수치지도와 매핑기술개발

박홍기 (경원대학교 토목환경공학과 교수)

1. 수치지도의 구축현황

1) 지형도 수치지도화

지형도 수치지도화사업은 국가공간정보의 기본이 되는 지형도를 데이터베이스화하는 사업으로, 수치지도화 대상은 1/1,000, 1/5,000 및 1/25,000 축척의 지형도이다.

- 1/1,000 수치지도 (91%제작)
  전체 78개시중 '98년까지 자체시행 6개시 포함 71개시 제작
  '99년까지 1년 연장 시행
  '99년이후 수정갱신은 지자체에서 공공측량 절차에 따라 시행
  국가와 지자체 공히 판매
- 1/5,000 수치지도 (84.3%제작)
  전체 16,200도엽중 '98년까지 13,661도엽 제작
- 1/25,000 수치지도 (69%제작)
  '96년 산악지역 159도엽, 총 20,600㎢ 면적인 지역을 구축
  '98년 기술연구용역의 결과물인 소축척 수치지도제작 변환프로그램을 활용하여 기존제작방식의 1/3비용으로 373도엽 제작
  각종 계획수립시 필요하므로, 전국토 제작(768도엽)의 필요성 요구되고 있음

2) 주제도 수치지도화

- NGIS구축계획
  '98-2000년까지 266.4억을 투자하여 6개 주제도(도시계획도, 도로망도, 국토이용계획도, 지형지번도, 토지이용현황도, 행정구역도)를 제작하기로 함
- '98년까지의 추진현황
  국립지리원 - 6개 주제도 연구시범사업 (수원시 일원)
  국토연구원 - 토지이용현황도 (정보화근로사업, 전국토의 50%)
  도로망도 시범사업

3) 지하시설물도 수치지도화

- 수치지도화 대상
  상수도, 하수도, 가스, 전력, 통신, 송유관, 난방열관 등의 7개 시설물
- '98년까지의 추진현황
  과천시 시범사업(96.7-97.4)
  지하시설물 측량업 신설(97.12 측량법 개정)
  지하시설물도작성 작업규칙 제정(98.5)
  지하시설물도 수치지도화 중앙협의회 구성운영중(98.7)
  78개시중 우선 16개 도시를 거점도시로 선정 집중육성할 계획

4) 수치지도 공급현황

축척별	계	'96	'97	'98
계	77,417도엽 (197개 기관)	10,642도엽 (26개 기관)	19,923도엽 (38개 기관)	50,102도엽 (88개 기관)
1:1,000	1,173도엽	30도엽	364도엽	1,501도엽
1:5,000	75,339도엽	10,598도엽	18,936도엽	47,977도엽
1:25,000	807도엽	-	573도엽	422도엽
1:250,000	98도엽	14도엽	50도엽	112도엽

2. 국립지리원 추진방향

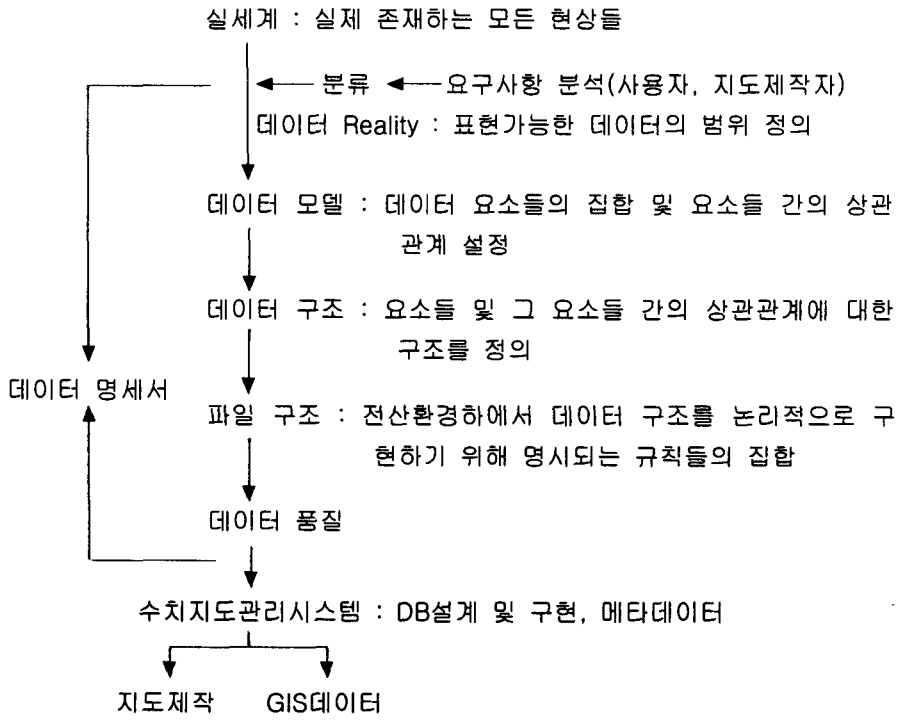
1) 국가추진사업에 병행한 국립지리원 수치지도화 사업의 목표

	제1단계	제2단계	제3단계
정보화촉진 기본계획(96.6)	1996-2000 정보화촉진 기반조성단계	2001-2005 정보활용 확산단계	2006-2010 정보활용 고도화단계
초고속국가망구축 기본계획(95.5)	1995-1997 기반구축단계	1998-2002 확산단계	2003-2010 완성단계
국가GIS구축사업	1995-2000 GIS기반조성단계 -주요 지도 전산화 -표준정립, 관련 제도 및 법규정비, 기술개발, 인력양성, 지원연구	2001-2005 GIS활용단계 -새로운 GIS기반정보 생산, 구축된 공간정보의 정확도 제고, 시기적절한 갱신 -유통체제 확립 -관련 법제 정비	2006-2010 GIS정착단계 -GIS선진국 진입 -유통체계를 통한 민간에 공급 -GIS활용 보편화

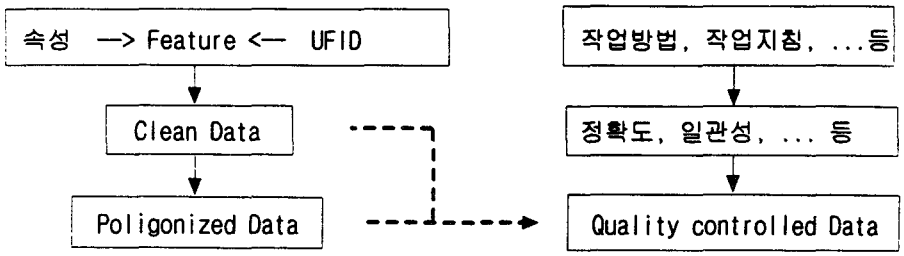
	제1단계 1995-2000	제2단계 2001-2005	제3단계 2006-2010
국립지리원 수치지도화 사업	수치지도 구축단계 -수치지형도 1/1,000, 1/5,000, 1/25,000 구축 -관련 제도 및 법규정비 -수치주제도 제작 -관리공급시스템 구축 -연구용역사업 실시	수치지도 보완단계 -GIS사용자를 위한 자료제공 -새로운 공간정보 생산 -고품질 수치지형도를 위한 갱신 -좌표계 및 기준망 정비 -관련 법제 정비	수치지도 활용단계 -공간정보의 민간활용을 위한 관리/공급 -지도복제 효율화 및 고품질화 -고차원 GIS공간정보 제공 -지형과 지적의 연계활용 -신기술 보급

* 상기표는 발표자가 작성한 것으로 국립지리원의 자료가 아님.

실세계 지리정보를 사용자들이 요구하는 구조화된 수치지도정보로 구축하기 위해 요구되는 절차와 항목들을 요약하면 다음과 같다.



사용자가 요구하는 고품질/다차원의 수치지도 데이타를 제공하기 위해서는 기존의 수치지도외에 정사사진 및 고도데이타 등의 제작기술이 필요하며, 위상구조화될 수 있는 수치지도 모델로 구축하여야 한다.



따라서 국립지리원이 취해야 할 연구과제는 품질을 보장할 수 있는 수치지도 데이터와 관련한 연구, Clean Data의 Specification을 완성하고 정사사진, 고도데이타를 이용할 수 있도록 지원하기 위한 연구, GIS사용자도 만족하고 국립지리원 지도제작에도 이용할 수 있는 Polygon화된 Data를 제공하기 위한 연구가 수행되어야 한다. 또한 이를 제도적으로 뒷받침할 법, 규칙에 관한 연구, 제작을 위한 작업지침 등에 관한 연구와 시범사업이 병행되어야 한다.

2) 국립지리원 GIS 연구용역

- '98 연구과제명

구 분	용 역 명	
학 술 용 역	▷구조화를 위한 수치지도 데이터 작성	수치지도 데이터 모델에 관한 연구(II)
		수치지도 Data Specification에 관한 연구(II)
	▷고품질 수치지도 제작을 위한 연구	국가고도자료 구축에 관한 연구(II)
		수치지도 데이터 품질관리에 관한 연구
	▷지리정보 관리 및 공급시스템 개발에 관한 연구	수치지도 관리시스템 개발에 관한 연구(II)
		수치지도 공급방안에 관한 연구
기 술 용 역	▷수치지도 좌표계 변환에 관한 연구	
	▷대축척 수치지도를 이용한 소축척 수치지도 제작 및 래스터 지도제작에 관한 연구	
	▷국립지리원 내부포멧 및 포멧변환(translator)에 관한 연구	
	▷수치지도 정확도 제고를 위한 수정/갱신 방안에 관한 시범연구	
	▷수치지도를 이용한 고품질 종이지도 제작에 관한 연구	
계	8개 과제 (11세부과제)	

- 국립지리원 연구과제 3차년 계획 (단위 : 백만원)

구 분	세 부 과 제 명	추진년도		
		97	98	99
계		600	800	800
수치 지도 작업지침개선 (학술연구)	▷기존 검수과정의 문제점 분석 및 해결방안 제시	50	-	-
	▷수치 데이터 품질관리(QC)에 관한 연구	-	60	-
	▷작업지침의 개선방안에 관한 연구	30	-	-
구조화를 위한 수치지도 데이터 작성 (학술연구)	▷수치 데이터 모델에 관한 연구	60	70	-
	▷수치 Data Specification에 관한 연구	20	60	60
	▷Polygon화를 위한 수치 데이터 모델 개선에 관한 시범연구	-	-	80
고 품 질 수치지도 제작을 위한 연구 (학술연구)	▷국가고도자료 구축에 관한 연구			
	▷수치지도 좌표계 사용에 관한 연구	30	50	50
	▷수치정사사진지도 구축/활용에 관한 연구	20	-	-
	▷직각좌표계 변환 프로그램 개발	-	50	-
	▷Vector/Raster 변환에 의한 수치지도의 래스터화에 관한 연구	-	40	-
	▷수치지도제작과 GIS활용상에서의 현 수치지도의 문제점 종합분석	-	-	80
	▷지적필지 데이터와의 연계 및 활용방안에 관한 연구	30	-	-
	▷GIS표준화 및 OpenGIS에 관한 연구	40	-	-
	▷지리정보 관련 자료구축	-	40	-
	▷Feature 속성자료 구축/갱신에 관한 연구	-	40	50
	▷종이지도 제작의 효율화/고품질화를 위한 시범연구	-	-	60
		-	-	80
지리정보 관리 및 공급 시스템 연구 (학술연구)	▷수치지도 관리시스템 개발에 관한 연구			
	▷수치지도를 위한 메타데이터에 관한 연구	100	70	80
	▷국립지리원 내부포멧 및 국가표준변환 포맷에 관한 연구	30	-	-
	▷대용량 수치지도 저장전략에 관한 연구	-	50	-
	▷지리정보 유통방안 연구	-	-	50
	▷수치지도 공급시스템에 관한 연구	-	40	50
		10	-	-
수치지도의 정확도 및 수정방안 (기술연구)	▷기존 수치지도제작의 단계별 정확도 검증 및 평가			
	▷정확도 제고방안 및 허용오차 기준설정	80	-	-
	▷대축척 수치지도를 이용한 소축척 수치지도 제작에 관한 실험연구	-	90	-
	▷항공사진을 이용한 수치지도 수정방안 제시	60	80	-
	▷GPS를 이용한 수치지도 수정방안에 관한 연구	40	-	-
	▷위성영상에 이용한 수치지도 구축/수정에 관한 시범연구	-	60	-
	▷수치사진측량에 의한 수치지도 구축/수정에 관한 연구	-	-	80
		-	-	80

3) 영국 OS보고서에서의 권고사항

1995년 국토개발연구원과 OS의 연구용역에서 국립지리원에 대한 권고한 사항들은 다음과 같다.

- 기본도 투영법과 측지데이터를 우선적으로 검토할 것.
- 데이터에 포함할 주요 속성들을 사용자와의 합의하에 빨리 확인할 것.
- 고유하게 지정된 지형지물의 코드체계 작성을 조속히 검토할 것.
- 갱신전략 및 시스템을 조속히 개발할 것.
- 여러 문서에서 사용하는 자료획득 작업지침을 단일문서로 통합정리하여야 함.
- 표준 품질관리 지침을 개발하여야 함.
- 표준 데이터명세서의 문서화 및 의사소통 기능 향상
- 1998년까지 파일기반 데이터베이스 시스템을 갖추어야하며, DBMS를 개발하려면 SDTS의 한국적 개발의 내용도 고려해야 함.
- 1997년 중반까지 Framework 데이터에 대한 명세서를 정하고, 변환은 수치화 완료시기에 맞추어 계획을 수립하여야 함.
- GPS를 활용할 수 있는 변환 매개변수를 개발하여야 함.
- 자동화 방법에 의한 도면작성을 위하여는 자료획득 프로그램과 제작시스템이 개발되어야 함.
- 1997년 말까지 엔지니어와 지자체를 대상으로한 사용하기 쉬운 데이터 생산체제를 만들어야 함.
- 새 데이터의 판매에 따른 저작권 협정 및 복사사용 범위를 검토하여야 함.
- 1997년 말까지 장기간의 기록보관 정책을 개발하여야 함.

또한 국립지리원측에서 질문한 내용에 대해 OS는 다음과 같이 권고하였다.

- 스캐닝된 래스터 데이터의 활용가능성에 대해 검토하도록 권고함.
- GIS용 데이터로의 접근을 위한 단계적 접근방법의 사용을 검토하도록 권고함.
- 실제 사용자가 이용하는 속성데이타에 대한 조사를 바탕으로 한 속성데이타 계획수립을 권고함.
- 수치지도 제작 및 갱신 방법, 기술에 대한 융통성을 발휘할 것을 권고.
- 데이터베이스와 관련하여 장기계획을 수립할 것을 권고함.
- 지도투영법 및 좌표계에 대한 문제를 즉시 검토할 것을 권고함.
- 지도유통체계에서의 생산/공급방식의 조사를 통한 지도유통방안 연구를 권고함.
- 현실성, 중요도에 따른 품질관리 방법을 사용자, 계약자가 함께 개발토록 권고함.
- 소량의 SDTS 프로파일이 사용되도록 권고함.

이와 같은 영국 OS의 권고사항을 바탕으로 국립지리원은 단계적, 체계적으로 수치지도의 품질개선 및 수정갱신 방안을 추진중이지만, NGIS하에서의 인식부족, 예산상의 문제, 사용자의 요구사항 등에 따라 시기적으로는 다소 변동되고 있다.

수치지도 제작 및 활용 관련기술을 보급하여야 하는 국립지리원의 역할을 고려할 때 현재 설정된 연구과제에서 연구기간상으로 부족한 과제와 고려되지 못한 과제들은 다음과 같으며, 이는 타분과와 힘을 합쳐 향후 장기 기초연구로 다루어져야 할 것이다.

(1) 위치결정의 정확도 향상을 위한 연구
① 관측기술 향상을 위한 연구
GPS 측량기술의 고도화에 관한 연구
고도자료 관측방법의 효율화에 관한 연구
② 해석기술 향상을 위한 연구
측지체계 확립에 관한 연구
연속관측 자료처리에 관한 연구
(2) GIS 기초기반 연구
① 정보취득 기술에 관한 연구
항공사진측량의 고도화에 관한 연구
수치사진측량시스템 개발에 관한 연구
지도정보 취득의 첨단화에 관한 연구
시계열정보의 취득에 관한 연구
수치지도정보의 고품질화에 관한 연구
② 정보처리 기술에 관한 연구
새로운 수치지도 체계에 관한 연구
위성영상을 이용한 수치지도 작성에 관한 연구
지도정보의 수정/편집시스템 개발에 관한 연구
고차원 지형공간정보에 관한 연구
GIS DB 고도화에 관한 연구
③ 정보제공 기술에 관한 연구
지도복제의 효율화/고품질화에 관한 연구
대용량 자료의 관리제공에 관한 연구
정보제공의 멀티미디어화에 관한 연구
통신망에 의한 정보제공에 관한 연구
(3) GIS 응용에 따른 정보의 다양화에 관한 연구
① 시설물 관리체계에서의 관한 연구
② 방재정보체계에서의 관한 연구
지형재해 예보시스템 개발에 관한 연구
③ 환경정보체계에서의 관한 연구
원격탐사 기술 응용에 관한 연구
토지이용/토지피복 정보의 편집방법에 관한 연구
환경 변화 조사기법 개발에 관한 연구

3. 수치지도와 매핑기술

1) 국내외 매핑기술개발 현황

최신측량기기들의 등장은 매핑기술을 디지털 매핑으로 변환하였으며, 현장에서의 실시간 입력 및 수정과 정확도 높은 자료 제공을 위해 단일 기술 또는 통합된 기술을 사용하고 있다.

현재 우리나라의 경우 시스템 개발에 소요되는 모든 하드웨어를 개발하는 것은

불가능하지만 측량기기(예를 들어 GPS측량기, TotalStation, 측량용사진기 등)들을 도입하여 소프트웨어적으로 자료를 획득하는 것은 가능하다.

이에 관한 기초적인 연구수준은 우리나라도 매우 높으며, 학계 및 연구소에서 그동안 꾸준한 연구를 통해 기술수준을 쌓아왔다. 그러나 각 연구자들에 의한 단편적이고 소규모적인 연구의 결과이므로 실용화까지 도달되지 못한 상황이었다.

매핑관련 기술들이 활용되는 분야는 표 3.1과 같이 기준점측량에서부터 컨설팅에 이르기 까지 다양하며, 여러 가지의 시스템들이 단독 또는 복합적으로 활용된다.

현재 지하시설물 관리에 사용되는 지도, 도면, 이미지 등의 도형정보는 관련법에 근거하여 제작되는 경우와 자체적인 필요에 의해 제작되는 경우가 있다. 그러나 그동안 생성된 도형정보에 대한 유지관리는 매우 소홀하여 변화된 부분에 대해 수정과 갱신이 이루어지지 않고 있다. 따라서 현재의 시설물의 매설위치, 깊이에 대한 정확한 정보를 사용자는 알 수가 없다. 지하시설물 DB를 제대로 구축하기 위해서는 시설물에 대한 현지조사·탐사를 통해 시설물의 위치자료가 신뢰성이 있도록 정비하는 작업이 필수적이다.

지하시설물 관리체계의 DB는 항상 현재성을 유지할 수 있어야 하고 사용자들의 추가적인 요구사항이 제대로 반영되도록 관련자료의 갱신과 시스템 유지관리가 매우 중요하다.

이와 같이 매핑기술은 도형자료의 획득 및 수정/갱신 작업에 이용되고, 현장성 및 정확성이 보장되어야 하며, 사용자들에게 경제성을 충족시켜주어야 한다.

표 1 매핑관련 기술과 활용분야와의 관계

	UIS	시설물관리	자원관리	교통	정부
매핑/측량:					
기준점측량	◇	◇	◇	◇	◇
항공사진측량	◇	◇	◇	◇	◇
지적측량	◇	◇		◇	◇
시설물측량	◇	◇	◇	◇	◇
원격탐사	◇		◇		◇
주제도 제작	◇	◇	◇	◇	◇
시스템:					
CADD	◆	◆		◆	◆
AM/FM	◆	◆			◇
GIS	◆	◆	◆	◆	◆
Remote Sensing	◇		◇		◆
GPS	◇	◆	◇	◇	◇
멀티미디어	◇	◇	◇	◇	◇
문서 이미지화	◆	◆	◇	◇	◇
벡터라이징	◇	◇			◇
서비스:					
품질보증/품질검사	◆	◆	◇	◇	◇
데이터 변환	◆	◆	◇	◇	◆
매핑/정보기술 컨설팅	◆	◆	◆	◆	◆

◆절대적으로 필요, ◇필요시 선택 (기 활용시는 요구되지 않음)

수치화된 영상, 수치영상, 수치자료는 컴퓨터 처리를 통해 지표면상의 위치를 설정하기 위해 또는 지도를 만드는데 이용된다. 따라서 디지털 매핑에는 두가지 측면을 고려할 수 있다. 첫째는 GPS로 기준점을 만들거나 확장하는 것과 같은 Discrete mode이며, 둘째로는 지도를 제작하는 것과 같은 Continuous mode이다.

디지털 매핑에서의 공통된 성질은 입력자료를 획득하여, 기록하고, 분석하며, 컴퓨터처리를 위해 적절한 형태로 저장하는 것이다. 이들과 같은 디지털 매핑의 요소들은 GIS를 위한 공간정보의 주된 source로서 구성된다.

지난 20년간 매핑세계는 이들 현대적인 기술의 개발로 많은 변화가 있었다. 예를 든다면, 사진측량은 기계적에서 해석적으로, 또 해석적에서 수치적 사진측량으로 변화하였으며, 측량은 지상에서 공간 또는 위성측량으로 변화하였다. 측량용 사진은 수치적인 형태로 변환되어 수치영상처리에 의해 다루어지며, 디지털 사진기를 통해 직접 수치영상이 획득되기도 한다. 수작업이던 지도제작 과정은 컴퓨터를 활용한 지도제작으로 변화되어 왔다.

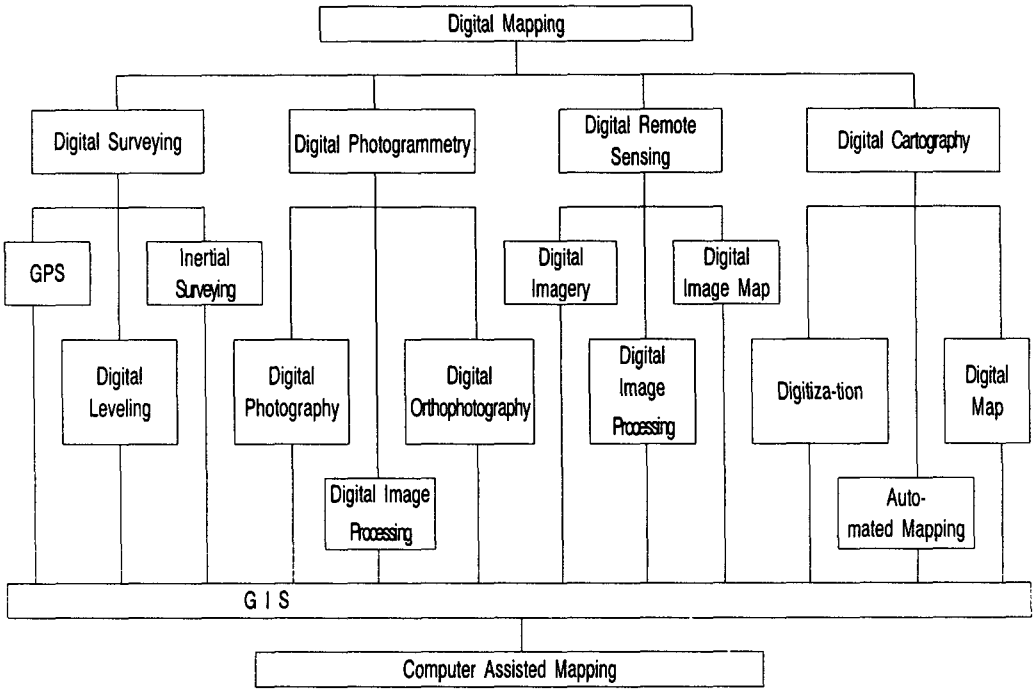


그림 1 디지털 매핑

(출처: O. O. Ayeni, Dept. of Surveying, Univ. of Lagos, Nigeria, 1996)

2) GIS산업 동향

향후 10년간의 컴퓨터 주변환경의 변화로는 빠른 컴퓨터, 통합된 통신망과 보다 빨라진 자료전송, 자료의 표준화, 인덱스를 이용하여 검색할 수 있는 메타데이타의 도입, 응용프로그램 개발을 위한 쉬운 그래픽언어와 보다 효과적인 사용자인터페이스, 인공지능을 이용한 소프트웨어, 객체지향형툴 등을 들 수 있다. 따라서 AM/FM/GIS 분야에서의 2000년대까지의 장기적인 개발방향으로는 첫째, 스캐닝기술을 이용한 자료의 자동입력처리, 둘째, 많은 자료량을 갖는 도형위주의 트랜잭션처리(객체지향형처리)에 의한 분산자료관리, 세째, 객체지향형언어를 이용한 응용프로그램 개발을 들 수 있으며, 기타 Desktop GIS, 3D/4D GIS와 같은 기술개발 방향을 예측할 수 있다.

이를 위한 기술동향으로 자료통합(지도, 영상, 설계도, 인문사회 및 경영정보 등), 기술통합(GIS, AM/FM, CAD, Remote Sensing 등), 시스템통합(Digital Mapping System과 GPS, 의사결정지원시스템과 행정정산망 등)이 본격화되고 있다. 따라서 고속통신망과 GIS를 연계한 새로운 "information infrastructure"를 창조할 수 있으며 다양한 분야에 적용할 수 있게 될 것이다.

Desktop GIS는 개인용 컴퓨터에서 작동하고 사용하기 쉽다는 면에서

enterprise GIS와 구별한다. 그러나 Desktop GIS의 성공은 AutoCAD의 서드파티 솔루션과 같이 특정업무에 맞는 다양한 프로그램이 제공될 때 가능할 것이다. 이용도에 따라 Professional GIS, Solution GIS, Consumer GIS로 구별한다면, GIS전문가가 아닌 특정 활용분야에 종사하는 일반 기술자들은 서드파티에서 제공하는 Solution GIS를 택하게 될 것이다.

3) NGIS에서 추구하는 선진기술

NGIS총괄분과에서 NGIS구축을 위해 적극적으로 도입하고자 하는 선진기술로는 GPS와 위성영상자료를 활용하는 매핑기술이다.

- GPS
  - GPS를 이용한 수치지도의 수정갱신
  - GPS활용시스템(예 차량항법시스템)
  - GPS를 이용한 국가기준점 정비 등
- 인공위성 영상데이터
  - 위성영상 데이터를 배경이나 기본도로 활용
  - 위성영상 데이터를 이용한 수치지도 수정갱신
  - 위성영상 데이터를 이용한 DEM제작
  - 위성영상 데이터를 이용한 토지이용현황도 등 주제도 제작

4. 매핑기술개발

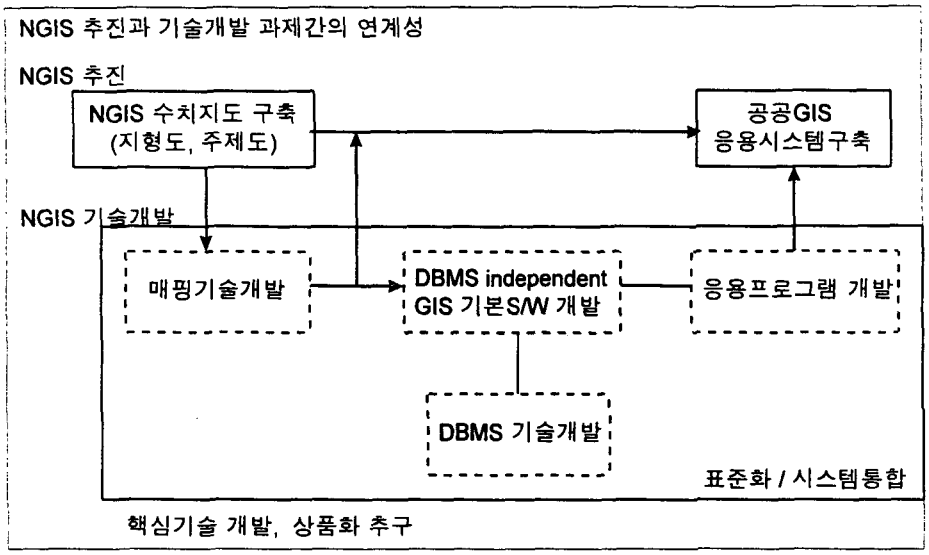


그림 2 NGIS 추진과 기술개발 과제간의 연계성

1) NGIS추진 및 기술개발 중과제와 매핑기술개발제와의 관계

매핑중과제는 GIS자료의 입력과 출력을 담당하는 부분이며, NGIS체계하에서는 지리정보분과의 수치지도구축과 매우 밀접한 관계가 있다. 매핑시스템내의 각 모듈간 및 타 중과제간의 연결은 공통포멧에 의한 자료에 의해 통합활용되도록 하였다.

2) 매핑기술개발의 개발방향

매핑시스템은 사용자들이 필요로 하는 작은 단위의 수치지도 자료획득 및 수정 소프트웨어를 상품화 전략으로 추구하여 개발하고 있으며, 이를 세부과제별로 구분하면 다음과 같은 모듈로서 구분할 수 있다.

(1) 벡터 위주의 자료획득(GPS, Total Station, Softcopy Photogrammetry, Vectorizing) 모듈들
(2) 래스터 위주의 자료획득(Remote Sensing) 및 3차원모델링 모듈
(3) 지도출력 및 지도설계자동화 모듈

이들 모듈들은 독립적으로도 활용될 수 있도록 개발을 유도하였으며, 같은 환경에서 개발되므로 부분적으로 통합된 실용화 시스템을 개발할 수 있다.

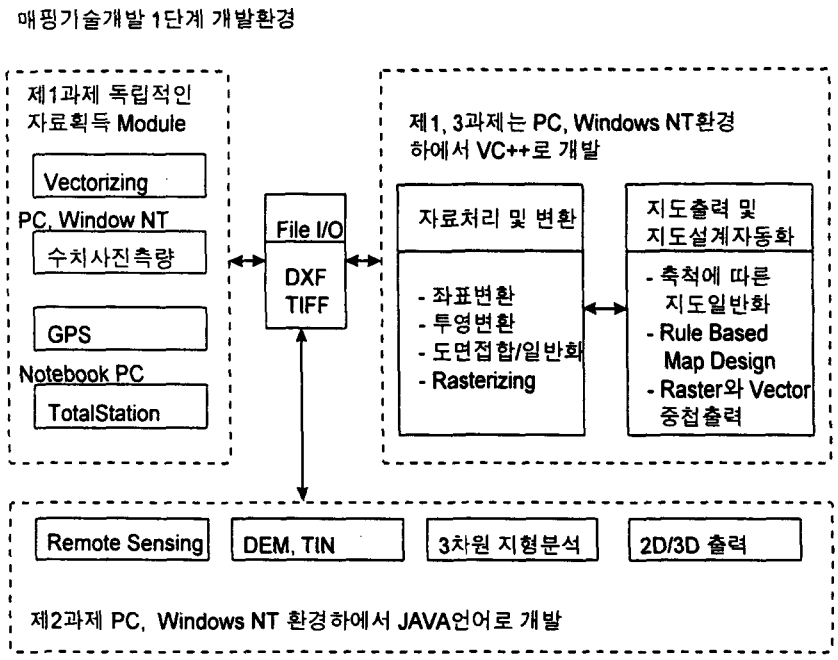


그림 3 매핑기술개발 1단계 개발환경 및 모듈간 연계성

영상과 지형공간정보의 동적 통합시스템을 도식화하면 다음 그림 4와 같다.

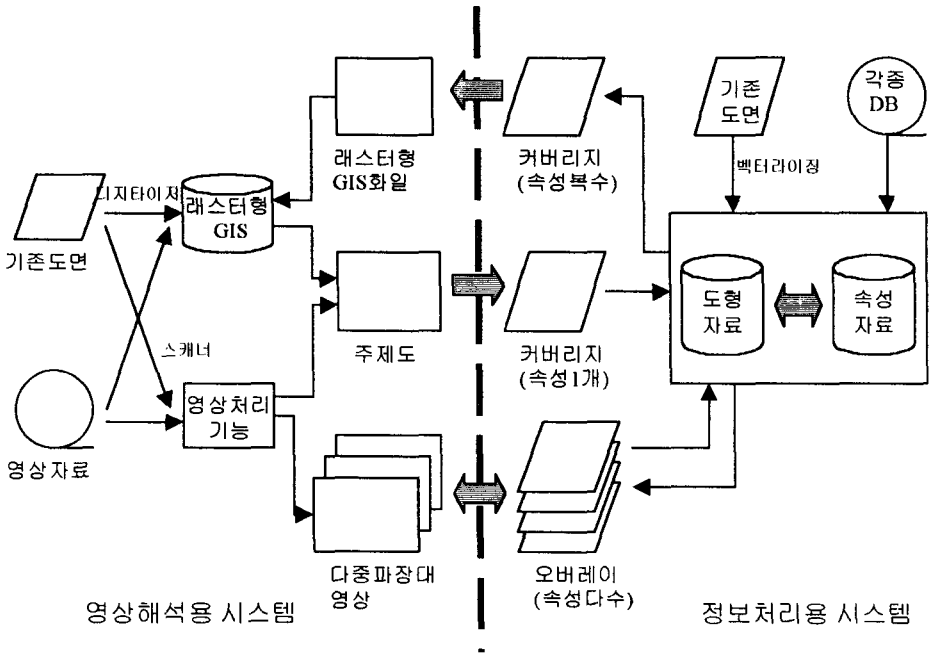


그림 4 영상과 지형공간정보의 동적 통합시스템

매핑기술 개발과제는 이들 벡터와 래스터자료의 입력부분을 담당하고자 개발되었다.

NGIS기술개발에 포함된 중과제들의 과제별 실용화 목표에 대해 "GIS 선진기술 모니터링 및 기술확산"을 연구하고 있는 김은형교수는 1997년 NGIS보고서에서 다음과 같이 제안하였다.

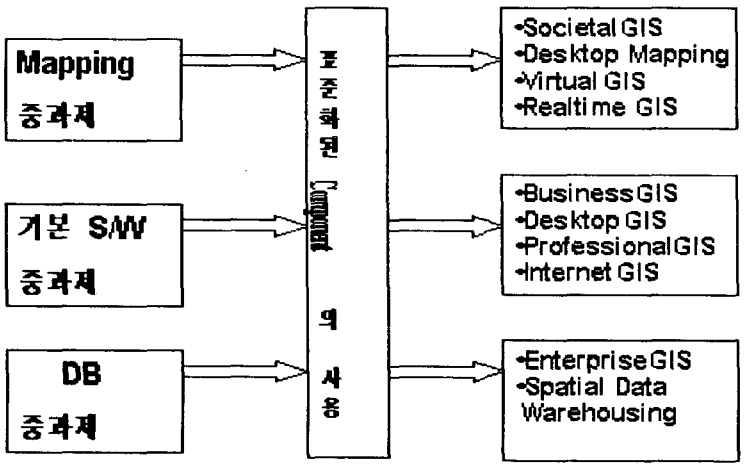


그림 5 NGIS 기술개발 중과제별 실용화 목표 제안 (김은형 1997)

김은형교수의 제안과 비교할 때, 매핑기술개발중과제는 PC상의 NT하에서 개발되므로 DeskTop Mapping을 만족시키며, 제2세부과제가 Virtual GIS를 지향하고 있고, 제1세부과제의 GPS 및 TotlaStation을 활용한 현장 입력모듈은 Realtime GIS를 지향하고 있다.

매핑기술개발과제의 실용화를 위한 시스템설계 방향을 분석하기 위해, 1997년 새로 만들어지거나 버전업된 상용제품을 내용별로 구분하여 분석하였다(1997년 11월까지의 GIS 소프트웨어 primer를 수집). 표에서와 같이 위상자료를 갖지 않으며, 일부 기능만을 제공하는 소프트웨어들이 시장성이 있는 상품으로 제공되고 있으며, 매핑기술개발중과제에서 개발되는 모든 모듈들을 하나로 통합한 상품보다는 각각의 특성을 살려 전문화된 제품이 더 많음을 알 수 있다.

기 능	소프트웨어 명
측량자료 입력, COGO가 함께 있는 경우 (+ 표시는 GIS기능이 전혀 없는 경우임)	CEDRA Series (The CEDRA Corporation) Pre-Design Planning Management (Eagle Point Software) MetaMAP (MetaMAP Inc.) WinGIS (PROGIS Corporation) WinMAP (PROGIS Corporation) VISION (SHL Systemhouse) CivilView (Spectra Precision Software Inc.) Oasis GIS (Understanding Systems Inc.) CARIS GIS (Universal Systems Ltd.) Geographic Calculator (Blue Marble Geographics) + GPS FieldNotes (GEOSurv Inc.) + LTI Map (Lase Technology Inc.) + Sokia GIR1000 Processor (Sokkia Corporation) +
벡터라이징이 있는 경우 (+ 표시는 GIS 기능이 전혀없거나 거의 없음)	ERDAS IMAGINE Product Suite (ERDAS Inc.) WinGIS (PROGIS Corporation) CivilView (Spectra Precision Software Inc.) Oasis GIS (Understanding Systems Inc.) CARIS GIS (Universal Systems Ltd.) Microstation Descartes (Bentley Systems) + Rasterex AutoImage Series (Eagle Point Software) + GPS FieldNotes (GEOSurv Inc.) +
측량자료 입력, COGO, 벡터라이징이 함께 있는 경우 (+ GIS 기능이 전혀 없음)	WinGIS (PROGIS Corporation) CivilView (Spectra Precision Software Inc.) Oasis GIS (Understanding Systems Inc.) CARIS GIS (Universal Systems Ltd.) GPS FieldNotes (GEOSurv Inc.) +

기 능	소프트웨어 명
지표면분석(3D, 단면도, Map Draping, 경사/향) (* 일부기능만 있는 경우) (+ GIS기능이 거의 없는 경우)	CEDRA-AVland (The CEDRA Corporation) Pre-Design Planning Management (Eagle Point Software) ERDAS IMAGINE Product Suite (ERDAS Inc.) IDRISI for Windows (IDRISI Project) CivilView (Spectra Precision Software Inc.) Oasis GIS (Understanding Systems Inc.) - PCI와 연결 CARIS GIS (Universal Systems Ltd.) AutoCAD Map (Autodesk Inc.) * GIS + (Caliper Corporation) * GEO PAK SITE, GEO TERRAIN (Bentley Systems) + GeoLink PowerMap (GeoResearch Inc.) *+ Surfer (Goden Software) *+
래스터 영상처리 (기하보정, 정사영상, 영상강조, 파장대 분류) (* 일부기능만 있는 경우, 대부분 정사영상이 없음) (- 기하보정만 있는 경우) (+ GIS 기능이 거의 없는 경우)	ERDAS IMAGINE Product Suite (ERDAS Inc.) Oasis GIS (Understanding Systems Inc.) - PCI와 연결AutoCAD Map (Autodesk Inc.) * Microstation Geographics (Bentley Systems) * Geographic Transformer (Blue Marble Geographics) * Dragon/ips Professional Suite (Goden-Rudahl Systems Inc.) * IDRISI for Windows (IDRISI Project) * CARIS GIS (Universal Systems Ltd.) * MAPTITUDE (Caliper Corporation) - GIS + (Caliper Corporation) - MetaMAP (MetaMAP Inc.) - MetaVUE (MetaMAP Inc.) - WinGIS (PROGIS Corporation) - VISION (SHL Systemhouse) - Rasterex AutoImage Series (Eagle Point Software) *+ Microstation Descartes (Bentley Systems) *+
지표면분석과 래스터 영상처리 기능이 함께 있는 경우 (*일부기능만 있는 경우)	ERDAS IMAGINE Product Suite (ERDAS Inc.) Oasis GIS (Understanding Systems Inc.) - PCI와 연결 AutoCAD Map (Autodesk Inc.) * IDRISI for Windows (IDRISI Project) * CARIS GIS (Universal Systems Ltd.) *
위상자료를 다루지 않은 전문 소프트웨어 1. 자료입력용 2. 지도출력용 3. 입/출력용 4. GIS용 5. 원격탐사용 6. 자료변환용	Geographic Calculator (Blue Marble Geographics) 1 Rasterex AutoImage Series (Eagle Point Software) 1 GPS FieldNotes (GEOSurv Inc.) 1 Sokia GIR1000 Processor (Sokkia Corporation) 1 Surfer (Golden Software) 2 MapViewer (Golden Software) 2 GEO PAK SITE (Bentley Systems) 3 Microstation Descartes (Bentley Systems) 3 Geographic Tracker (Blue Marble Geographics) 3 MAPSHEET (ERDAS Inc.) 3 LTI Map (Lase Technology Inc.) 3 GeoView, GeoView LT (Blue Marble Geographics) 4 Pre-Design Planning Management (Eagle Point Software) 4 IDRISI for Windows (IDRISI Project) 4 Geographic Transformer (Blue Marble Geographics) 5 Dragon/ips Professional Suite (Goden-Rudahl Systems Inc.) 5 Geographic Translator (Blue Marble Geographics) 6

수치사진측량시대를 맞아 항공사진의 래스터자료를 바탕으로 3차원벡터자료와 정사사진을 획득하는 시스템의 흐름도는 다음과 같다.

수치사진측량에 의한 지형공간정보 획득/갱신

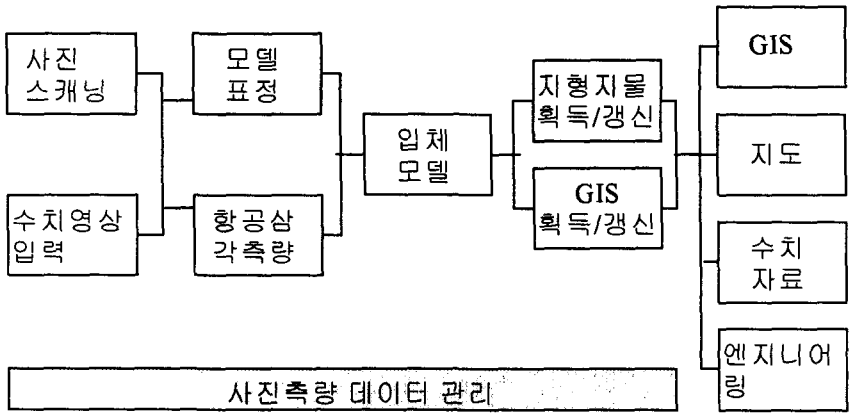


그림 6 수치사진측량 시스템
(자료 : 인터그라프 코리아, 1998, Remote Sensing / Photogrammetric Seminar)

수치사진측량에 의한 정사영상 구축

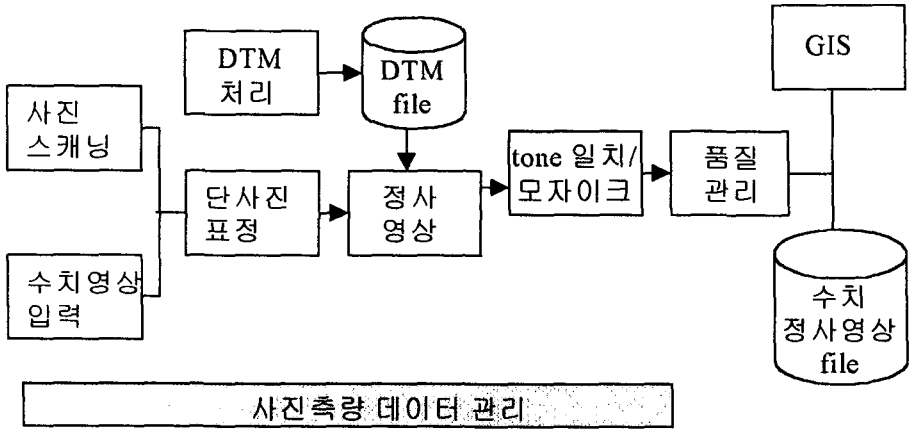
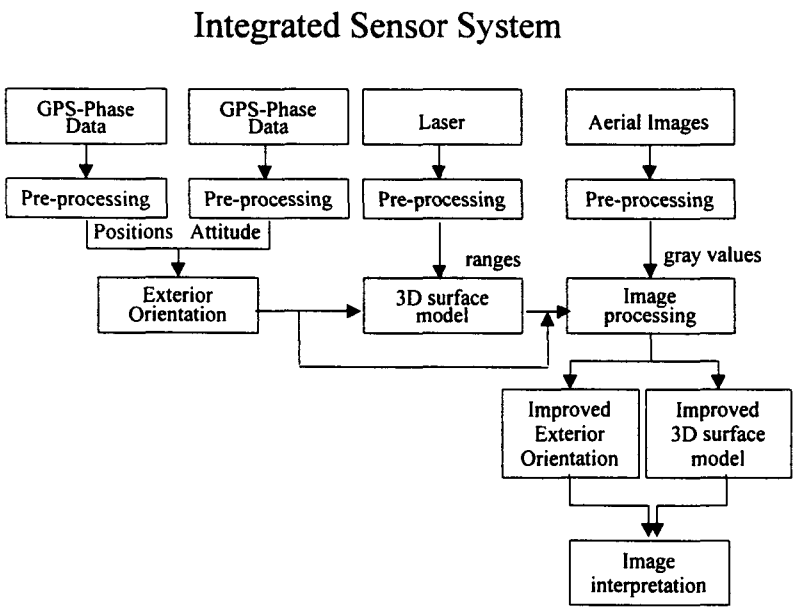


그림 7 수치사진에 의한 정사영상 획득 흐름도
(자료 : 인터그라프 코리아, 1998, Remote Sensing / Photogrammetric Seminar)

현재 선진외국에서는 다음 그림과 같이 GPS, 수치사진측량, Laser 기술 등이 통합된 매핑시스템으로 발전하고 있으므로, 본 매핑기술개발과제에서 누락된 Laser매핑기술에 대해 향후 개발되어야 할 것이다.



3) 매핑기술개발 성과 및 미비점

우리나라에서는 GIS의 구축/활용에 있어서 지형공간정보에 대한 중복투자를 줄이고 정확성 및 활용성을 높이기 위해 NGIS(국가지리정보체계)하에서 이미 국가수치지도를 구축하였다. 그러나 기본도로서 수치지도가 구축되었다 하더라도 공간의 변화상황에 대처하기 위해서는 계속적인 수정/갱신작업이 이루어져야 하며, 주제도 및 설계도면 들과 같은 다른 대상 도면에 대한 데이터베이스 구축을 위해서도 각종 입력 소프트웨어는 계속적으로 사용된다. 매핑기술개발에서 개발된 입력모듈들은 정확도 및 경제성에 따른 사용자들의 판단에 부합될 수 있도록 다양한 입력모듈들을 개발하였다. 현재 기술개발과 테스트를 거친 프로토타입의 입력모듈들은 GIS사용자들이 실용화하는데 크게 무리는 없겠으나, 상품화하여 외국 제품과 경쟁하기에는 사용자 편의성면에서 부족한 점이 많다고 판단된다. 이는 본 매핑중과제에 참여한 참여기업들에 의해 보완되어 상품화되어야 할 것이다.

현장에서 측량기기들을 이용한 대축척 지형공간정보의 구축/활용은 각종 토목구조물 설계 업무를 비롯해 기존 수치지도의 수정과 갱신 등 다양한 분야에서 그 수요가 증대되고 있으며, 본 매핑중과제에서 개발한 모듈들은 이를 해결할 수 있다고 판단된다. 그러나 아직 실시간처리를 위한 기술개발은 이루지 못한 상태이다. 따라서 현장측량시스템의 전산화와 자동화 및 무선통신을 이용한 실시간 자료전송을 통해 신속성과 경제성을 높일 수 있는 시스템으로 발전되어야 할 것이다. 또한 지하시설물 탐사에 있어 D/B 구축을 위한 입력시스템 개발이 아직 이루어지지 않은 상태이므로 1단계 기술개발에서 완성된 모듈들을 통합하고 지하시설물탐사기기와의 연결을 통해 현장에서 실용화할 수 있는 시스템으로 개발할 수 있을 것이다.

위성영상을 이용한 주제도 입력을 위해 제2세부과제에서 개발된 원격탐사 모듈 및 3차원 지형모델링 모듈은 현재의 상태로도 상품화가 가능하다고 판단되지만 향후 Virtual GIS 및 Internet GIS로 발전시킬 수 있을 것이다.

향후 OLE환경하에서의 컴포넌트를 위한 추가연구가 필요하다고 사료된다. 또한 각 매핑자료 입력 및 출력 S/W의 실용화 측면과 고도자료 획득을 위한 LIDAR 등 본 매핑중과제에서 개발되지 못한 기술개발 측면에 중점을 두어 연구개발되어야 할 것이다.

NGIS구축과정에서 꼭 필요한 추가연구는 현재 매핑기술개발 중과제에 포함되지 못한 최신 매핑기술 특히 매핑기술들의 통합시스템에 관한 동향분석이 요구되며, 이를 바탕으로 국내연구진과 사용자들에게 매핑기술의 방향제시가 계속되어야 할 것이다. 이와 같은 분석을 통해 연구자 및 기업에서는 최신기술을 적용한 연구개발을 추진할 수 있을 것이며, 정부 및 사용자는 경제성과 자료의 품질을 모두 만족시킬 수 있는 매핑기법을 선택할 수 있을 것이다.

4) 매핑시스템 실용화 과제

매핑기술개발 중과제에서 3차년도 동안 개발된 독립모듈들을 바탕으로 하여, 실용화를 위해 보완하거나 상품화를 추구하기 위한 경쟁력있는 시스템으로 개발하기 위한 전략으로는 다음과 같은 5가지를 들 수 있다. 이들 과제들을 4차년도 NGIS 기술개발 과제로 제시하였으나 그중 일부만이 과제로서 연구되고 있다.

제1과제 : 현장활용을 위한 PC-based 매핑시스템 개발

1. 연구 목표
   - 수치지도를 바탕으로 현장에서 지형공간정보를 획득/수정/갱신하고자 하는 사용자를 위한 컴포넌트 매핑시스템 개발
2. 연구 내용
   - 데스크탑 OLE/COM 환경에서의 수치지도 수정/갱신 시스템 개발
   - GPS, TotalStation 등 기 개발된 입력 모듈의 컴포넌트화
   - 지하시설물 탐사기에 의한 자료입력 기능 기술개발
   - 랩탑과 무선통신을 이용한 현장 처리 기능 보완
3. 연구의 필요성
   - 지형공간정보의 획득/수정/갱신을 위한 저가격 매핑시스템이 요구됨
   - 사용자의 요구(예 지하시설물관리, 환경정보관리 등)에 따라 선택할 수 있는 컴포넌트화된 시스템의 필요성
   - 기존에 개발된 매핑 모듈들의 통합을 통한 시스템 활용도 제고

제2과제 : 고해상도 데스크탑 원격탐사 S/W 상품화 개발

1. 연구 목표
   - 데스크탑 환경에서 고해상도 위성영상을 처리하기 위해, 기 개발된 원격탐사 S/W의 완성도와 최적화를 높힌 상품화 시스템으로 개발
2. 연구 내용
   - JAVA Beans, 2D Advanced Image Spec에 맞춘 기 개발 모듈의 최적화

및 상품화 준비
- JAVA RMI를 이용한 Server-Client 환경하에서의 기술개발
- 주제도 제작을 위한 분류기술 보완
- 정사영상생성 모듈 통합
- 고해상도 위성영상 처리를 위한 기능 추가
- Virtual GIS를 위해 기개발된 3차원 공간분석모듈의 기능보완

3. 연구의 필요성
- 1m 고해상도 원격탐사 자료를 이용한 주제도 제작의 욕구가 강함
- 외국의 상용S/W에 의한 국내 원격탐사 시장 독점에 대처하기 위한 기개발 모듈의 상품화 필요성
- 세계적으로 점차 확대되는 래스터 GIS 시장을 목표로 하는 전략적 기술개발 및 상품화 추진

제3과제 : 수치지도 수정·갱신을 위한 PC-based Softcopy 시제품 개발

1. 연구 목표
- PC 환경에서 기존 수치지도를 수정·갱신할 수 있는 Softcopy 매핑시스템 시제품 개발

2. 연구 내용
- 기존 DXF형태로 구축된 수치지도를 수정·갱신하기에 가장 적합하며, 효율적인 PC-based Softcopy Frame 설계
- 기 개발된 Softcopy 기본 모듈의 통합
- Stereo Image를 이용한 3차원 입체시 기술개발 및 구현
- On-screen Vector Digitizing 기술개발
- Vector 자료의 3차원 입체시 기술개발
- PC-based Softcopy 시제품 완성

3. 연구의 필요성
- 외국 제품의 사용으로 인한 외화유출 방지 및 시제품완성을 통한 첨단기술 개발 및 상품화 능력 확보
- 기 개발된 모듈을 이용한 통합 시스템으로 상품화 추구 및 활용도 제고
- 기존 수치지도의 수정/갱신을 위한 저가격의 시스템이며, 사용자의 요구에 따라 Customizing이 가능하고, 다양한 부류의 사용자가 손쉽게 지형정보를 획득하고, 수정갱신할 수 있는 시스템 요구

제4과제 : 지도입력용 Data Automation S/W 개발

1. 연구 목표
- GIS사용자들에게 단순한 Vectorizing툴이 아닌 지형공간정보를 획득/편집/변환/검수가 가능한 통합도구로서 S/W개발

2. 연구 내용
- 기 개발된 벡터라이징 모듈의 보완을 통한 컴포넌트형 상품화
- 데스크탑 OLE/COM 환경에서의 벡터자료 편집도구 개발
- 기 개발된 좌표/투영 변환 모듈의 통합 및 컴포넌트화
- GIS 데이터 변환기 기능 추가 개발

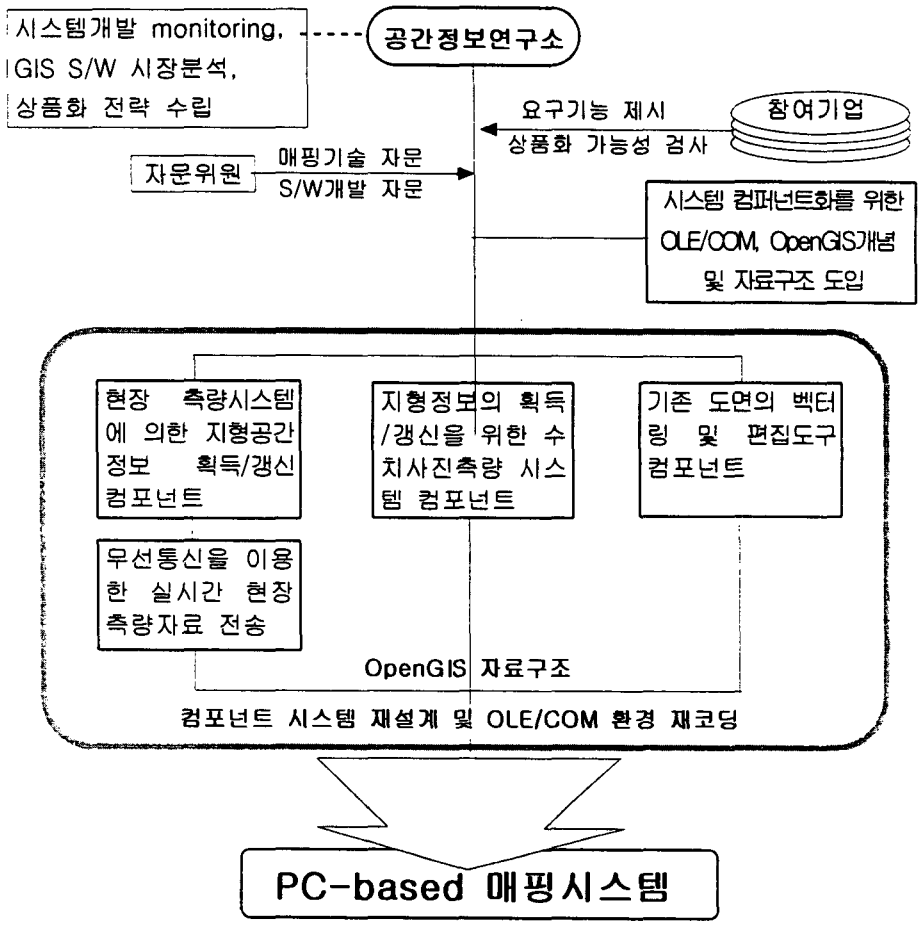
- 검수프로그램의 기술이전을 통한 기능 보완 및 통합상품화

3. 연구의 필요성
   - 매핑관련 단위 요소들의 컴포넌트화 및 실용화에 대한 요구
   - 종이지도의 벡터화, 검수 및 자료변환을 통해 국내 사용자 목적의 완성도 높은 자료를 획득하기 위한 통합된 저가의 데스크탑 솔루션 S/W가 필요
   - 기 개발 모듈들의 보완 및 통합을 통한 활용도제고 및 상품화추구

제5과제 : 기존 수치지도의 GIS 자료화를 위한 기술개발

1. 연구 목표
   - GIS 사용자를 위한 수치지도의 수정기술 개발
2. 연구 내용
   - 수치지도 자료로부터 GIS 자료로 변환하기 위한 기술 개발
   - 수치지도의 Clean Data화를 위한 기술 개발
   - 수치지도에 속성자료 입력을 위한 기술 개발
3. 연구의 필요성
   - GIS 활용을 위해 AM용의 수치지도를 GIS용 자료로 변환하는 모듈이 요구됨
   - AM과 GIS를 모두 만족하는 수치지도를 제작하기 위한 수치지도 수정 및 변환기술개발이 요구됨
   - 우리나라만이 갖는 문제이므로, 상용 AM/GIS용 프로그램에 의한 처리보다는 특별한 독립 모듈개발로 처리하여야 함

매핑기술개발과제의 실용화 및 상품화를 추진하기 위해, 현재 매핑기술개발 중과제에서 개발된 모듈 및 기술들을 바탕으로 입력모듈들을 컴포넌트화하는 PC-based 매핑시스템 개발을 4차년도 신규과제로 연구되고 있다.



이를 통해 얻을 수 있는 기대효과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 지형공간정보 획득 및 수정/갱신의 정확도 향상

매핑시스템을 활용한 지형정보의 획득과 자료 갱신을 통해 지형정보의 위치정확도 향상은 물론 속성정보의 신뢰성을 높일 수 있으며, 지형정보의 정확도에 따른 문제점들을 해결함으로써 사회전반에 걸친 GIS의 신뢰성을 높일 수 있을 것이다.

- 실시간 지형공간정보 획득

  지형공간정보를 획득하기 위한 작업은 지상측량과 같이 외업과 내업으로 이원화되어 있거나 또는 사진측량과 같이 도형정보구축와 속성정보 입력이 분리되어 있어, 결국 2단계의 분리 작업이 요구되고 있다. 향후 수치지도의 수정/갱신작업이나 대축척 지형공간정보의 입력을 위해서, 현장에서의 관측과 동시에 그 결과가 D/B에 입력될 수 있는 실시간 현장측량시스템으로 발전될 수 있을 것이다.

- 지하시설물 DB구축의 신뢰도 향상

  현재 지하시설물 데이터베이스 구축을 위한 자료획득 및 수정/갱신방법은 기존 1/1,000 수치지도를 확대한 1/500 축척지도를 현장에서 탐사하여 지도상에 표기하고, 실내에서 수치지도에 삽입•수정한 후, 필요한 도면을 수작업으로 작성하는 2단계 과정으로 수행되고 있다. 따라서, 자료획득을 위해 많은 시간이 소요되며, 작업과정에서의 오류발생 가능성과 정확도 등 자료의 신뢰성에 많은 문제점을 나타낼 수 있다. 지하시설물은 각각의 시설물에 대한 도형정보(위치, 깊이 등)와 속성정보(관경, 관종, 설치년도, 유수방향 등)가 중요한 자료이기 때문에, 지하시설물 데이터베이스 구축시 이들 자료를 정확하게 입력하는 것은 지하시설물 교체 및 보수공사시 정확한 위치정보와 속성정보를 함께 제공해 줌으로써 국민의 인명과 재산을 보호하고, 사고 발생시 정확한 자료를 제공하여 신속히 복구할 수 있도록 함으로써 그 피해를 최소화할 수 있을 것이다.

- 다양한 입력시스템의 통합활용

  지형공간정보의 입력방법은 가장 정확하지만 가장 비용이 비싼 현지측량방법으로부터 가장 정확도는 낮지만 가장 경제적인 기존지도의 벡터라이징방법까지 다양하다. 이들의 선택은 사용자들이 목적에 맞는 정확도를 선택하고 구축비용을 판단하여 결정할 사항이다. 이들간의 통합은 자료구축의 신속성과 경제적인 측면에서 많은 호응을 얻을 것이다.

- 측량 비전문가들의 활용편이성 증대

  지상측량과 사진측량 등 고도의 전문성과 숙련을 필요로 하는 매핑시스템은 비전문가들의 활용에 많은 제약성을 지니고 있다. 현재의 매핑시스템은 비전문가들도 다양하게 활용할 수 있도록 시스템이 디지털화되어 있으며 소프트웨어로 측량자동화를 지원함으로써 일반인들이 지형공간정보의 획득과 수정/갱신에 쉽게 활용할 수 있을 것이다.

- 매핑시스템의 경쟁력 강화

  항공사진과 위성영상을 이용한 수치지도 제작에 있어서 많은 부담이 되는 지상기준점 측량 경비를 줄일 수 있는 통합측량시스템으로 GPS의 활용이 요구되고 있다. 정확한 지형정보의 획득과 입력 및 수정/갱신을 위한 효율적인 현장측량시스템을 통해 보다 경제성 있는 매핑시스템의 개발이 가능할 것이다.

- 매핑시스템의 시장성 향상

  매핑시스템의 기술개발은 외국 S/W의 대체효과를 얻을 수 있으며, 국내외 여건에 적합한 자동화 S/W와 통합시스템을 구축함으로써 시장경쟁력을 강화시킬 수 있다.

5. 제언

성공적인 GIS추진을 위한 전략은 첫째 명확한 목표 설정, 둘째 재정, 기술 및 조직 특면에서 가능한가 하는 타당성 분석, 그리고 마지막으로 실행계획을 단계적 및 체계적으로 수립하는 것이다.

현재 NGIS의 단계별 추진계획에서 문제점이 도출된 것은 타당성 분석이 미흡하여 불가능한 실행계획을 수립하였기 때문이다. 그동안 예산은 책정되었으나 기술과 조직이 부족한 경우가 빈번하게 나타났다.

수치지도화 사업에서의 문제점은 조직면에서 출발한다고 볼 수 있다. 수치지도화를 성공시키기 위해서는 지형도, 주제도, 지하시설물도에 대한 전문지식과 데이터모델관련, 측량방법, 유통에 대한 전문지식 및 이들 모두에 대한 표준화 등 다양한 전문가들이 요구되며 다양한 관련기관이 힘을 합쳐야만 한다. 현재의 조직은 이들을 집단화시켰을뿐 전문화를 시키지 못한 문제점이 있었다. 미국의 FGDC처럼 NGIS총괄분과 밑에 소위원회와 실무그룹으로 형성하고 이들을 매트릭스형태로 연결시켰어야 실질적인 방안이 도출되었을 것이며, 도출기간도 단축되었을 것이다.

매핑기술개발을 포함한 NGIS 기술개발은 그 자체 NGIS를 지원하는 기술개발임에도 불구하고 너무 상품화 및 실용화를 바라는 외압에 시달려 올바른 방향으로 이끌어가지 못한 문제점이 있다. 매핑기술개발은 국립지리원의 연구기능이 없는 문제점을 다소 해결할 수 있는 과제이었으나, 기반기술이나 작업과 관련한 기술개발은 포함되지 못하였다. NGIS에서 적극적으로 도입하고자 하는 선진기술인 GPS와 인공위성영상은 1단계 매핑기술개발에서 요구되는 S/W를 프로토타입으로 개발하였으며, 이를 실용화시키기 위해 노력하고 있다. 그러나 S/W개발 못지않게 이들 자료를 처리하는 각종 기법과 활용방안에 대한 기술적 연구도 필요하며, 사용자들은 S/W를 구입한 후 이를 처리하고 활용하는 기술적인 자료들을 요구하게 될 것이다.

GIS는 장님이 코끼리를 만지는 것과 같다. 특정 전문가 집단의 통일된 목소리가 아닌 다방면의 전문위원들 집단에서 도출된 계획 및 작업안은 다시 전문가들의 검증을 받아야 한다. 1단계 추진초기에 기간상으로 다소 지연되더라도 전문가 실무그룹을 만들고 이들에 의해 연구되어 도출한 방안들을 위원회 및 사용자 그룹에 의해 평가되고 인준되는 과정을 거쳤다면 현재보다 더 좋은 결과를 낳지 않았을까 싶다. 각종 분과에서 필요한 기술들은 자체 연구비로 개발하고 있으나 그 내용은 순수한 기술, S/W, 작업방법의 개발 및 작업지침, 활용방안 등 성격이 다양하다. 이들 중에는 가장 기본적인 자료획득과 관련한 다양한 매핑기술의 개발과 활용을 위해서는 필요로 하는 기관들을 그룹화시키고 이들에 의해 기반적인 또는 공통적인 과제를 도출하게 하고 단기 및 장기의 연구계획을 수립하게 하여 계속 추진되도록 하여야 할 것이다.