NGIS기술개발에서의 Mapping 기술개발

경원대학교 토목공학과 박홍기

1. 서언

NGIS 기술개발이 시작된지 벌써 1년이 경과하였다. NGIS 기술개발 전체에서의 1차년도 연구는 주로 자료수집, 기초연구, 중간집입전략으로 선정된 외국 S/W의 분석차원에서 완료된 느낌이 든다. 이중 매핑기술개발은 가장 적은 연구비로 많은 연구분야에 대해 독립적으로 연구가 수행되어 나름대로의 연구결과가 나타나고 있다고 평가를 하면서도 한편으로는 아직 그림이 그려지지 않은 듯한 인상 또한 받고 있다. 본 발표에서는 매핑기술개발 과제의 목표와 방향을 다시 한번 연구기획단계에서 부터 되짚어 보고 앞으로의 연구방향에 대해 생각해보고자 한다.

2. 매핑분야의 기술개발 동향

매핑시스템과 관련한 주변환경의 변화는 빠른 컴퓨터, 통합된 통신망, 자료의 표준화, open system, 메타데이타의 도입, 보다 빨라진 자료전송, 보다 효과적인 사용자인터페이스, 응용프로그램 개발을 위한 쉬운 그래픽언어, 인공지능을 이용한 소프트웨어, 객체지향형틀 등을 들 수 있다.

AM/FM/GIS 분야에서의 2000년대까지의 장기적인 개발방향은 우선적으로 다음의 3가지를 꼽을 수 있다. 첫째 스캐닝기술을 이용한 자료의 자동입력처리, 둘째, 도형자료의 객체지향처리와 자료의 분산관리, 세째, 객체지향형언어를 이용한 응용프로그램 개발 등을 들 수 있다.

전체 지리정보체계 구축비용의 60-80%가 데이타베이스의 구축에 들어가기 때문에 정확한 자료의 확보는 매우 중요한 문제이다. 현재 가장 많이 사용하고 있는 방법은 디지타이징과 스캐닝이다. 그러나 계속발전되어가고 있는 입력기술의 추세를 고려할 때 이 기술은 곧 낙후된 기술이 될 수 있다. 예를 들어 오늘날 해석사진측량기술을 이용하여 항공사진으로부터 직접 정확한 수치자료를 생성하고 있지만 GPS와 결합된 펜컴퓨터가 새롭고 경제적인 입력기술로 대두되고 있다. 이와 같이 GIS를 위한 자료수집 방법은 저가격, 다기능으로 토지 및 시설물 데이타베이스를 구축하고자 하는 사용자들에 의해 변화되고 있다.

다음 표는 매핑관련 자료의 종류 및 획득방법에 관한 관련기법들을 요약한 것이다. 이 표에서 우리는 앞으로 자료획득에 이용될 방법들의 다양한 기법을 살펴볼 수 있으며 장래에는 이들 기법들이 일반화될 것이다. 이들 기법들은 이미 상품화가 되어 있는 것도 있으며, 현재 선진국에서도 상품화를 위해 개발중인 것들도 포함되어 있다.

	Traditional Conversion	Power-Assisted Conversion	Compilation of Multiple Digital Sources Conversion	Fully Automated Conversion	Pen-Based Field Data Capture Conversion	Video Camera Field Data Capture Conversion
RASTER		Raster Scanning	Raster Scanning	Raster Scanning	Raster Scanning	Raster Scanning
		Raster Snap		Raster Digitizing	Raster Editing	Video Camera Photography
				Rubber Sheeting		Raster Digitizing
				Raster Cleanup		Rubber Sheeting
						Raster Cleanup
VECTOR	Translation of Existing Graphic Files	Acquisition of Public/Private Digital Geography	Acquisition of Public/Private Digital Geography	Automatic Vectorization	Acquisition of Public/Private Digital Geography	Translation of Existing Graphic Files
	Board Digitizing/ CAD	Heads-Up Digitizing Board Digitizing/ CAD	Heads-Up Digitizing for Geocoding Only	Automatic Graphics Generation	Translation of Existing Graphic Files	GPS
	Manual Graphics Validation/ Enhancement	Translation of Existing Graphic Files	Automatic Graphics Generation	Pattern Recognition	GPS	Electronic Theodolite
	Manual Scrub/Layout	Real-Time Graphics Repositioning	White Space Management	Rubber Sheeting	Electronic Theodolite	
	Acquisition of Public/Private Digital Geography	Automatic Feature Spacing		Translation of Existing Graphic Files		
		Voice Entry				
		Graphics Validation/Enhancement				
TEXTUAL DATA	Manual Scrub/Rake-Off	Data Entry Via Dialog Box	Translation of Existing Nongraphic Databases	Optical Character Recognition (OCR)	Data Entry Via Dialog Box	Translation of Existing Nongraphic Databases
	Data Entry	Translation of Existing Nongraphic Databases	Data Entry Via Dialog Box	Translation of Existing Nongraphic Databases	Translation of Existing Nongraphic Databases	Data Entry Via Dialog Box
	Translation of Existing Nongraphic Databases	Automatic Text Parsing	Intelligent Text Retrieval	Automatic Text Parsing	Voice Entry	Voice Entry
	Manual Attribute Validation/ Enhancement	Intelligent Text Retrieval		Automatic Attribute Validation/ Enhancement		
				Intelligent Text Retrieval		
INTELLIGENT DATA	Manual Object Association	Migration of Existing GIS Data	Automatic Object Association	Automatic Rule-Based Error Detection/ Correction	Combined with Other Data Conversion Solutions	Combined with Other Data Conversion Solutions
	Manual Connectivity	Automatic Object Association	Semiautomatic Connectivity	Automatic Object Association	Voice Entry	Voice Entry
	Manual Error Detection/ Correction	Automatic Connectivity	Automatic Error Detection/ Correction	Automatic Connectivity	Bar Code Entry	Bar Code Entry
		Rule-Based Error Detection/ Correction	Add Target System Attributes		Hand-Held Field Device	Hand-Held Field Device
		Add Target System Attributes				

3. 매핑관련 자료 및 시장분석

1993년도 서울시의 GIS수요분석연구에서 각 부서별 업무특성에 따라 필요한 시스템의 형태를 구분해 본 결과, AM분야가 13%, FM분야가 30%, GIS분야가 57%로 나타났으며, 각 업무에 따라 요구되는 도형자료의 종류도 벡터자료 뿐만 아니라 영상(래스터)자료, 3차원 DEM자료 등 다양하였다. GIS관련 기술별로 필요한 자료의 형태는 설계도면정보를 관리하기 위한 CAD분야에서는 래스터를 벡터화한 자료가, 각종 시설물을 관리하느데 필요한 AM/FM 분야는 벡터화된 도형정보와 속성정보를 연결한 상태의 자료가, 다양한 공간분석을 수행하는 GIS 분야는 위상구조의 자료가 필요하다.

이와 같은 수요분석 결과는 사용자에 따라 필요한 정보와 자료구조가 서로 다르다는 것을 보여주며, 따라서 사용 소프트웨어의 특성이 이들 모두를 만족하도록 개발되어도 사용자는 그 중 일부만을 사용하는 결과를 나타내게 된다. 어떤 면에서는 모든 기능을 다 포함시킨 범용 소프트웨어를 개발하는 것이 낭비가 될 수도 있다.

벡터자료 입력을 위주로 하는 소프트웨어, 수치지도를 입출력하고 지형분석을 하는 Mapping 전용 소프트웨어, CAD로 그려진 시설물을 관리하기 위한 FM 소프트웨어, Topology 구조를 갖고 공간분석을 위주로 하는 GIS 소프트웨어, 래스터자료를 처리하는 원격탐사 소프트웨어 등 GIS 관련 소프트웨어를 별도의 소프트웨어로 분리하여 각각을 개발하고 이들 상호간의 자료교환이 용이하도록 자료표준화를 이루어도 사용상에는 별 무리는 없다. 시장원리를 적용하면 극히 제한된 기능만을 요구한 기관인 경우, 필요한 기능 만을 갖춘 소프트웨어를 선택하는 것이 보다 경제적이고 자신의 응용분야에 적용하기도 쉬우므로 사용자의 부담을 덜어주는 방법일 것이다.

1993년 GIS STRATEGIES의 조사에 의하면 미국의 GIS 사용자가 지불하는 분야는 다음과 같았다. (자료:Third Quarter 1993 issue of GIS STRATEGIES)

Consulting	18.8%
Software development	13.2%
System integration	7.8%
Data conversion	15.2%
Aerial Photography	14.4%
Field data acquisition	10.3%
GPS services	5.9%
Surveying	5.9%
Photo interpretation	4.3%
Orther	4.1%

40.8% 56.0%

이중 자료의 입력/처리와 관련한 분야는 56.0%였으며, 매핑시스템과 직접적인 분야를 잡아내도 40.8%이었다. 따라서 초창기 데이터베이스를 구축할 때는 물론이고 GIS가 본 궤도에 올라갔을 때도 매핑시스템의 필요성은 계속되고 있음을 알 수 있다.

4. 매핑분야 연구개발의 목표 및 방향

구미선진국의 30여년 기술축적된 선진기술로 만들어진 소프트웨어를 도입하여 사용하려고 해도, 지형을 포함한 국토정보의 데이타베이스를 설계구축하고 유지관리하는 것은 간단한 일이 아니다. 현재 우리나라에도 선진국에서 개발한 소프트웨어들이 많이 들어와 있으나 그 활용이 극히 저조한 것은 데이타베이스를 구축하지못했기 때문이다. GIS시스템의 구축에는 많은 시간과 비용이 소요되며, 한번 구축된 시스템을 변경하는 데는 큰 어려움이 따르기 때문에 초기 단계에서의 계획 및 설계가 매우 중요하다.

현재 우리나라는 국토정보의 데이타베이스를 구축하기 시작한 단계이므로 국가에서 만들어 주는 데이타베이스를 사용자는 수정하여 목적에 맞는 주제별 데이타베이스로 변화시켜야만 할 것이며, 또한 국가에서 제공하지 않는 자료는 직접 구축해야만 한다. 이와같은 데이타베이스가 완성되어야만 실질적인 응용분야에 적용하여 결과를 도출할 수 있기 때문이다. 따라서 현 시점에서 가장 필요로 하는 기능은 데이타베이스를 구축하기 위한 입력부분 소프트웨어이며, 이는 전체 GIS소프트웨어에서 별도의 모듈로 존재할 수 있기 때문에 전체 소프프트웨어 구성과는 별도로도 추진할 수 있다.

또한 수치지도가 구축되어지는 연도계획과 매핑기술개발이 완료되는 연도와의 시기적인 문제도 고려되어져야 할 것이다. 즉 매핑기술개발이 완료되어 상품화가 가능할 때면 국가수치지도는 일차 완료되어 사용자의 손에 들어오게 될 것이며, 이때 필요한 것은 국립지리원에서 제공하지 않는 새로운 데이터베이스의 입력도 있겠지만 국가수치지도의 수정에 더 많은 작업이 요구될 것이다.

따라서 매핑기술개발의 최종 목표는 매핑자료의 입출력 및 처리 기술을 S/W로서 상품화가 가능하도록 제한된 연구자원을 효과적으로 배분하여 체계적이며 단계적으로 매핑분야의 기술을 개발하는 데 있다.

1994년 수행한 STEPI 위탁과제 "매핑분야의 국내외 기술동향분석을 통한 기술개발과제 설정"에서 제시한 매핑기술개발 과제의 중분류 및 소분류과제의 단계별 개발 내용을 개괄적으로 도시하면 그림과 같다.

과제분류		'95	'96	'97	'98
중분류	소분류				
매핑 자료 획득 기술	·기존도면 입력/수정 S/W	디지타이저에 의한 벡터화 S/W	스캐닝에 의한 자동/반자동 백터화 입력 S/W	벡터자료의 수정/편집 S/W	도면인식에 의한 속성입력 S/W
	·GPS 및 최신측량기법	GPS 3차원위치결정 S/W	GPS와 펜컴퓨터의 결합시스템 개발	COGO S/W	Total Station 등 최신측량기기에 의한 입력시스템
	·수치사진측량시스템	수치적 사진측량 S/W 개발	수치정사사진 제작 S/W 개발	Video사진측량 시스템 개발	해석적 사진측량에 의한 수치지도 제작 S/W 보완
		수치사진 인식에 의한 편집/정보획득 자동화 S/W			
	·Remote Sening 기법	다중파장대 영상처리시스템	위성영상에 의한 DEM 구축 자동화 S/W	주제별 layer 분류 S/W	
매핑 자료 처리 기술	·매핑자료 관리 및 처리	Mapping 관련자료의 입출력 변환 S/W	다축척/다해상도 도형 및 영상정보 압축/저장 S/W	도형 및 영상 Fuzzy정보의 저장 및 검색 S/W	축척 및 해상도에 따른 일반화 자동변환 S/W
	·좌표변환 및 도면접합	좌표변한 S/W	투영변환 S/W	도면 자동접합 S/W	
	·3차원 지형분석	DEM 자료압축 S/W	TIN 구축 S/W	지형보간 S/W	3차원 view S/W
		3차원 지형분석 S/W			
	·수치지도 출력 S/W	정사사진지도 제작 S/W	도형 및 속성자료 위치자동변경 S/W	Stereo, Animation 등 3D/4D S/W	Multimedia 지원 S/W
	·지도설계 자동화	주제별 Map design을 위한 rule base 구축	Rule base에 의한 map design 자동화 S/W	심볼 입력 및 편집 S/W	

그림 매핑분야 기술개발 road map

5. 연구비 지원규모의 변화

(1) "매핑분야의 국내외 기술동향분석을 통한 기술개발과제 설정" 위탁과제에서의 계획안 (1994.10)

표 매핑분야 기술개발의 소요예산 확보 계획

중분류 과제명	세 분 류 과 제 명	연도별 소요 예산					예산 누계 (억원)	민간부분 투자비중 (%)	예산 확보 방안
		구분	'95	'96	'97	'98			
매핑 기술	총 계	계	25	26	18	13	82	35	
		민간	9.3	9.6	5.8	4.3	29		

표 매핑분야 기술개발의 소요인력 확보 계획

중 분 류 과 제 명	연도별 소요 인력(석사급 이상)					총계	전공별				인력 확보 방안
	구분	'95	'96	'97	'98		측량	전산	전자	기타	
매핑 기술	총 계	82	92	62	49	285	113	56	58	58	산학연

표 기초지원연구 분야

세 부 과 제	95상	95하	96상	96하	97상	97하	98상	98하
- 매핑자료 표준화에 관한 연구	<—	—	—	—	>			
- 매핑자료 구조에 관한 연구	<—	—	>					
- Test Area에 대한 표준 데이터 베이스 구축	<—	—	—	—	>			
- 수치지도 및 데이타베이스 구축의 작업지침에 관한 연구		<—	—	—	—	>		
- 입력원 및 방법에 따른 오차 분석에 관한 연구			<—	—	—	—	—	>
- 영상정보로부터 주제별 layer 구축에 관한 연구	<—	—	—	—	—	—	—	>
- 투영 및 좌표변환에 관한 연구	<—	—	>					
- 3차원 지형처리 및 분석에 관한 연구	<—	—	—	—	—	—	—	>
- Rule base에 의한 map design에 관한 연구	<—	—	—	—	—	—	—	>

연구인력 및 투자계획

* 소요 연구개발비 (억 원)

년 도	95 상	95 하	96 상	96 하	97 상	97 하	98 상	98 하	계
예 산	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	16

* 소요 인력 (석사급 이상: 명)

년 도	95 상	95 하	96 상	96 하	97 상	97 하	98 상	98 하	계
인 력	8	8	8	8	5	5	5	5	55

(2) "GIS기술개발 연구기획사업" STEPI 계획안 (1995.2)

중분류 과제명	세 분 류 과 제 명	연도별 소요 예산					예산 누계 (억원)	민간부분 투자비중 (%)	예산 확보 방안
		구분	'95	'96	'97	'98			
매핑 기술 개발	총 계	계	15.5	16.5	14.5	11.0	57.5	30	
		민간	4.9	4.6	4.3	3.1	16.9		

(3) 과기처 NGIS기술개발 계획안 (1995.7)

(단위 : 억원)

과제별	'95	'96	'97	'98	계
매핑기술개발	15.5	16.5	14.5	11.0	57.5
기본 S/W	9	9	10.75	12.5	41.25
DB Tool	14	14	20.25	26.5	74.75
응용s/w 기술개발	3	3.5	2.5	1	10
계	41.5	43	48	51	183.5

(4) 매핑기술개발 1차년도('95) 실행 연구비

(정부 50% 현금 + 민간 20% 현금) = 3.5 억원

6. 매핑기술개발의 연구목표

(1) 개발 방향

도형자료 입력방법의 효율성, 현장성 및 용이성을 고려하여 다양한 기술을 개발

새로운 Base Map 구축 : 축척에 따른 입력방법 고려

효과적인 수정방법 요구 : 축척에 따른 수정방법, 현장에서의 직접 수정 고려

정확도 요구 : 축척에 따라 선택할 수 있는 다양한 기술 제공

경제성 요구 : 시간절약 방법, 최신기술, 자동화 고려

상세한 정보 요구 : 사진 이용

멀티미디어시대를 맞아 4차원 GIS로의 접근과 비전문가를 위한 기술을 개발

(2) 단계별 개발 목표

사용자 요구에 맞는 다양한 매핑기술이 통합된 매핑시스템을 개발

1단계 목표(1995년 - 1997년) : 독립 모듈 개발 및 이들의 연계 활용 시스템

2단계 목표(1998년 이후) : 전체 입력/수정/저장/처리/출력이 통합된 매핑시스템

(3) 1단계 연도별 개발 목표

1차년도(95) : 기반기술 확보, 핵심기술 및 알고리즘 개발

2차년도(96) : 모듈별 프로그램화

3차년도(97) : 모듈 보완 및 연계활용을 위한 매핑시스템 개발

7. 매핑기술개발 중과제

(1) 연구개발의 최종목표

본 연구의 최종목표는 매핑분야의 기반기술들을 구축하고 매핑전용 S/W를 개발하여 상품화를 추구하는데 있으며, 더나아가 GIS 기본 S/W와 연계된 GIS분야의 대형패키지 개발을 지원하는 데 목표를 두고 있다. 매핑분야에서 추구하는 각 모듈별의 최종목표는 다음과 같다.

1) 자료획득 및 수정 S/W 개발

ㅇ지형도, 주제도, 설계도면 등 기존 도면의 입력 및 수정기술 확보

디지타이저에 의한 수동 벡터라이징 S/W 개발

스크린 디지타이징에 의한 반자동 벡터라이징 S/W 개발

스캐너에 의한 자동 벡터라이징 S/W 개발

도면인식에 의한 속성 입력기술 개발

ㅇGPS 및 최신측량기기에 위한 신속 정확한 입력 및 활용기법 개발

Airborne GPS 및 Mobile GPS를 위한 S/W 개발

GPS - Pen Computer system 개발

Total Station에 의한 측량자료 입력 S/W 개발

COGO S/W 개발

ㅇ수치사진측량에 의한 공간자료 획득 및 수치정사사진 제작 기술 개발

Softcopy Photogrammetry에 의한 3D Compiling를 위한 시스템 S/W 개발

Digital Orthophoto제작 및 Mono Compiling를 위한 S/W 개발

Stereo Plotter로부터 GIS ready data를 획득하는 시스템 S/W 개발

Video Photogrammetry 및 CCD Van 시스템을 위한 기반기술 개발

ㅇ원격탐사에 의한 주제별 레이어 구축 기술 개발

GIS에 적합한 Remote Sensing S/W 개발

위성영상에 의한 DEM 구축 자동화 S/W 개발

위성영상으로부터 주제별 레이어 획득 S/W 개발

ㅇ각종 자료획득기법과 관련한 핵심기반기술 확보

2) 자료처리 및 3차원 지형분석 S/W 개발

ㅇ매핑자료 처리 및 변환 기술 개발

입출력 변환 S/W 개발

좌표변환 및 투영변환 S/W 개발

도면접합 및 일반화 S/W 개발

ㅇ공간자료의 압축/저장 기술 개발

도형과 영상정보의 저장 및 검색 등의 정보관리 S/W 개발

다축척/다해상도의 공간자료 압축/저장 S/W 개발

Fuzzy 공간정보의 저장 및 검색을 위한 기술개발

ㅇ3차원 수치지형 구축 및 지형분석 기술 개발

TIN 구축 S/W 개발

지형보간 S/W 개발

3차원 VIEW S/W 개발

Surface 및 Sub-surface Analysis를 위한 S/W 개발

ㅇ매핑자료 처리 및 3차원 지형분석과 관련한 핵심 기반기술 확보

3) 자료출력 및 지도설계 자동화 S/W 개발

ㅇ지도출력 S/W 개발

래스터와 벡터 중첩에 의한 정사사진지도 제작 S/W 개발

심볼 입력/수정, 도형 및 속성자료의 위치 자동변경 S/W 개발

2D/3D/4D 및 Multimedia 수치지도 제작 S/W 개발

ㅇRule base에 의한 지도 Design 자동화 S/W 개발

일반화/도면접합 자동화를 통한 다축척/다해상도의 지도design 자동화 기술개발

도식, 범례 등에 대한 주제도별 rule base 구축

ㅇ매핑자료 출력 및 지도설계 자동화와 관련한 핵심 기반기술 확보

(2) 1차년도 연구개발 목표

1) 기존지도로부터의 자료획득 부분

대화형, 자동 및 수동 백터링 기술 개발을 위한 알고리즘 구축

2) GPS로부터의 자료획득 부분

Airborne 및 Mobile GPS와 Pen Computer System S/W 개발에 관한 기초연구

3) 최신측량장비(데오돌라이트,Total Station)에 의한 자료획득 부분

데오돌라이트와 컴퓨터간의 인터페이스 개발

4) 수치사진측량에 의한 자료획득 부분

정사사진 제작, 수치사진측량 알고리즘 구축

5) 공간자료에 관한 처리 및 변환 부분

입출력, 좌표/투영변환, 도면접합 및 일반화의 핵심기술 및 알고리즘 구축

6) 원격탐사에 의한 자료획득 부분

매핑시스템을 위한 원격탐사 기본 모듈 개발

7) 도형 및 공간자료의 압축기술 부분

영상압축 기술 개발

8) 3차원 지형분석 부분

3차원 지형 모델링 및 Viewing S/W 기본 모듈 개발

(3) 연구수행 방법

1) 기존 자료의 조사, 수집, 분석 및 평가

- 기존의 S/W, 연구논문 및 관련도서 참고
- 인터넷을 통한 최신자료 조사, 수집 및 분석
- 기존의 S/W나 연구에서 채택한 방법 중 개선할 부분이나 아주 새로운 아이디어를 도출

2) 해외 기술의 중간진입

- 국제학술발표회(ISPRS, 오스트리아)의 참석과 영국 및 호주 방문
- 외국의 유명학자(Toni Schenk (미국) 와 Walter Schuhr (독일))로부터 자문
- GRASS의 소스 프로그램 교육 (1차: 기본교육, 2차: 프로그램 개발교육)
- 협력업체 ESRI에서의 정보제공

3) 연구자들간의 회의를 통한 정보교환 및 의견수렴

자체적으로 낸 아이디어의 효용성과 타 분야와의 관계를 확인하기 위해 연구자들간의 회의를 거쳐 의견 수렴 및 연구방향 도출

4) 핵심기술 및 알고리즘 개발

기존 상품을 동작시켜 보면서 단점을 보완하는 측면에서 필요한 핵심기술과 알고리즘을 개발

본 연구진이 자체적으로 아이디어를 내고 실험을 통해 확인하면서 개발

자료분석을 통해 정립된 이론이나 기법을 분석하여 알고리즘 개발

(4) 1차년도 연구수행 내용 및 결과

1) 기존지도로부터의 자료획득 부분

대화형 벡터링 모드에서 너무 잦은 사용자의 개입으로 의한 생상성 저하를 방지하기 위해 최대한 자동으로 벡터링이 이루어지는 방법을 강구하였다. 또한 사용자의 개입을 차후로 미루어 두었다가 한꺼번에 처리하는 일괄처리기능도 고려하였다. 당해연도 연구에서는 이와 같은 여러 가지 벡터링 모드를 지원하기 위해 필요한 기초기술 및 개선된 알고리즘을 개발하였다.

(1) 선추적 기술 개발 및 구현

(2) 교차지점 분석기술 개발

(3) 자동 선추적을 위한 자료구조 및 알고리즘 개발

(4) 세선화에 의한 자동 벡터링 기술 개발

(5) 디지타이저 인터페이스 기술 조사 및 연구

(6) 후처리 및 편집 기술 개발

2) GPS로부터의 자료획득 부분

현장에서의 효율적인 GIS 자료획득을 위해 GPS 위치결정방법의 기본 이론을 정립하였고, 적용실험을 위해 대전~청주간 국도상에 시험망을 구축하여 생산성과 정확도면에서 효율적인 GPS측량 방법을 결정하였으며, GPS 측위결과를 활용하기 위한 사용자 인터페이스 이론을 정립하고 알고리즘을 구축하였다.

(1) 효율적인 GIS 자료구축을 위한 GPS 위치결정 이론 정립

(2) GPS 위치결정 방법의 정확도 분석

(3) GPS 측위결과의 사용자 인터페이스에 관한 이론 정립과 알고리즘 구성

(4) GPS 결과의 활용을 위한 지오이드 모델 개발

(5) GPS 결과의 활용을 위한 좌표변환 이론과 알고리즘

3) 최신측량장비(데오돌라이트,Total Station)에 의한 자료획득 부분

Notebook Computer에서의 개별적인 작동에 의한 자료수집의 수단으로 사용될 프로그램이므로 DOS상에서의 작동을 목표로 하였다.

(1) 데오돌라이트와 컴퓨터의 인터페이스 개발

(2) 자료의 저장 방법 개발

4) 수치사진측량에 의한 자료획득 부분

수치정사 사진 제작 알고리즘 구축하였고, 수치사진측량의 기본 알고리즘을 구축할 수 있는 토대를 구축하였으며 수치사진측량을 이용한 3D Compiling 시스템의 기본구조를 설계하였다. 또한 CCD Van과 Video Photogrammetry를 위한 기본이론을 정립하고 시스템을 설계하였다.

(1) 항공사진을 이용한 정사투영영상 생성

(2) 수치사진측량에 의한 3D Comliling 시스템의 모듈들에 대한 기본이론 및 알고리즘 정립

(3) Video Photogrammetry 및 CCD Van 시스템의 기본 이론 정립

5) 공간자료에 관한 처리 및 변환 부분

(1) 매핑시스템의 개념적 설계

전체 매핑시스템을 개념적으로 설계하여 각 입력, 처리 및 출력 부분의 역할과 관련성을 분석하였으며, 차기년도의 프로그램화와 3차년도의 통합을 대비하여 기본적인 개발시스템 환경을 통일코자 하였다.

(2) 입출력 변환 알고리즘 개발

래스터라이징 알고리즘 분석 및 교환포멧(DXF와 SDTS) 분석

(3) 좌표/투영변환 알고리즘 개발

독립모듈 개발을 위해 상호관련성과 관련된 핵심기반 기술 분석

(4) 도면접합 및 일반화 알고리즘 개발

다축척/다해상도 도면접합 및 일반화와 관련된 핵심기술 및 알고리즘 구축

6) 원격탐사에 의한 자료획득 부분

영상 처리에 널리 사용되는 기본적인 모듈들을 개발하였으며, 특히 각각의 모듈들을 별도의 실행파일로 개발하는 방법을 지양하고 향후 연구개발 작업을 계속 지원할 수 있는 API를 객체 지향적 기법을 사용하여 설계, 구현한 뒤 이를 재사용하여 응용 프로그램을 개발하였다.

개발 완료된 프로그램은 기본적인 영상 조작, 영상 향상, 영상 필터링, 경계선 추출, 무감독 영상 분류에 관한 것들이며 이 프로그램은 독립된 파일로서 실행될 뿐만 아니라 다른 응용 프로그램의 일부 모듈로 재사용될 수 있도록 라이브러리화 하였다.

(1) 영상처리 기본 모듈의 구현

(2) DEM 자동생성 모듈의 개발

7) 도형 및 공간자료의 압축기술 부분

- 각종 영상압축 기법의 비교
- 다대역 위성영상에 대해서 손실 압축 모듈 개발 및 실험
- 수치표고모형에 대해서 비손실 압축 모듈 개발

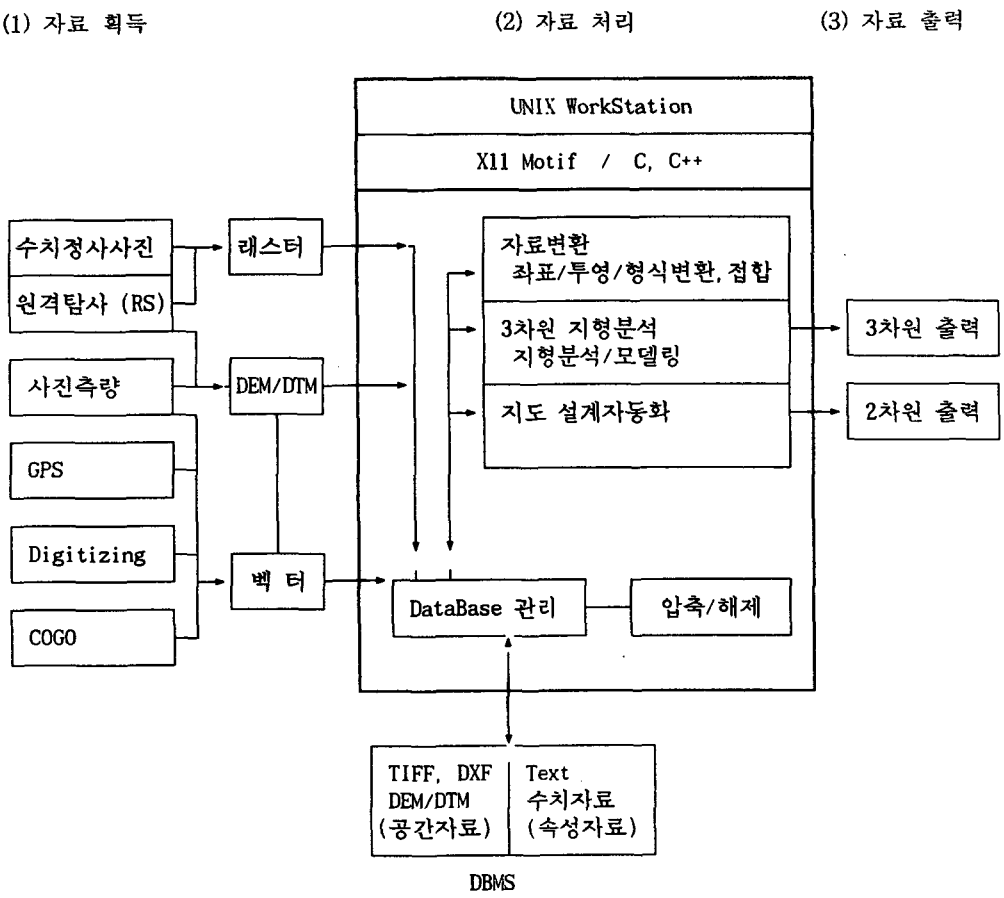
8) 3차원 지형분석 부분

(1) 3차원 지형 모델링 : 2차원 지도로부터 주요 의미점을 추출하여 3차원 형상의 구성

(2) 3차원 지형 viewing : 모델링 단계에서 생성된 지형을 여러 각도에서 관측이 가능케 함.

(3) 3차원 지형 렌더링 : 인공위성 영상 매핑 및 고도에 따른 색상을 부여

(5) 개념적 매핑시스템 구성도



<그림> 매핑 시스템 통합 구성도

(6) 차기년도 연구개발 계획

매핑 기술개발과제에서는 DBMS가 개발되기 전까지 파일처리를 전제로 하여 독립적으로 시스템을 개발하고 있었으나, 매핑시스템을 테스트하기 위해서 DBMS가 필요하기때문에 2차년도에서는 매핑자료들을 저장할 DBMS 관리 프로그램에 대해 연구를 착수할 계획이다.

1) 기존지도로부터의 자료획득 부분

(1) 대화형 및 자동 벡터링 도구 구현

- 독립적인 대화형 및 자동 벡터링 도구 개발

(2) 화면 디지타이징 기술 개발 및 구현

- 대화형 벡터링에서의 자료구조를 기초로 한 화면에서의 디지타이징 기술 구현

(3) 수동 디지타이징 기술 개발 및 구현

- 디지타이저 인터페이스 프로그램 작성에 의한 디지타이저 구동

(4) 심볼 및 문자 위치추출 및 인식기법 개발

- 심볼 및 문자의 자동 분류, 위치추출 및 등록 기법 연구

(5) 후처리 및 편집 기술 구현

2) GPS로부터의 자료획득 부분

(1) 지오이드 모델과 연계된 3차원 좌표변환 S/W 개발

(2) Mobile GPS와 Pen Computer System 구현을 위한 인터페이스 S/W 구성

(3) 실시간 GPS 위치정보를 현장에서 입력 및 수정할 수 있는 S/W 개발

(4) GPS 위치정보의 Display 및 자료관리 S/W 개발

(5) Airborne GPS를 위한 GPS Photogrammetry 기법개발 및 알고리즘 구성

3) 최신측량장비(데오돌라이트,Total Station)에 의한 자료획득 부분

(1) 데오돌라이트 시스템에 의한 위치결정 Program 개발

(2) Total Station의 방향 요소의 결정방법 및 위치결정을 위한 Algorithm 및 Program 개발

(3) COGO의 기능 및 Algorithm 개발

4) 수치사진측량에 의한 자료획득 부분

(1) 수치정사 사진 제작 프로그램 개발

(2) 수치사진측량 시스템 설계 및 정립된 알고리즘의 프로그래밍

(3) Video Photogrammetry 및 CCD-VAN을 위한 기본 모듈 개발

5) 다축척/다해상도의 공간자료에 관한 변환 및 처리

(1) 입출력 변환 프로그램 구현

- 자료변환, 형식변환, 매핑자료 관리용 데이터베이스 프로그램을 개발하고, 이를 통합하여 독립적인 입출력변환 프로그램 구현

(2) 좌표/투영변환 프로그램 구현

- 서로 다른 좌표계 및 투영면간의 좌표변환 프로그램을 독립적인 도구로 개발

(3) 도면접합 및 일반화 기술 개발 및 구현

- 도면접합 및 선 일반화 프로그램 구현

6) 원격탐사에 의한 자료획득 S/W 개발

- 다양한 영상처리 및 분석 모듈 개발

- DEM 구축 프로그램의 수정/보완 및 실험/평가

7) 도형 및 공간자료의 압축 S/W 개발

- 다대역 영상 압축 기법의 구현/평가
- 스캐닝 영상 및 DEM 압축 기법의 구현/평가

8) 3차원 지형분석 및 Viewing S/W 개발

- 개발된 TIN기술 보완 및 3차원 Viewing Module 연구
- 지형의 렌더링 및 인공위성 영상과 TIN의 overlay 연구
- 개발된 시스템의 안정화 (코드 최적화 및 사용자 인터페이스 설계)

9) 매핑시스템 통합 관련 연구

- 사용자를 위한 대화형 프로그램으로 전체 자료획득/처리/출력이 통합된 매핑시스템을 작성하기 위한 사전 준비로서, 시스템 통합을 위한 요구조건을 분석하고 시스템을 설계

8. 결언

GIS 소프트웨어 개발역사에서 잘 알려져 있는 실패의 사례는 1960년대 후반 미국 코넬대학에서 개발한 LUNR(Land Use and National Resource)시스템이다. 이 시스템의 실패원인은 첫째, 시스템의 응용분야나 사용자에 대한 사전정보나 계획이 부족하여 어떤 목적에도 사용할 수가 없었으며, 둘째, 75만 달러가 소요된 시스템의 개선 및 유지비에 연간 6만 달러가 지원되는 등 예산계획에도 차질이 있었기 때문이었다. 따라서 기술개발 특히 하나의 상품화를 추구한다면 실질적으로 가능한 목표설정과 현실적인 예산지원이 뒷받침되어야만 성공할 수 있을 것이다.

기획연구가 top-down식의 연구과제를 결정하였다면, 매핑기술개발 1차년도에서는 bottom-up식의 연구를 수행하여 2차년도에 각 연구자의 연구결과가 하나의 모듈형식으로 나타나도록 요구하였다. 그러나 이제부터는 다시 top-down식의 연구를 진행하여 하나의 매핑패키지가 탄생할 수 있도록 최선을 다하여야 할 것이다.