

CADRG 및 CIB 데이터를 이용한 지도 영상의 효율적이고 효과적인 가시화 방안 연구

강인석, 류민주
한국국방연구원

e-mail : blur76@naver.com, sseme@kida.re.kr

A Study for Effective and Efficient Visualization(Mapping) of Map Image by using CADRG and CIB

In-Seok Kang, Min-Ju Ryu
Korea Institute for Defense Analyses

요 약

최근 다양하게 활용되고 있는 수치지도 기반의 지도 영상은 그 신속성과 정확성이 가장 중요시 되고 있다. 특히, 공군에서 사용하고 있는 지도영상 자료 활용 시스템인 비행 임무 계획 시스템의 상황도 시현 시, 대용량 래스터 데이터(Raster Data)를 처리해야 하는데, 지도의 종류가 다양해지고, 정밀해질수록 시스템의 효율적인 구동에 한계가 발생되고 있는 현실이며, 처리하는 영상의 호환성 및 왜곡현상의 문제점도 함께 야기되고 있다. 이에 본 연구에서는 ARC System 및 RPF Naming Rule 을 적용하여 대용량 래스터 데이터 처리과정을 개선하고, 호환성을 보장하며, 왜곡현상을 줄이는 효율적인 지도 영상 처리방안을 제안한다.

1. 서론

현재 공군이 운용 중에 있는 비행 임무 계획 수립 시스템(MPS:Mission Planning System)은 효율적인 항공 임무 수행을 지원하는 중요한 체계이다. 초기 비행 작전 계획을 수립할 당시, 작전 지역에 해당하는 지도를 출력하여 일일이 이어 붙이는 수작업을 통해 비행작전을 수립하느라 오랜 시간이 걸렸지만, MPS 의 도입으로 매우 신속하게 작전 계획을 수립함으로써 비행 준비 시간을 단축시켰을 뿐만 아니라, 세계 전역의 디지털 지도와 디지털 영상을 확대 지원함으로써 작전 반경을 넓히고 보다 효율적인 항공 임무 수행을 지원하고 있다. 또한 선명한 위성 영상을 통해 조종사들은 출격하기에 앞서 상공에서 보게 될 산악 지형과 도시지형을 미리 연구하여 적진의 배치상황을 예측할 수 있게 되었다.[1] 이와 같이 신속하고 정밀한 디지털 데이터와 항공지도는 비행작전 계획 수립에 있어 작전계획 수립의 정확도와 안정성을 높여주고 있으며, 다양한 군 임무 수행에 확대 적용 되어가고 있는 추세이다.

MPS 에서 사용하고 있는 상황 도시용 영상 Format 은 소프트웨어마다 차이는 있겠지만 대표적으로 NGA (National Geospatial-Intelligence Agency)에서 만든 래스터 데이터인 CADRG(수치지도)¹와 CIB(위성영상)²를

들 수 있다. MPS 는 이 래스터 데이터를 이용하여 다양한 축척 별로 전 세계를 포괄하는 지도를 시현해야 하는데 다루어야 할 래스터 데이터 파일의 크기는 CADRG 의 경우 CDROM 으로 8000 장 이상이며[7], 한반도 지역의 CIB 1m 급만 하더라도 60GB 에 육박하고 있다. 이런 대용량 래스터 데이터를 다루는 과정에서 다루는 영역의 범위와 지도 종류가 증가할수록 시스템에서는 더 많은 지도를 처리해야 하는 부하가 발생되어 신속성과 정확성을 보장할 수 없을뿐더러 MPS 의 주 기능인 항로계획, 위협분석에서 적시적인 임무 계획 작성을 저해하는 문제가 발생될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 CADRG 와 CIB 를 재 가공 없이 사용하면서도 효과적이고 효율적으로 Mapping 하는 방법을 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 CADRG 와 CIB 를 지원하는 관련 시스템의 문제점 및 적용방안을 찾아보고, ARC System 및 RPF³ Naming Rule 을 이용한 지도영상 처리 방안을 제안한 후 결론과 함께 향후 과제에 대해 살펴본다.

¹ CADRG: Compressed ARC Digitized Raster Graphics (GNC 1:500 만, JNC 1:200 만, ONC 1:100 만, TPC 1:50 만, JOG-A 1:25

만, TLM 1:5 만)

² CIB: Controlled Image Base (10M, 5M, 1M)

³ RPF: Raster Product Format, NGA 에서 만든 Raster Data

2. 관련 연구

2.1 ESRI 의 ArcGIS

글로벌 GIS 시장점유율 1 위인 ArcGIS 는 대표적인 GIS 플랫폼으로 다른 제품에 비해 높은 성능과 다양한 기능을 제공하고 있으며 각기 기능들이 모듈로 구성되어 있어 확장 성이 높으며 GIS 시스템을 구성할 경우 높은 유연성을 제공한다.[8] 하지만 지도 편집과 분석 기능에 치중한 ArcGIS 는 이미지 로딩의 관점에서 MPS 에 적합하지 않다. 서브 패키지 중에서 자동 로딩에 3 차원 지도를 서비스 하는 제품도 있지만 비효적인 측면에서 사용이 효율적이지 않다.

2.2 GTRI 의 FalconView

FalconView 는 조지아 공대에서 미 공군의 요청을 받아 만들어진 MPS 시스템이다. 미 공군의 임무계획에 널리 사용되고, 기능성이 뛰어난 반면 3D 지원이 미약하고, 지원하는 환경이 매우 폐쇄적이며, 외부 기술의 적용이 어려워 현실적으로 적용할 수 없는 문제가 존재한다. 최근 JMPS(Joint Mission Planning System) 라는 프레임워크 기반의 시스템으로 전환되고 있지만 이 체계 또한 폐쇄적이며 사용에 있어 미국 정부의 승인을 거쳐야 하는 만큼 접근성도 매우 낮다.

2.3 한국국방연구원의 KMSS v1.0('09)

KMSS v1.0 은 Framework 구조로 구현된 한국형 비행임무지원체계이다. 빠른 지도처리를 위해 단일크기의 파일로 구성되고, 각종 지도 영상 파일의 추가적인 선처리 과정이 필요하다. 한반도 영역만을 대상으로 하여 지도영상 처리가 신속하게 이루어진 반면 호환성 및 확장성에 한계가 있다. <표 1>은 북반구 전체를 KMSS v1.0 의 Cell 처리 방법으로 시현했을 때의 Cell 처리량을 조사한 것으로, 처리해야 할 데이터 량이 매우 증가하게 되어 지도 처리 시간이 증가하는 문제점이 있다.[6]

Scale 별 Map Type	2 nd Zone ⁴ Cell 수 (가로 * 세로)	북반구 전체 Cell 수
GNC (1:5M)	159 * 12 = 1908	10,008
JNC (1:2M)	395 * 30 = 11850	53,106
ONC (1:1M)	788 * 54 = 42552	187,176
TPC (1:500K)	1576 * 102 = 160752	714,738
JOG (1:250K)	3152 * 192 = 605184	2,768,538
TLM (1:50K)	15760 * 936 = 14751360	67,420,422
CIB 10M	11820 * 702 = 8297640	38,017,440
CIB 5M	23640 * 1398 = 33048720	151,373,040
CIB 1M	11820 * 6954 = 82196280	3,771,207,600

<표 1> 지도 타입 별 Cell Count 비교

3. 제안하는 지도영상 처리방안

KMSS v1.0 의 지도처리 방법은 지도영상의 신속한

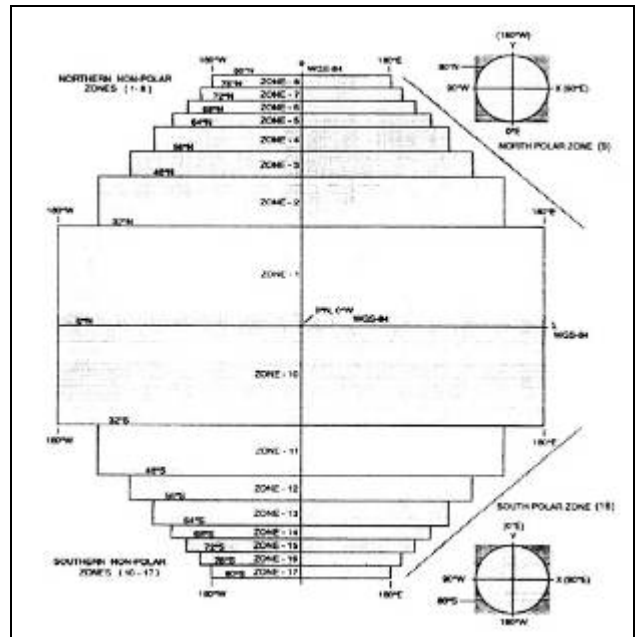
로딩을 위해 동일한 크기로 잘라내고, 시현하고자 하는 영역의 위치를 계산하여 처리하는 구조로 구성된다. 이 결과, 영상의 호환성이 부족해지고 지도영상의 왜곡문제 및 영역 계산시 발생하는 오버로드를 처리해야 하는 문제점들이 발생했다. 이러한 문제점들을 보완하기 위하여 본 논문에서는 Arc System 을 적용하여 지도의 왜곡현상을 줄이고, 빠른 지도 처리를 위한 새로운 영역계산 방법을 다음과 같이 제안한다.

3.1 ARC System & Zone 을 적용한 왜곡 현상 개선

지도를 만들 때, 혹은 화면에 시현할 때, 3D 형태인 지구를 2D 로 옮기는 작업을 지도 투영이라 하며 이때 왜곡이 일어난다. 어떤 투영법을 쓰던 지구 곡률에 대한 왜곡은 항상 발생하며, 모든 요소를 완벽하게 보존하는 투영법은 현재까지 전무하다.

CADRG 는 디지털 지도파일의 제작시에 메르카토르 원통도법(Cylindrical)을 적용하여 제작되었는데, 적도지방을 기준으로 투영을 하기 때문에 극지방으로 갈수록 왜곡이 심해진다는 단점이 있다. 이런 왜곡을 보다 지구 실체에 가깝게 보완하기 위해 본 연구에서는 ARC System 개념을 적용하였다.

ARC System 이란 위도가 변경될 수록 경도 간격을 줄여서 표현함으로써 넓이에 대한 왜곡을 보완하는 방안으로, 지도영상을 지역별로 밴드 구조로 분할한 다음 각 밴드의 크기를 다르게 지정하여 면적의 왜곡 현상을 줄일 수 있도록 설계되었다. (그림 1) ARC System Zone 은 밴드구조를 보여주고 있으며, <표 2>는 각 밴드의 전반적인 범위를 설명하고 있다.[2][3]



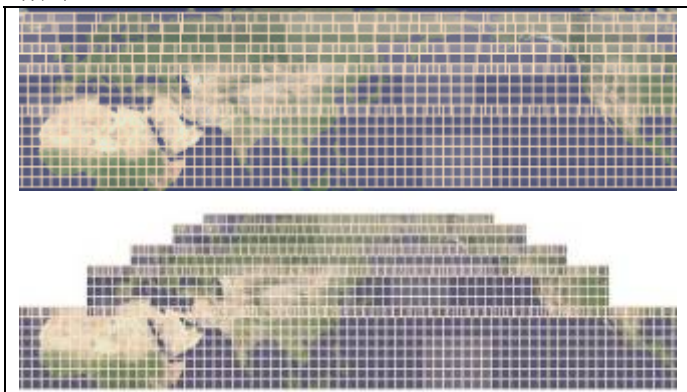
(그림 1) ARC System Zone Layout

⁴ 2nd Zone 은 ARC System 상에서 한반도가 속한 지역이다.

Zone	Latitude (degrees)			Maximum Stretch or Shrink (%)
	Equator ward	mid	Pole ward	
1, A	0	22.94791772	32	8.54
2, B	32	41.12682127	48	12.53
3, C	48	52.28859923	56	9.36
4, D	56	60.32378942	64	12.92
5, E	64	66.09421768	68	8.17
6, F	68	70.10896259	72	10.09
7, G	72	74.13230145	76	13.01
8, H	76	78.17283750	80	18.03
9, J	80	-	90	-

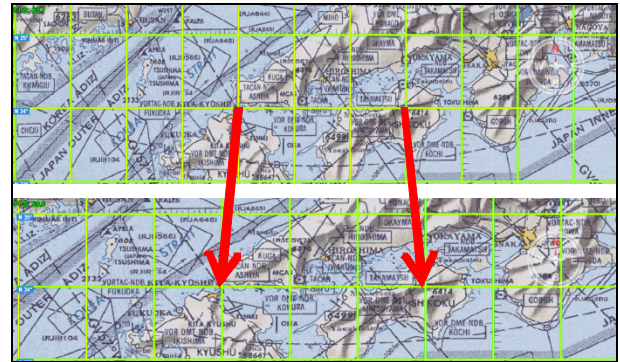
<표 2> Mid-Point and Stretch of Band Layout

다음 그림은 본 연구에서 구현한 Map Coverage(실제 지도 파일이 있는 구역을 표시해주는 기능)를 통하여 세계지도 화면에서 JNC의 파일 영역을 확인한 모습이다. 아래의 (그림 2)는 논문에서 ARC System을 적용하여 개발한 지도영역의 실제 모습으로, 상단에 묘사된 바와 같이 북반구로 갈수록 한 파일이 차지하는 면적이 커짐을 볼 수 있다. 아래는 각 Zone 별로 잘라 파일의 실제 Pixel을 고려하여 편집한 그림으로, ARC System의 왜곡현상 개선 내용을 확인해 볼 수 있다.



(그림 2) ARC System 적용을 통한 JNC 파일의 Coverage를 확인한 모습

(그림 3)에서는 Zone이 변함에 따라 지도의 경도 간격이 변경되는 것을 보여준다. 화살표로 표시된 지역은 동일한 지역이며, 아래 그림은 1st Zone에서의 크기를, 위의 사진은 2nd Zone에서의 크기를 보여준다.

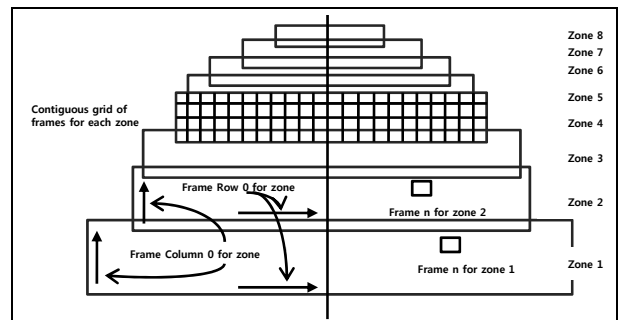


(그림 3) GNC의 위경도를 1도 간격으로 표현한 모습

3.2 Naming Rule의 적용

KMSS v1.0에서는 시현하고자 하는 지도 영상파일을 찾기 위하여 영역 계산 과정이 부가적으로 필요하였다. 여러 조각으로 영상 파일을 나누는 과정에서 그 조각의 위치를 별도로 구성함으로써 지도 영상파일의 구성에도 호환성이 결여되는 문제점이 존재하였다. 따라서 본 연구에서 제안하는 지도파일 hierarchy 구축에 Naming Rule을 적용하여 지도 로딩 시간 및 과정을 단축시켰다.

다음 그림은 Zone 영역별로 로딩하고자 하는 파일명을 구하는 방안을 설명하고 있다. 파일명의 순서는 Zone의 왼쪽에서 오른쪽으로, 아래쪽에서 위쪽으로 증가하며 radix34를 이용하여 "ffffvvp.ccz"의 형태로 구성된다. 여기서 "ffff"는 일련번호, "vv"는 연속 버전번호, "p"는 생산자 코드 ID를 가리킨다.[4][5]



(그림 4) Naming Rule 적용

3.3 구현

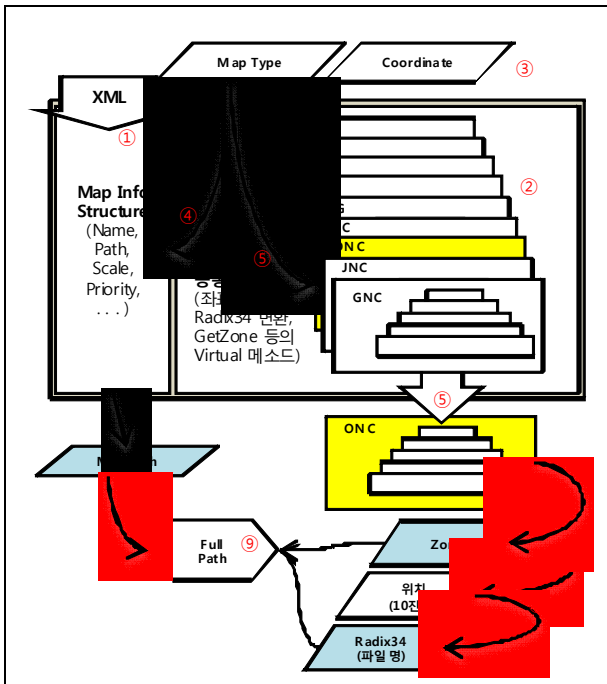
3.1 과 3.2에서 제안한 ARC System과 Naming Rule을 적용한 개선된 지도 영상 처리 방법은 다음과 같은 9개의 단계로 구성된다.

- 1) **Map Information Structure Loading:** 프로그램 시작 시 Xml에 기록되어 있는 정보들을 읽어와서 Map Info Structure를 구성한다. Xml에는 Map Name, Path, Scale, 사용 여부, 순서 등이 적혀있다. 지도 경로, 사용 여부 등 사용자가 변경할 수 있는 사항이 있으므로 프로그램에 기재하지 않는다.
- 2) **ARC System Building:** Map Info. Structure를 기반으로 프로그램 상에 각 축척 별 Arc System(각각의

Zone으로 구성된 하나의 객체)을 구축한다. 지원되는 지도 종류 별 Zone의 상세 내용은 규격문서인 MIL-STD를 기반으로 프로그램에 이미 기재되어 있으며, 좌표변환, Radix34변환, GetZone과 같은 공통적인 메소드 들을 Virtual로 생성한다.

- 3) **Map Type & Coordination Mark:** 이미지를 로딩할 때 필요한 것은 지도의 종류와 로딩될 위치이다.
- 4) **Map Path Check:** 지도의 종류를 Map Structure에서 확인한 후 Map Path를 받아온다.
- 5) **ARC System Loading:** 지도의 종류를 확인하여 사용할 ARC System을 받아온다.
- 6) **Zone Check:** 로딩할 위치의 가운데 좌표가 몇 번째 Zone에 위치하는지 찾는다.
- 7) **Position Check:** 로딩할 위치가 Zone 내에서 몇 번째 위치하는지 찾는다. 이때 결과 값은 10진수로 나오며 그림과 같이 Zone내에서 왼쪽에서 오른쪽으로, 아래서 위로 숫자가 커지는 것에 유의해야 한다.
- 8) **File Name Check:** 10진수로 나온 결과값을 Radix34 법칙에 따라 변환한다. 이 결과값은 바로 파일명이 된다.
- 9) **Mapping Full Path Build:** 4번에서 나온 결과값 Map Path와 6번에서 나온 결과값 Zone, 8번에서 나온 결과값 파일명을 이용하여 파일을 찾는다.

(그림 5)는 위의 9 단계의 개선된 지도 영상 처리 방법을 도식화 한 것으로 단계에 따라 ARC System의 조직 방법과, Naming Rule의 적용 방법을 설명하고 있다.



(그림 5) Arc System 과 Naming Rule 을 고려한 Mapping System 프로세스

4. 결론

본 연구에서는 ARC System 및 Naming Rule 을 적용한 대용량 Raster 지도 데이터 처리 방안을 제안하였다. 제안된 프로세스는 Raster 형 수치지도의 선 처리 과정이 불필요하여 표준 Format 의 Raster Data 의 직접적인 적용이 가능하고, 이에 따라 데이터의 호환성을 향상시켰다. 또한 ARC System 을 적용하여 지도의 왜곡현상을 줄이고, CADRG Naming Rule 의 적용으로 지도 로딩시간을 단축시켰다. 본 연구의 결과는 표준 Raster 형 수치지도의 호환성 보장과 처리 속도를 향상시킨 효율적인 지도 영상처리 컴포넌트이며, 이에 대한 향후 연구 과제로는 여러 GIS 프로그램에서 사용되는 Shape 파일 형태의 다양한 Vector 지도 데이터를 적용한 다양한 Vector 지도 기반의 MPS 연구가 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부의 산업 기술 융합 산업 원천기술 개발 사업 기술 과제의 일환으로 수행되었음 (KI001697-2010-04, 항공기 임베디드 시스템 개발)

참고문헌

- [1] 빌 게이츠, “생각의 속도” 제 21 장
- [2] MIL-STD-2411 '94 Oct 6 RASTER PRODUCT FORMAT
- [3] MIL-A-89007 '90 Feb 22 ARC Digitized Raster Graphics (ADRG)
- [4] MIL-PRF-89038 '94 Oct 6 Compressed ARC Digitized Raster Graphics (CADRG)
- [5] MIL-PRF-89041A '00 Mar 28 Controlled Image Base (CIB)
- [6] 김성원, 김민석 “래스터 지도 시현을 위한 타일링 및 3D 매핑 기법 연구” 한국국방연구원
- [7] Bernard Traphan, DJ Bauch “Managing Large Collections of NGA Raster Data”
- [8] 한국경제 “선도소프트..국내 지리정보 SW 시장 60% 점유” 2010-05-25