

논문97-2-1-05

2차원 지형정보와 격자형 고도자료의 중첩도시 기법 연구

이 병 길*, 이 상 지*

A Study on Perspective Display Using 3D Elevation Data with 2D Information Overlay

Byeong Kil Lee* and Sang Zee Lee*

요 약

2차원 지형정보의 고속 중첩 도시에 적합한 효율적인 3차원 지형 입체 도시 방안을 제안하였으며 벡터 지도를 소프트웨어로 복원 도시 후 래스터화한 VRRG(Vector Restored Raster Graphics)의 지형 속성별 고유 칼라인덱스를 이용하여 벡터 지도와 같이 지형 지물을 선택 도시하는 기능과 함께 선명한 2차원 래스터 지도를 3차원 지형 고도 위에 중첩 도시를 할 수 있게 되었으며 각종 상황 정보, 지형 분석 결과 등의 중첩도시를 효율적으로 수행할 수 있게 되었다.

Abstract

We propose 3D perspective display using elevation matrix data with 2D information overlay. This algorithm is based on 1D scan-line method and we used color index of the newly developed raster map, VRRG(Vector Restored Raster Graphics). The proposed method allows the fast generation of perspective view of 3D data with 2D overlay and the fast selective display of the features of 2D overlay.

1. 서 론

지도와 중첩하여 각종 정보 및 상황등을 도시하는 기능이 필수적인 GIS(Geographic Information System)분야에서는 실제 지형에 대한 입체감을 높이고 상황의 신속한 판단을 위해 2차원 지형정보, 지형분석 결과 및 현황 정보등의 입체적인 중첩 도시가 요구되어 진다.

고도 데이터를 2차원 투영면상에 입체 영상으로 표현하기 위한 원근 투영법은 실 좌표계의 데이터를 3차원적으로 재구성하는 기법으로서 고도 데이터의 입체적 표현, 3차원 scene분석, 그래픽 시뮬레이션 및 애니메이션등에 많이 이

용되고 있다. [1][2]

3차원 입체 지형 도시는 고도 정보를 입체적으로 표현하는 것 외에 이 3차원 지형에 도로, 지명, 수계등의 기본도와 각종 분석도를 선택적으로 중첩하여 도시하고, 투사각이 일정한 상태에서 화면 전체 또는 일부분을 고속으로 수정 도시할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 중첩도시되는 2차원 지도의 화질을 개선하고 도시속도를 빠르게 하기 위해 벡터 지도를 자체 개발한 소프트웨어를 이용하여 종이지도와 유사하게 복원 도시 후 래스터화한 VRRG (Vector Restored Raster Graphics) 지도를 이용하였다. 또한 래스터 지도의 고속 중첩 도시에 적합한 scan-line기법을 응용한 3차원 입체 도시 방안을 제안하였으며 제안한 방안을 이용하여 래스터 지도(VRRG) 및 각종 상황정보 등의 중첩 도시를 효율적으로 수행할 수 있게 되었다.

* 국방과학연구소
Agency for Defense Development(ADD)

II. 기존의 입체 영상 도시

기존의 입체 도시 기법으로는 scan-line을 이용한 화소 단위의 입체 영상 도시 기법인 Robertson 방법[3]등이 있으며 1차원 및 2차원 격자선으로 나타내는 wire-frame방식이 있다. wire-frame을 이용한 면단위의 투영기법의 경우 부가 정보를 중첩 도시하는 경우 전체적인 입체 도시를 위한 계산 절차를 반복 수행해야 하므로 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 3차원 입체 지형의 표면에 래스터 지도 및 영상 정보의 2차원 지형 정보를 중첩 도시하기에는 wire-frame방식보다는 scan-line방식의 도시 기법이 적합하므로 본 논문에서는 이에 중점을 두었다. 다음은 scan-line을 이용한 화소단위의 투영 기법인 Robertson의 방법에 대한 설명이다. 고도 정보를 이용하여 기복 음영 영상 (relief-shaded image)을 생성한 후 다음과 같은 4단계의 수행과정을 거친다.

- ① 관측자가 보고자하는 방향으로 영상을 회전시킨다. 여기서는 두 번의 일차원 보간 (interpolation)과정이 수행된다. [4][5]
- ② 회전된 영상에 대해 거리에 따른 원근법에 따라 수평 rhombic압축이 행해지며 원 영상의 모든 화소점들은 변환된 영상에서는 column상에 가시선(line of sight)별로 정렬하게 된다.
- ③ 수평 압축이 이루어진 영상에 대해 가시방향으로 1차원 처리방식으로 수직 투영과 은폐점 제거를 수행하여 투영면상의 수직 성분을 구한다.
- ④ rhombic압축을 복원하기 위한 수평 투영이 수행된다.

Robertson의 투영 방법은 원 영상을 회전 및 rhombic 압축 처리하여 동일 장소에 저장함으로써 기억 장소 할당면에서 우수한 특성을 보인다. 그러나 도시된 입체 영상위에 새로운 정보를 중첩도시 한다거나 일부 수정이 필요시 위의 4단계를 처음부터 반복함으로써 과도한 시간이 소요되는 단점이 있다.

III. 새로운 고속 입체 도시 기법

1. 중첩도시를 고려한 3차원 원근 투영[6]

본 논문에서 제안하는 방식은 고도값을 밝기로 표현한 영상을 직접 메모리버퍼에 기록하여 계산하는 기존의 Robertson방식과는 달리 투영면상의 임의의 투영점을 기준으로 하고 이점에 대해 원영상에서 이 투영점에 대응하는 화소점의 좌표를 계산하여 계산된 자료값을 활용하여 고속으로 3차원 입체영상을 얻는다. 수행시간을 줄이기 위해 기존 방식과 유사한 방법으로 scan-line을 따라 처리하는 1차원 투영기법을 이용하나 Robertson방식에서 수행하는 원

영상을 이용하는 회전 및 rhombic 처리 과정 대신, 1차원 수직 투영을위한 scan-line 제적을 원 영상면의 좌표계상에서 그리고 scan-line을 따라 원 영상의 격자간격을 고려하여 1차원 보간에 의해 고도값이 얻어지도록 균일 간격점에 대한 고도값을 간단히 얻는다. 은폐점제거를 위한 수직 투영을 scan-line을 따라 뒤에서 앞으로 수행하는 기존의 방법과 달리 앞에서 뒤로 순차적으로 수행함으로써 처리시간을 단축하고 쉽게 구할수 있다. 전체적으로 기존 방식에 비해 1차원 보간 횟수를 줄이고, 계산해야 하는 화소수를 줄임으로써 계산 시간을 줄일 수 있었다. 최종적으로 1차원 수평 투영을 통하여 투영면상의 좌표로 보정하는 과정을 통해 직교 좌표를 갖는 모니터 화면의 각 화소점의 좌표에 투영된 영상의 각 화소점의 원래의 영상면의 대응 좌표값과 고도값을 획득함으로써 이를 중첩도시등에 쉽게 이용할 수 있다.

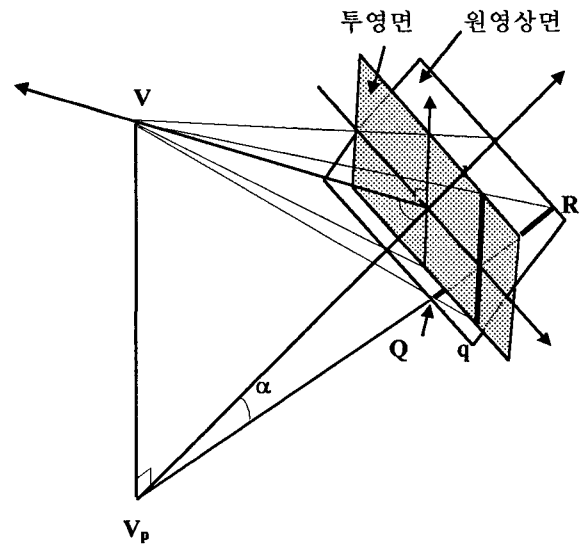


그림 1. 원 영상면과 투영면과의 관계도
Fig. 1. Image plane and projection plane

가. 1차원 scan-line 처리

투영면상의 임의의 투영점에 대해 원 영상에서 이 투영점에 대응하는 화소점이 어느것인지 계산하기 위해 그림 1에서처럼 가시점인 V 를 포함하고 원 영상면에 수직인 면 VQR 을 생각할 수 있다. 여기서 선분 QR 은 원 영상면의 scan-line제적이고 대응하는 투영면상의 scan-line제적은 선분 qr 이다.

1차원 scan-line인 선분 QR 을 원 영상면의 좌표로 표현하기 위해 그림 2와 같이 (x, y) 좌표계를 z 축을 중심으로 반시계방향으로 $(\phi - \alpha)$ 만큼 회전시킨 새로운 좌표계 (s, t) 를 생각할 수 있다. 여기서 ϕ 는 관측자위치와 원 영상면과의 각도이다.

1차원 scan-line QR 상의 고도값을 일정간격으로 1차원

버퍼에 저장하기 위해 선분 QR의 방향 즉, $(\phi - \alpha)$ 의 값의 범위에 따라 X축 방향 또는 Y축 방향중 한 방향에 대해 원 영상의 화소 간격으로 샘플링하고 나머지 좌표 방향으로는 1차원 보간(interpolation)에 의해 고도값을 추출한다. $(\phi - \alpha)$ 값의 범위를 다음의 4가지로 나누어서 아래와 같이 각각 생각할 수 있다.

- i) $-45^\circ \leq (\phi - \alpha) < 45^\circ$
- ii) $45^\circ \leq (\phi - \alpha) < 135^\circ$
- iii) $135^\circ \leq (\phi - \alpha) < -135^\circ$
- iv) $-135^\circ \leq (\phi - \alpha) < -45^\circ$

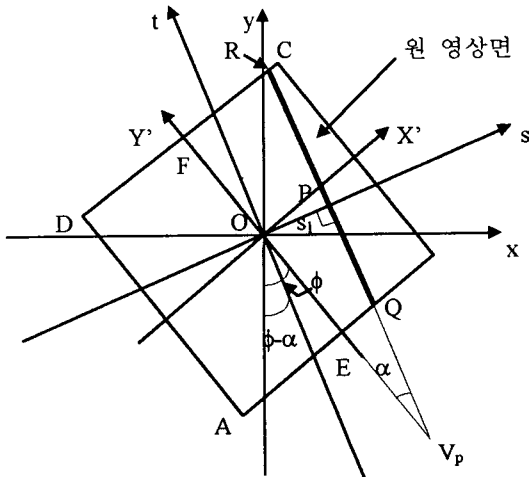


그림 2. 원 영상면과 scan-line계적
Fig. 2. Image plane with scan-line

첫번째 경우에 대해서 고려해보면 오차를 최소화하기 위해서 y축 방향으로는 화소간격과 동일하게 균등하게 샘플링하고 x축 방향으로는 인접 두 화소점을 이용하여 보간에 의해 구할 수 있다. 그림 3으로부터 m번째 위치 좌표 중 y_m 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$y_m = m \cdot \Delta y \tag{1}$$

여기서 $m = -My \sim +My$ 로서 1차원 버퍼의 순번을 나타내는 정수이고 My는 원 영상의 y 방향의 화소수의 절반에 해당된다. Δy 는 원 영상의 y 방향으로 화소간의 실제 거리를 의미한다.

m번째 위치 좌표 중 x_m 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} X_m &= OL - GH \\ &= s_1 / \cos(\phi - \alpha) - y_m \cdot \tan(\phi - \alpha) \end{aligned} \tag{2}$$

여기서 s_1 은 다음과 같으며 QR계적과 s축과의 교차점을

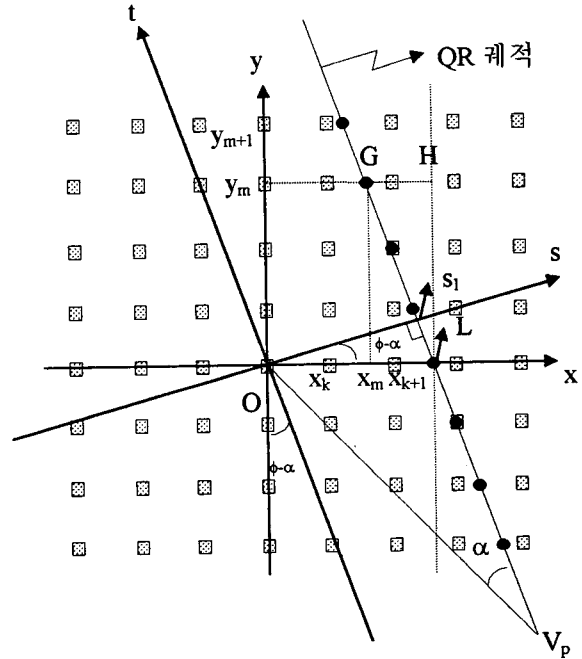


그림 3. 원 영상으로부터 고도값을 구하는 관계
Fig. 3. Image plane geometry to get height value

나타낸다.

$$s_1 = V_p O \cdot \sin \alpha = f \cos \theta \cdot \sin \alpha \tag{3}$$

가시선을 따라 1차원적으로 고도값을 저장한 영상을 $Z[m]$ 이라고 하면 식 (4)와 같이 표현할 수 있다.

$$Z(m) = L_x [F(x_k, y_m), F(x_{k+1}, y_m)] \tag{4}$$

여기서 $F(x, y)$ 는 원 고도 영상을 나타내고 $L_x[]$ 는 인접 두 화소점을 이용하여 x방향으로 선형 보간(linear interpolation)을 의미한다. 나머지의 경우도 위와 마찬가지로 구할 수 있다.

나. 은폐점 제거 및 수직 투영

1차원 scan-line처리를 통해 은폐점을 제거하기 위해 1차원 버퍼에 저장된 고도값은 원 영상의 QR계적을 따라 등간격으로 저장되어 있다. 이 간격을 Δt 라 하면 Δt 의 값은 각 scan-line의 회전각 $(\phi - \alpha)$ 에 따라 달라진다.

본 논문에서 은폐점 제거를 위해 사용한 방법은 원 영상의 각 화소점의 고도값이 투영면의 어느점에 투영되는지 위치를 계산하는 대신 반대로 투영면상의 원하는 투영점을 먼저 정하고 이 투영점이 가시선에 따라 원 영상의 어느점에 관계가 있는지를 고도값을 고려하여 역으로 산출하는 방법을 채택하였다.

그림 4에서 k번째 가시선을 따라 t축상의 m번째와 m+1번째 화소점의 가상적인 고도를 z_m 및 z_{m+1} 이라하고, 실제 m번째와 m+1번째 화소점의 고도를 h_m 및 h_{m+1} 이라 하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$z_m = H_0 - (f \cos \theta + t_m) \cdot \tan(\phi - \beta_k) \quad (5)$$

$$z_{m+1} = H_0 - (f \cos \theta + t_{m+1}) \cdot \tan(\phi - \beta_k) \quad (6)$$

여기서 k번째 가시선이 투영면과 만나는 점을 t'_k 라 하면 $\beta_k = \tan^{-1}(t'_k / f)$ 이고 H_0 는 가시점 V의 고도값이고 f 는 가시점으로부터 원 영상의 중심까지의 거리를 나타내며 θ 는 가시점 V의 양각이다.

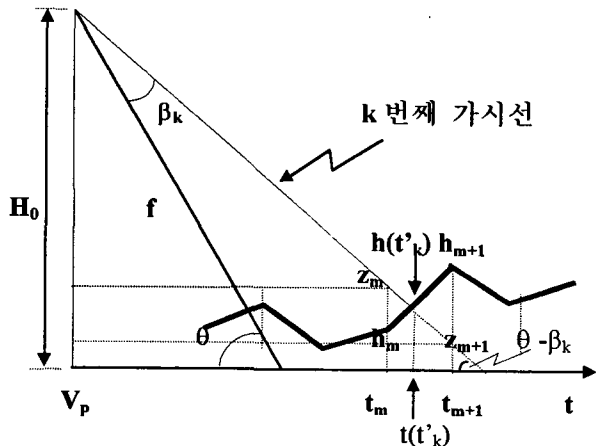


그림 4. 1차원 보간에 의한 수평투영
Fig. 4. Horizontal projection using 1D interpolation

k번째 가시선이 t축상의 m번째 화소점과 m+1번째 화소점 사이의 3차원 표면과 만난다고 가정할때 좌표값 $t(t'_k)$ 및 고도값 $h(t'_k)$ 는 다음과 같이 구해진다.

$$t(t'_k) = T(y''_m) = t_m + \Delta t \cdot d_{m+1} / (d_m + d_{m+1}) \quad (7)$$

$$h(t'_k) = L_1[h_m, h_{m+1}] = (d_{m+1}h_m + d_m h_{m+1}) / (d_m + d_{m+1}) \quad (8)$$

여기서 Δt 는 t축으로 고도값을 저장하고 있는 샘플 간격이고 $L_1[\]$ 는 t축 방향으로 linear interpolation을 나타낸다.

k번째 가시선이 t축상의 m번째 격자점과 m+1번째 격자점사이의 3차원표면과 만나기 위해서는 반드시 $d_m > 0$, $d_{m+1} > 0$ 이어야 하며 d_m, d_{m+1} 는 다음과 같다.

$$d_m = z_m - h_m \quad (9)$$

$$d_{m+1} = h_{m+1} - z_{m+1} \quad (10)$$

다. 투영면상의 1차원 수평 보간

최종적으로 생성된 3차원 입체 영상은 투영면의 직교 좌표상에 등간격으로 존재해야 모니터에 도시 가능한 영상이 된다. 투영면상의 격자qr상에서 가시선의 위치를 정할때 그림 5에서 알 수 있듯이 y''방향으로는 화소간격과 동일한 등간격으로 샘플링되어 있으므로 최종적으로 x''방향으로 1차원 수평 보간에 의해 화소간격으로 위치를 정할 수 있다.

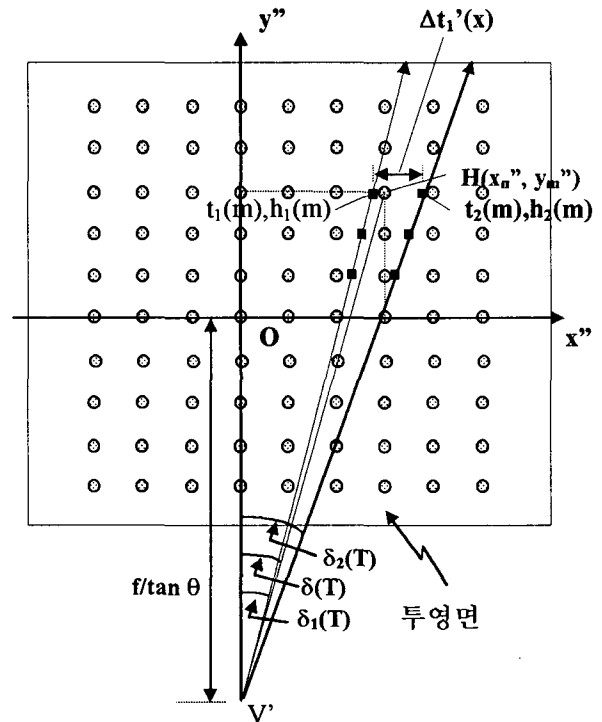


그림 5. 투영면상에서의 1차원 수평보간
Fig. 5. 1D horizontal interpolation in projection plane

이제 그림 5에서 투영면에 직교상의 임의의 화소점 $[T(x_n''), T(y_m'')]$ 의 고도값 $H(x_n'', y_m'')$ 을 1차원 보간에 의해 구하면 다음과 같다.

$$H(x_n'', y_m'') = L_1[h_1(m), h_2(m)] = [d_1(m)h_2(m) + d_2(m)h_1(m)] / [d_1(m) + d_2(m)] \quad (11)$$

$$T(x_n'') = t_1(m) + \Delta t_1'(x) \cdot d_1(m+1) / [d_1(m) + d_1(m+1)] \quad (12)$$

여기서 y축 방향의 좌표값인 $T(y_m'')$ 는 x''방향으로의 수평 보간을 하기 이전의 좌표값과 동일하며 $t_1(m), t_2(m)$

및 $\delta(T)$ 는 다음식과 같다.

$$t_1(m) = (f / \tan \theta + y_m) \tan \delta_1(T) \quad (13)$$

$$t_2(m) = (f / \tan \theta + y_m) \tan \delta_2(T) \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \delta(T) &= \tan^{-1}[x_n / (V' O + y_m)] \\ &= \tan^{-1}[x_n / (f / \tan \theta + y_m)] \end{aligned} \quad (15)$$

$\delta(T)$ 의 크기가 그림5와 같이 $\delta_1(T)$ 와 $\delta_2(T)$ 의 사이에 있다면 $\delta_1(T)$ 와 $\delta_2(T)$ 는 다음과 같이 구해진다.

$$\begin{aligned} \delta_1(T) &= k_1(T) \Delta \delta \\ \delta_2(T) &= k_2(T) \Delta \delta \end{aligned} \quad (16)$$

여기서 $k_1(T)$, $k_2(T)$ 는 식(17)과 같으며 $\Delta \delta$ 는 scan-line 사이의 각도 간격을 나타낸다.

$$\begin{aligned} k_1(T) &= INT[\delta(T) / \Delta \delta] \\ k_2(T) &= k_1(T) + \text{sgn}[\delta(T)] \end{aligned} \quad (17)$$

식(11)의 고도값을 이용하여 투영면상의 고도를 gray-level로 입체적 표현을 할 수 있으며, 제안한 기법의 투영으로부터 추출된 결과값인 투영면상의 화소들의 실제 좌표값 즉, 식 (12)의 $T(x_n)$ 와 식(7)의 $T(y_m)$ 를 이용하여 2차원 지도 및 각종 지형/영상 정보를 빠르게 중첩 도시할 수 있으며 2차원 지도의 축척별 도시, 지형 요소별 선택 도시등에 효율적으로 이용할 수가 있다.

2. VRRG 지도를 이용한 중첩 도시

가. VRRG 개요[7]

일반적으로 벡터 지도는 지형 속성별 선택 도시가 가능하고 확대, 축소시에도 화질의 선명도를 유지하지만 정보량이 많고 지형지물 요소별로 그래프로 그려야하므로 도시 시간이 래스터 지도에 비해 오래 걸린다. 또한, ADRG (Arc Digitized Raster Graphics)와 같이 종이지도를 스캐닝하여 제작된 일반적인 래스터 지도는 제작이 간편한 반면 사용된 색의 종류가 10가지이내로 제한되어 지형지물 선택 도시가 불가능하고 스캐닝 과정시 바탕 영역의 비균일성, 도엽간의 동일색의 명암 차이 등이 발생하게 되어 압축시 동일한 압축율에 대해 상대적으로 최종적인 래스터 영상 지도의 화질이 떨어지게 된다.

이러한 래스터 지도의 단점을 보완하기 위하여 개발된 VRRG(Vector Restored Raster Graphics) 지도는 기존 지도의 필름 원판을 이용하여 지형 지물(도로, 하천)을 추출한 후 점, 선, 면, 문자 등으로 구분하여 제작된 벡터형 수치 지도의 소프트웨어를 이용하여 복원 도시하여 제작한 것으로서 그림 6은 지형속성별 선택도시한 내용을 나타낸 것

이다. 이러한 VRRG 지도는 제작 과정이 어려운 반면 ADRG형 수치지도에서나타나는 바탕영역에서의 비균일성 및 인접 도엽간의 같은색의 명암차이가 제거되며, 원하는 축척에 대해 공간적인 sub-sampling 과정을 거치지 않고 벡터 그래픽을 축척에 따라 조절하여 복원 도시하므로 정밀도면에서 정보 손실을 막을 수 있다. VRRG는 국부 영역 도시 시 속도 개선을 위하여 화일 크기를 256x256으로 하는 타일화된 형태의 지도로서 각각의 외곽 좌표값을 갖고 있으며 62개의 지형 속성별 칼라 인덱스로 구성되어 있다. 이러한 VRRG의 특성을 이용하여 도시 속도를 개선하고 고화질의 선명한 2차원 지도를 지형 고도 위에 중첩 도시를 하였으며 원하는 지형지물을 고속으로 선택 도시하도록 개발하였다.

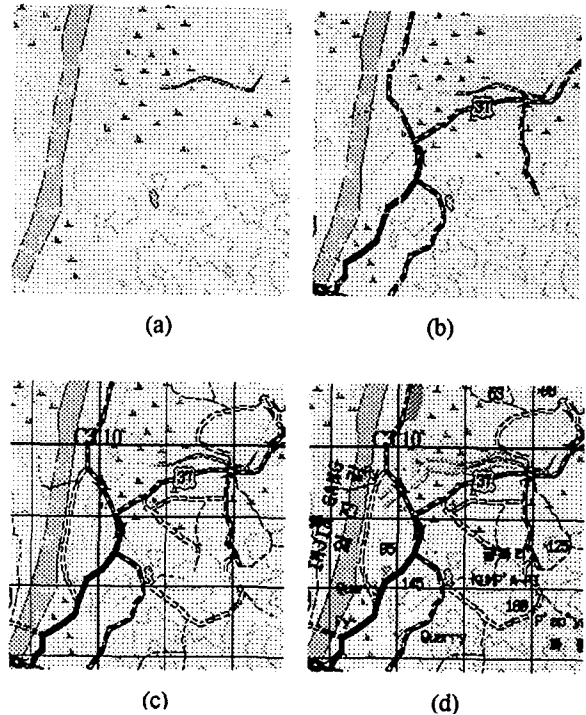


그림 6. VRRG 지도의 지형 요소별 선택 도시
(a) 수계, 논, 등고선 (b) 철도 관련 지물 포함
(c) UTM격자선 포함 (d) 전체 선택

Fig. 6. Selective display of the features on VRRG map
(a) Water, rice field, contour (b) Railroad included
(c) UTM grid line included (d) All features

나. 투영의 결과값을 이용한 고속 중첩 도시

1) VRRG 타일 지도의 3차원 원근 투영

식 (7) 및 식 (12)의 투영된 결과의 X, Y좌표를 이용하여 다음의 과정을 거쳐 각각의 해당 좌표를 VRRG지도로부터 획득하여 투영된 VRRG 지도를 얻는다.

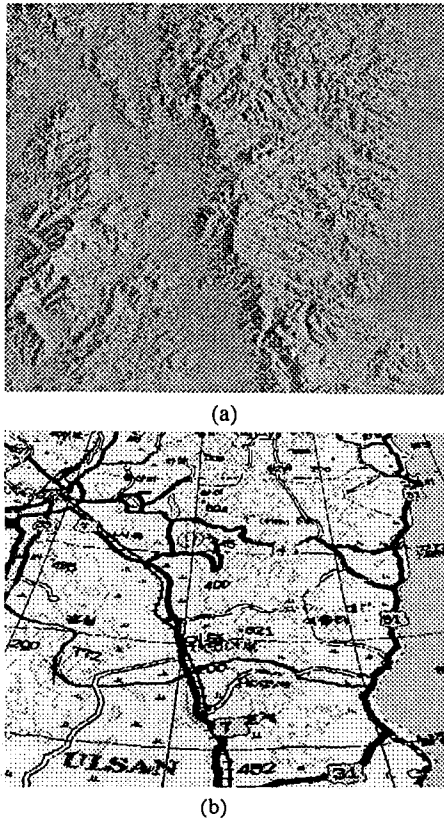


그림 7. 원근 투영된 3차원 입체영상과 VRRG 영상
 (a) 원근투영된 3차원 입체 고도 영상
 (b) 투영결과값을 이용한 VRRG지도의 resampling 한 영상
 Fig. 7. Perspective elevation display and VRRG image
 (a) Perspective elevation display
 (b) Perspective VRRG image

- ① 투영된 결과의 X, Y좌표의 최대 / 최소값 (Xmin, Ymin) (Xmax, Ymax)을 구한다
- ② 선택된 축적의 최대 / 최소값내의 해당 VRRG 지도를 디스크로부터 읽는다.
- ③ VRRG지도의 외곽좌표를 이용하여 해당하는 Tile내에서 투영좌표에 가장 인접하는 좌표를 찾아 해당하는 VRRG화소점의 칼라인덱스값을 추출한다.

VRRG지도가 타일화되어 있고 각각의 외곽 좌표값을 갖고 있으므로 해당 좌표를 찾는 시간을 최소화할 수 있다. 그림 7(a)는 원근 투영된 3차원 입체 고도영상을 나타내며 동일 지역에 대한 VRRG의 원근 투영된 지도는 그림7(b)에 나타나 있으며 이는 원근감은 있지만 고도 정보가 포함되어 있지 않기 때문에 입체감을 주지는 않는다.

2) VRRG의 color index를 이용한 중첩 도시

각 지형요소 및 고도영상의 입체감 및 선명도를 높이기 위하여 VRRG지도의 지형 요소별 칼라 정보를 고려한 마

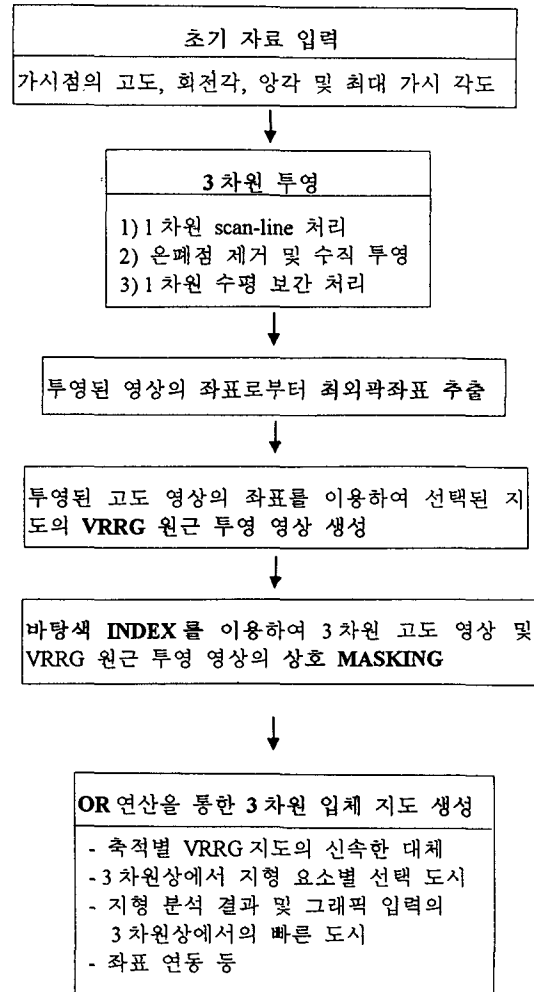


그림 8. 3차원 입체 지형의 중첩기법 흐름도
 Fig. 8. The flow chart of overlay display with perspective projection

스킹을 이용하여 중첩 도시 영상을 획득하고자 한다. 주요 지형 요소별 색상 부호 중 가장 많은 영역을 점유하고 있는 VRRG의 바탕색은 지형적으로는 의미가 없는 영역이므로 이 부분을 입체 지형 고도영상으로 나타내고 나머지 지형요소에 대해서는 VRRG 2차원 지도의 화소값을 나타낸다. 이 경우 임의의 원하는 지형 요소에 대해서 선택적으로 도시할 수 있으며 모든 축적의 지도에 대해서도 동일한 칼라 인덱스를 사용하므로 축적에 따라 선택적으로 지도를 대체할 수 있다.

투영된 VRRG영상에 대해서 색상 부호 번호가 0인 바탕색의 칼라를 가진 픽셀을 '0x00'으로 AND연산을 취하고 반대로, 3차원 고도 영상에 대해서 VRRG 화소점의 색상 부호 번호가 0이 아닌 픽셀을 '0x00'으로 AND연산을 취한 후 각각의 결과 영상을 OR 연산을 취하게 되면 선명

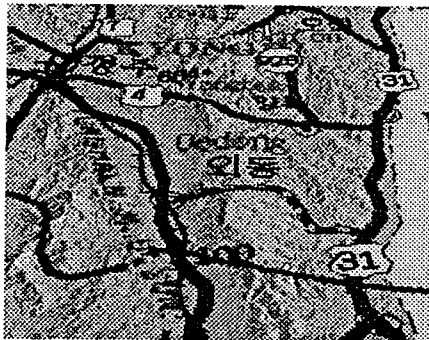
도가 개선된 3차원 입체 지도를 얻을수 있다.

IV. 시뮬레이션 및 고찰

제안된 기법을 소프트웨어로 구현하기 위하여 그림 8과 같이 초기자료 입력, 3차원 입체 투영 및 래스터 지도 중첩등의 절차에 따라 단계별로 처리한다.

1. 3차원 지형 고도 영상과 VRRG 원근 투영 영상의 축척별 중첩 도시

3차원 투영으로 부터 획득한 결과 좌표값을 이용하여, 투영에 의한 별도의 계산 없이 해당 좌표의 칼라인덱스만을 찾는 과정으로만 VRRG 지도를 축척별로 중첩할 수 있다. 그림 9는 1:1,000,000 및 1:500,000 VRRG지도를 동일 고도영상에 대해 중첩도시한 영상이다. 지형 요소의 선명도뿐만 아니라 고도 영상의 입체감도 유지할 수 있음을 알 수 있다.

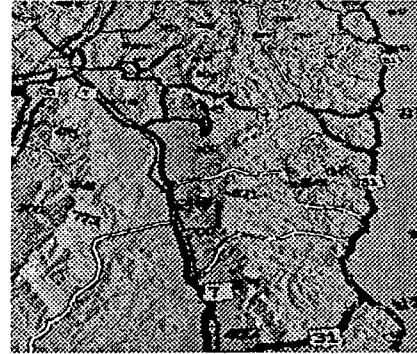


(a)

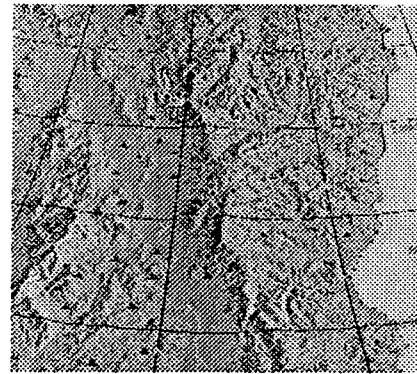


(b)

그림9. 지형 고도영상과 VRRG지도의 축척별 중첩 도시
(a) 1 : 1,000,000 지도 중첩 (b)1: 500,000 지도 중첩
Fig. 9. 3D elevation image with VRRG map overlay
(a) 1 : 1,000,000 map overlay (b)1: 500,000 map overlay



(a)



(b)

그림 10. 3차원 입체 지도의 지형요소별 선택 도시
(a) 도로망, 지명 (b)수부, 논, UTM격자
Fig. 10. Selective display of the features with VRRG overlay
(a) Road and related (b) Water, rice field, UTM grid line and related

2. 3차원상의 VRRG지도의 지형요소별 선택 도시

일반적으로 벡터지도는 선택도시가 가능하지만 도시시간이 긴 반면, 래스터지도는 도시시간이 비교적짧지만 선택 도시가 불가능하다. 본 논문의 VRRG의 중첩도시는 도시시간을 짧게 하면서 벡터지도의 지형요소별 선택도시의 효과를 낼 수가 있으며 이를 입체 지형 고도위에 중첩 도시하므로써 정보 획득의 효율을 높일 수가 있다.

VRRG 지도의 지형 요소별 칼라 인덱스를 이용하여 선택된 지형요소에 대해 3차원 투영에 대한 추가적인 계산 없이 신속하게 도시할 수 있으며 그림 10은 그 결과영상이다.

3. 성능 분석 및 고찰

본 논문에서 제안한 기법은 총 3번의 1차원 보간이 수

행되며 추출된 투영의 결과 좌표값을 이용하여 지도 및 각종 영상 정보의 중첩 도시에 별도의 투영 계산없이 단순 mapping에 의해 수행되어 진다. 또한 화면내의 국부적인 상황 정보의 변경도 기존의 방법은 처음부터 전과정을 수행하여야 하나 제안한 방법은 해당 지표면에 대한 투영점의 국부적인 입체 영상의 생성이 가능하므로 시간을 단축시킬 수 있다. 1200x1200 pixel크기의 고도자료를 이용하여 512x512의 투영영상을 생성하는 과정 및 중첩 도시과정에 소요되는 수행시간은 표 1과 같다. 소프트웨어 구현에 사용된 장비는 main memory 32M인 100 MHz PentiumPC를 사용하였다.

표 1. 실험결과와 수행시간
Table 1. Processing time of overlay display

수행 내용	수행 시간	비 고
투영 + 중첩	13 초	1:500,000 VRRG 중첩
1:1,000,000 중첩	3 초	4 개의 VRRG 이용
1:500,000 중첩	3 초	8 개의 VRRG 이용
1:250,000 중첩	5 초	24 개의 VRRG 이용
지형 선택도시	3 초	등고선, 도로등

V. 결 론

3차원 입체 지형 도시는 단순히 3차원 고도 정보를 표현하는 것 외에 지형분석 자료 및 분석 결과를 선택적으로 중첩하여 도시하고, 화면 전체 또는 일부분을 고속으로 수정 도시할 수 있어야 한다. 기존의 3차원 원근 투영 기법은 3차원 투영으로 부터 추가 정보를 중첩도시하기 위해서, 중첩할 대상에 대해 전체 투영과정을 재 수행해야하며 일부 화면의 수정도시를 위해서도 전 투영 과정을 반복해야 하므로 중첩 도시에 이용하기에는 시간이 오래 걸리는 등 적합하지 못한 문제점이 있다.

본 논문에서는 벡터 지도를 소프트웨어로 복원 도시 후 래스터화한 VRRG를 이용하였으며 VRRG의 칼라인택스

를 이용하여 도시 속도를 개선하고 벡터 지도와 같이 지형 지물을 선택 도시하는 기능과 함께 선명한 2차원 지도를 지형 고도 위에 중첩 도시를 할 수 있게 되었다. 또한 기존의 3차원 원근 투영 기법을 탈피하여 래스터 지도의 고속 중첩 도시에 적합한 scan-line기법을 응용한 투영 기법을 제안하였으며 이의 결과값 및 색정보의 마스크를 통하여 속도를 개선하고 선명한 2차원 래스터 지도 뿐만 아니라 각종 상황 정보, 지형 분석 결과 등의 중첩 도시를 효율적으로 수행할 수 있게 되었다. 앞으로 보다 빠른 속도와 좋은화질의 3차원 입체 지도의 효율적인 중첩도시를 위하여 graphic library형태로 제안된 기법의 구현이 필요하며, 지속적인 도시속도 개선과 더욱 다양한 기능 개발이 뒤따라야겠다.

참 고 문 헌

- [1] S.L. Grotch, "Three-dimensional and stereoscopic graphics for scientific data display and analysis," *IEEE CG&A*, vol. 3, no. 8, pp. 31-42, Nov. 1983.
- [2] P.K. Robertson and J.F. O'Callaghan, "The application of scene synthesis techniques to the display of multidimensional image data," *ACM Trans. Graphics*, vol. 4, no. 4, pp. 247-275, Oct. 1985.
- [3] P.K. Robertson, "Fast perspective views of images using one-dimensional operations," *IEEE CG&A*, vol. 7, no. 2, pp. 47-56, Feb. 1987.
- [4] E. Catmull and A.R. Smith, "3D transformation of images in scan-line order," *Computer Graphics(Proc. SIGGRAPH 80)*, vol. 14, no. 3, pp. 279-285, Jul. 1980.
- [5] D. Fraser, R.A. Schowengert and I. Briggs, "Rectification of multichannel images in mass storage using image transposition," *CVGIP*, vol. 29, pp. 23-36, 1985.
- [6] 이상지, 이병길, 류철형, 이상건, "Ray-tracing방식의 고속 3차원 도시기법 연구", 제6회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 논문집, pp. 81-86, 1994.
- [7] 박성복, 이태용, 이상건, 류철형, 송현승, 이병길, 이상지, "벡터 양자화를 이용한 수치지도 압축에 관한 연구", 제7회 신호처리 학술대회 논문집 제7권 1호, pp. 179-184, 1994.

 저 자 소 개

**이 병 길**

1967년 3월 11일생
 1989년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1991년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1991년 2월 16일 ~ 현재, 국방과학연구소 연구원
 주관심분야 : 지리정보시스템(GIS)설계 및 개발, C3I 시스템,
 2D 및 3D Graphics 영상 처리 및 응용, GPS

**이 상 지**

1954년 8월 5일생
 1977년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1983년 2월 한국과학기술원 전기/전자공학과 졸업(공학석사)
 1991년 8월 한국과학기술원 전기/전자공학과 졸업(공학박사)
 1977년 ~ 현재 국방과학연구소 책임연구원
 국가 GIS 위원회(표준화 분과) 위원
 ISO/TC211(지리정보) 전문 위원
 국립해양조사원 전자해도 자문위원
 서울시 지리정보 자문위원
 지적공사 수치지적도 기술자문위원
 주관심분야 : 지리정보시스템(GIS)설계 및 개발, 수치지도 표준화,
 C3I 시스템, 2D 및 3D Visualization, GIS/GPS 통합