. 군사지도 도식규정에서 정의하는 심볼에 대해서 구현되지 못한 5% 부분들은 기존의 수작업에 의해서 아트(art) 수준으로 제작되던 종이지도를 위한 규정으로서, 지형지물 데이터베이스를 기반으로 프로그램을 통해 구현되는 디지털지도 제작 방법에 적용하기에는 무리가 있었다.

본 연구에서 개발한 복원도시 기법은 축척 1/5만의 대

축척 군사지도에 대한 종이지도 도식규정을 자동화한 것이다. 따라서 본 연구의 성과를 기반으로 모든 축척에 대한 지도 도식규정 자동화를 위한 연구와 기법 개발이 뒤따라야 할 것으로 사료된다. 또한 복원도시율을 100% 화하기 위해서는 기존의 종이지도 기반의 도식규정을 최신의 디지털지도 제작에 부응할 수 있는 디지털지도 도식규정 개정에 대한 연구가 필요할 것이다.

래스터지도 제작을 위한 기존의 방법은 노동집약적인 수작업이 위주로 많은 인력 및 장비, 예산 등을 필요로 하는 반면에, 본 연구의 성과를 적용할 경우 평균 12시간 이내에 한반도 전역의 모든 래스터지도를 생산 가능하였다. 따라서 자동화에 따른 예산 절감 효과가 있을 뿐만 아니라, 최신화된 자료의 확보에도 기여하여 우리 군의 지형정보 현대화 및 국방력 향상에 기여할 것으로 기대한다.

#### 참고문헌

- 김주환, 강영복 (1982), 지도학, 대학교재출판사, pp. 23-24.
- 오행록, 김성용, 신석철 (2010), 군사정보통합처리체계 소개 및 발전방향, 국방과학기술플러스, 국방과학연구소, vol. 15, p. 93
- 육군지형정보단 사양서 (2007), 대축척 지형도(TLM) 규격서 (1/5만, 1/2.5만), 육군지형정보단, p. 2
- 이용용, 박완용, 송현승 (2008), 지형정보 DB를 이용한 디지털 지도제작 자동화, 한국군사과학기술학회 2008년도 종합학술대회 논문집, 한국군사과학기술학회, p. 42
- 이태용, 이승재, 이상건, 이병길, 하득청 (1999), 웹 기반 상황도 도시 기술 소개, 국방과학연구소 연구보고서 GEDC-509-00068, 국방과학연구소, p. 11
- 조우석, 이하준 (2003), 소축척 수치지도 자료사전에 관한 연구, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 21권 제 3호, pp. 215-228.
- 최석근 (2004), 지도제작자동화의 효율성 향상을 위한 지형도 도식 분석, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제22권 제 4호, pp. 375-381.
- John Pickles (2004), A history of Spaces - Cartographic reason, mapping and the geocoded world, Routledge, Taylor and Francis Group, pp. 75-78
- Keates J. S (1989), Cartographic Design and Production, 2nd Edition, John Wiley & Sons, pp. 89-134.

Robinson A. H, Sal R. D, Morrison J. L, (1995), *Element of Cartography*, 6th Edition, *John Wiley & Sons*, pp. 316-339.

---

(접수일 2010. 10. 02, 심사일 2010. 10. 12, 심사완료일 2010. 10. 24)