

# 래스터 지도 시현을 위한 타일링 및 3D 매핑 기법 연구

김성원, 김민석  
한국국방연구원

e-mail : [swmax@kida.re.kr](mailto:swmax@kida.re.kr), [miru@kida.re.kr](mailto:miru@kida.re.kr)

## A study of tiling and 3D mapping method for raster map visualization

Seong-Won Kim, Min-Seok Kim  
Korea Institute for Defense Analyses

### 요 약

최근에 군에서 작전계획을 수립하는데 있어서 군사 지도 및 디지털지형정보를 이용한 지형공간 분석 및 관독은 필수적인 요소가 되고 있다. 이에 따라, 군의 작전계획 수립을 지원하는 각종 정보 체계에서는 보다 원활한 지형공간 분석 및 관독을 위해 신속한 지도화면 시현과 다양한 도식들의 제공을 위한 기술이 요구되고 있다. 본 논문은 신속한 지도화면의 시현을 위해 래스터 지도를 타일링하여 3D 평면에 직접 매핑하는 방법을 제안하였고, 다양한 도식들을 입체적으로 표현할 수 있게 하였다.

### 1. 서론

각군 부대에서는 육군지형정보단 등으로부터 획득한 지도를 이용하여 지형관독, 작전계획 수립, 상황도 표시 등을 위한 다양한 목적으로 지도 및 정보를 시현하는 프로그램을 사용하고 있다. 또한, 공군에서는 조종사들이 비행에 앞서 지도 위에 항로 작성, 지형 분석, 위협분석, 임무리허설 등의 용도로 임무계획시스템을 활용하는데 있어서 래스터 지도 시현의 중요성이 증대되고 있다. 이들 프로그램들은 래스터/벡터 지도, 고도자료, 위성영상 등의 디지털 지형정보를 시현하는데 있어서 2D 형식으로 평면적인 화면에 그치고 있다.

본 논문에서 제안하는 기법에서는 3D 공간상에 평면을 구성하여 지도를 매핑함으로써 지도상에 항로 및 오버레이들을 시현하였을 때 입체적으로 분석할 수 있게 하였다. 또한 3D 렌더링 방법은 GPU(Graphics Processing Unit) 가속을 받을 수 있는 이점이 있어서 성능을 극대화시킬 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 관련 프로그램과 개선사항을 살펴보고, 3 절에서는 텍스처링을 위해 래스터형 수치지도를 JPG 포맷으로 타일링을 하는 선처리 과정과 3D 메쉬를 구성하여 여기에 지도를 매핑하는 전체적인 프로세스를 살펴보고, 4 절에서는 결론과 함께 향후 과제를 살펴본다.

### 2. 관련 프로그램 및 개선사항

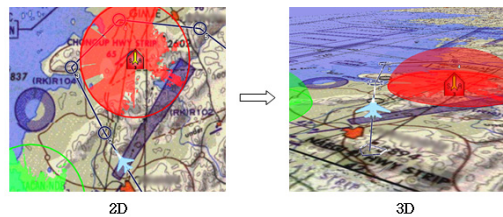
현재 래스터형 수치지도를 시현하는 GIS 프로그램들은 Import 한 지도의 영역에 한해서만 시현하며, 지도의 용량에 따른 메모리 낭비와 지도 상에서 화면 이동 시 비트맵으로 변환하는 시간으로 인해 군 특성

상 신속성을 충족시키기에는 문제가 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위한 프로그램들은 대표적으로 다음과 같은 것들이 있다.

ESRI 사의 ArcGIS 는 피라미드 기법을 통해서 레벨 해상도에 따라 래스터 이미지를 타일링하고 Dummy 정보를 붙여서 시현 속도를 향상시킬 수 있는 기법을 제시하였다[2].

미국 NGA 사에서 공군 조종사들이 비행 전 작전지역 지형 숙지 및 임무계획 수립 목적으로 활용하는 FalconView 프로그램을 지형분석용으로 패키징하여 배포하는 FalconLite 는[3] 자체 Map Manager 를 통해 설정된 영역에 CADRG, CIB 등의 디지털지형정보를 시현하는데 있어서 빠른 처리 속도를 보여준다.

그러나 이러한 소프트웨어들은 화면에 2 차원 평면 지도만을 나타내고 있어서 다양한 오버레이들을 시현함에 있어서 입체적인 표현이 어려운 문제점이 있다. 이에 본 논문에서는 타일링 과정을 통해 준비된 영상으로 3 차원 평면에 지도를 직접 매핑하는 방법을 제안하여 처리속도를 향상시키고 (그림 1)과 같이 지도상에 시설물이나 오버레이들을 입체적으로 표현할 수 있게 하였다.

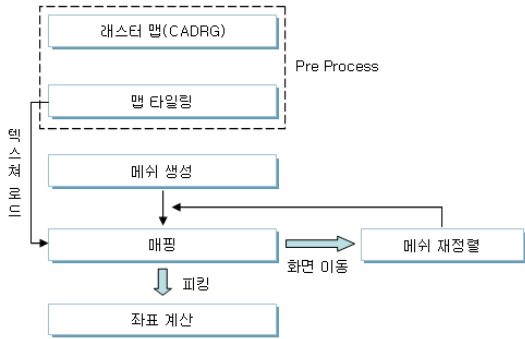


(그림 1) 오버레이 3 차원 시각화

### 3. 전체 프로세스

본 논문에서 구현하는 프로그램에서는 항공도인 JNC(1/200 만), ONC(1/100 만), TPC(1/50 만), JOG(1/25 만), 육도인 TLM(1/5 만) 래스터형 수치지도(CADRГ, Compressed Arc Digitized Raster Graphic)를 사용하고 그래픽스 라이브러리로 Microsoft DirectX SDK 를 이용한다.

CADRГ 이미지 하나의 사이즈는 1536\*1536 pixel 이며 a.toc 라는 table of contents 파일로 자료의 영역 및 경로를 관리한다[6]. 그러나 NITF(National Imagery Transmission Format)포맷의 이미지를 DirectX 기반 View 화면에서 Texturing 을 위해서는 JPG 포맷 또는 비트맵 형식으로 변환하는 과정이 필요하므로 이를 선처리 과정으로 타일링하여 구성한다. (그림 2)는 전체 프로세스 구성이며 다음 절부터 각 프로세스의 기능에 대해서 설명한다.

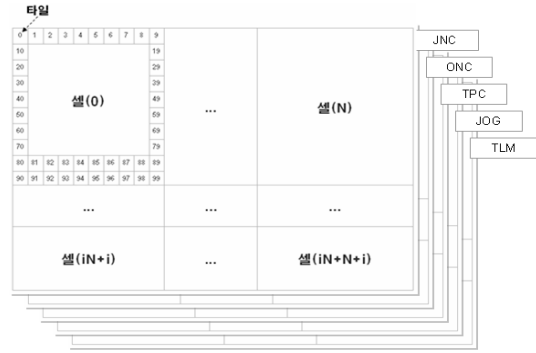


(그림 2) 전체 프로세스 구성

#### 3.1 맵 타일링

해당 축척 별로 폴더를 생성하여 네이밍 규칙에 의하여 타일링을 한다. 타일링 정보를 기록하는 XML 파일에는 맵 경로, 축척, 셀 개수, 전체 이미지 해상도, 좌측상단, 우측하단 위경도 값으로 구성한다. 타일에 해당하는 텍스처 하나의 사이즈는 그래픽카드를 고려하여 DirectX 에서 가장 빠르게 처리를 할 수 있는 2의 승수 정방향 이미지 256\*256px 을 사용한다[4]. 한 셀에는 256\*256px 이미지를 가로/세로 10 by 10 으로 100 개씩 저장하고 셀번호는 (그림 3)과 같이 구성하며, 텍스처 파일명은 셀번호\_타일번호.jpg 형태로 한다. 예를 들어 JNC 폴더 셀(0)에 3 행 2 열의 경로를 포함한 텍스처 명은 c:/map/jnc/jnc0/jnc0\_32.jpg 가 된다.

셀 개수는 축척별로 전체 맵 사이즈에 따라 구할 수 있다. 소축척인 JNC 일 경우 한반도를 커버하는 맵 사이즈는 대략 5120\*5120px 이며 셀 하나의 사이즈가 2560\*2560px 이므로 2(가로)\*2(세로)개의 셀이 필요하며 대축척인 TLM 일 경우는 66560\*130560px 기준으로 26\*51 개의 셀이면 가능하다.



(그림 3) 타일링 구성

#### 3.2 메쉬 생성 및 매핑

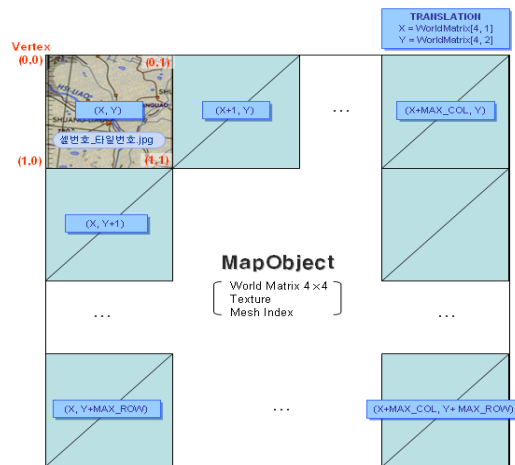
로컬매트릭스, 텍스처, 행렬 인덱스 정보를 구하기 위한 MapObject 구조체와 타일링 정보가 기록된 XML 파일을 읽기 위한 MapInfo 구조체를 선언하여 렌더링에 쓰도록 한다.

4 개의 vertex 로 2 개의 polygon 으로 이루어진 1\*1 사이즈 메쉬를 최초 생성하며, MAX\_COL\*MAX\_ROW 개 갯수 만큼 World 좌표계를 이동하면서 매핑을 위한 메쉬 집합체를 생성하여 1:1 로 메쉬와 텍스처를 매핑할 수 있게 한다. (그림 4)는 MapObject 의 메쉬 구성을 보여준다. 매핑을 위한 텍스처 파일명은 메쉬 행렬 인덱스를 이용하여 다음 식으로부터 구할 수 있다.

$$\text{셀번호} = M_{col} \times (I_{row} \text{div}10) + (I_{col} \text{div}10)$$

$$\text{타일번호} = 10 \times (I_{row} \text{mod}10) + (I_{col} \text{mod}10)$$

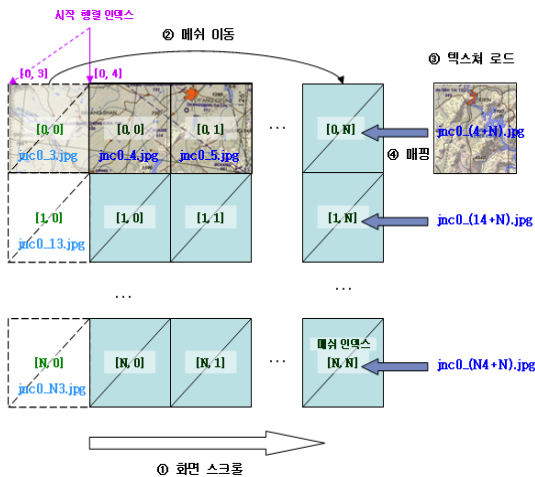
여기서  $M_{col}$  은 해당 축척별 지도 셀의 열 개수이고  $I_{row}$ ,  $I_{col}$  은 메쉬를 가리키는 행렬 인덱스이며, 10 은 셀에 포함되는 가로/세로 타일 개수이다.



(그림 4) 메쉬 구성

### 3.3 메쉬 재정렬

가로/세로 N+1 개의 메쉬로 이루어진 상태에서 상하좌우 화면 스크롤시 X 또는 Y Transform Offset 이 1 이 넘으면 MapObject 의 World Matrix 와 Mesh Index 를 업데이트한다. 이때 시작 인덱스를 증감시켜 다음 화면 이동 시 옵션 값으로 적용한다. 예를 들어 우측으로 재정렬 시 MapObject 의 좌측에 있는 메쉬를 오른쪽으로 이동하고 N 인덱스를 부여하고 나머지 메쉬들은 기존의 인덱스를 -1 씩 감소하여 동적으로 메쉬를 재배치한다. 이 때 오른쪽으로 이동된 메쉬의 텍스처 타이틀번호는 시작 행렬 인덱스+N 이 된다.(그림 5 참조)



(그림 5) 메쉬 재정렬 과정

### 3.4 좌표 계산

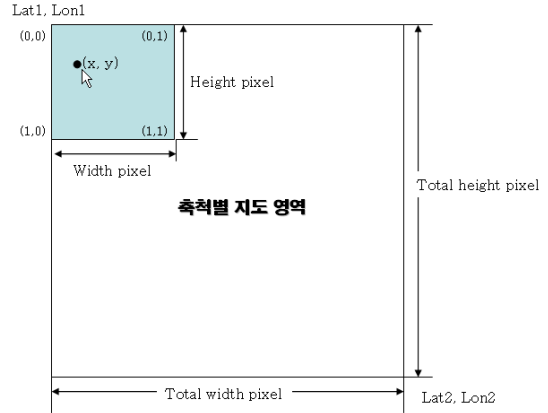
맵 상에서 마우스로 가리킨 지점은 2D 마우스 좌표를 3D 좌표로 변환된 값과 전체 텍스처의 좌상/우하 위경도(100 진법)를 가지고 지리좌표를 계산한다. Pick 된 곳의 3D 마우스 좌표 계산은 아래의 방식으로 이루어진다[5].

- (1) 마우스 좌표를 가지고 공간상에 반직선을 만든다.
- (2) 반직선과 폴리곤이 교차하면 교점을 반환한다.
- (3) 다음 메쉬로 이동하여 (1)-(2)을 수행한다.

좌측상단 위경도가 Lat1, Lon1 이고, 우측하단 위경도가 Lat2, Lon2 일 때 피킹한 지점의 3D 마우스 좌표가 X, Y 인 경우(그림 6 참조) 지리좌표 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Longitude} = (X \times \text{Width}) \times ((\text{Lon}2 - \text{Lon}1) \div \text{TotalWidth}) + \text{Lon}1$$

$$\text{Latitude} = (Y \times \text{Height}) \times ((\text{Lat}2 - \text{Lat}1) \div \text{TotalHeight}) + \text{Lat}1$$



(그림 6) Pick 좌표 계산

### 4. 결론

본 논문에서는 신속한 지도 시현을 위해 래스터 지도를 타일링하고 3 차원 평면에 지도를 매핑하였으며, 화면 스크롤시 메쉬를 재정렬하고 피킹 지점의 좌표를 계산하는 기법을 제안하였다. 이로써 3 차원 평면 지도상에 다양한 오버레이들을 입체적으로 시각화할 수 있으며 그래픽카드 성능에 따른 3D 가속 기능을 활용함으로써 속도면에서도 향상을 이루었다.

본 연구의 결과는 지도의 확대/축소/회전/이동의 기본 조작을 신속하게 처리할 수 있으며, 가독성이 뛰어난 오버레이를 표현할 수 있어서 무빙맵, 비행임무 계획 등의 맵 기반 컴포넌트로 활용할 수 있다.

본 논문에서 제안한 기법에서는 래스터형 수치지도를 선처리하는 과정이 필요한데, 현재는 해당 작업을 별도의 GIS 어플리케이션을 통해서 수작업으로 처리하고 있다. 향후에는 다양한 형태의 래스터 포맷을 Import 하여 타일링하는 일련의 선 처리 과정을 자동화시키는 방법에 대한 연구가 필요하다.

### Acknowledgement

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT 신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [ITAA1100080200460001000500200, 항공기 임베디드 시스템 개발]

### 참고문헌

- [1] Microsoft DirectX SDK(August 2007), DirectX Documentation
- [2] ArcGIS Desktop Help, "Raster pyramids"
- [3] <http://www.falconview.org>
- [4] George Geczy, "2D Programming in a 3D World", June, 2001. [http://www.gamasutra.com/features/20010629/gecgy\\_pfv.htm](http://www.gamasutra.com/features/20010629/gecgy_pfv.htm)
- [5] 김성수, Pick 된 곳의 3 차원좌표 계산법, 2002. 5. <http://www.gamza.net>
- [6] 조현욱, "효율적 각종 체계 탑재 지형정보지원 방안 연구", 육군지형정보단 '07 연구과제, pp. 7-27, 2007