

# 농업용 전자지도 작성기술 개발<sup>+</sup>

## Development of Technique for Agricultural Digital Mapping

조 성 인*	여 운 영*	최 상 현*
정회원	정회원	정회원
S.I.Cho	W.Y.Yeo	S.H.Choi

### 1. 서론

지난 세기말부터 이루어진 공업화, 도시화의 물결은 우리의 농업환경을 급격하게 변모시켰으며 그로 인한 노동력 부족과 식량의 안정적 확보문제, 그리고 농업 화학제의 남용에 따른 환경 및 생태계 파괴문제 등은 시급히 해결해야 할 사회문제로 대두되고 있다. 정밀농업은 이러한 문제를 해결하고 농업을 지속시키기 위해 복미를 중심으로 대두된 개념으로, 최근에는 전 세계적으로 생물생산 분야에서 21세기 표준농업으로 부각되고 있다.

농업기계에 있어 관심의 대상이 되는 정밀농업분야는 작업의 대상이 되는 포장의 시간적, 공간적 변이 분석을 통한 농업 관리정보 시스템과 농용 무인차량 및 작업기의 제어성능 향상으로 요약될 수 있다. 무인 작업기의 제어성능 향상과 농업 관리정보 시스템의 기반이 되는 필지 단위의 정확한 위치를 바탕으로 하는 지리 정보 시스템(Geographical Information System, GIS), 즉 필지 단위의 공간정보를 바탕으로 그 위에 속성정보를 결합시키는 것임을 알 수 있다. 필지 단위의 수치지도를 바탕으로 무인 농용차량의 자율주행이나 필지내 속성에 기반한 작업기의 위치나 속도, 변위제어, 그리고 생산기반정리나 정확하고 신속한 영농정보화가 가능할 것이라 생각되며, 본 연구는 필지단위 수치지도 작성을 위한 기본도로서의 정확한 공간정보 획득 방안에 대하여 수행되었다.

### 2. 재료 및 방법

#### (1) 측량 대상지역

상대거리 오차분석을 위한 측량 대상지역 선정은 다음과 같은 조건을 만족하는 지역을 대상으로 하였다.

- ① 최근 1년간 토지정비가 없었던 지역
- ② 1:1,000 수치지도가 정비된 지역
- ③ DGPS 기지국과의 통신에 있어 장애가 없는 지역

위 조건을 만족하는 대상지역 중 작업의 편의를 위해 서울대 농생대 교정과 농생대 부설농장을 측량 대상지역으로 선정하였다.

#### (2) 측량 대상점 선정

측량대상점 선정은 지표상에서 그 위치가 확실하거나 위치가 확실한 다른 지표물에 의해 위치좌표를 구할 수 있는 곳을 대상으로 하였다. 서울대 농생대 내 교정에서는 건물의 모서리 부분과 도

+ 본 연구는 1999년 농촌진흥청 대형연구과제(과제번호 99-1027) 연구비에 의하여 수행되었음

\* 서울대학교 농업생명과학대학 생물자원공학부 농업기계전공

로 교차로의 중심부분을 기준으로 총 10 개의 측량대상점을 선정하였고, 농생대 부설 농장지역에 있어서는 필지와 필지의 경계가 되는 독과 독의 교차점을 측량 대상점으로 선정하였다. 선정된 측량 대상점을 그림1과 2에 표시하였다.

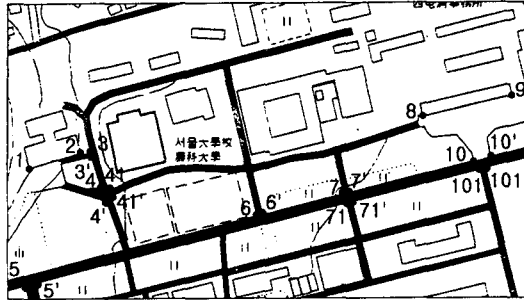


Fig. 1 Surveying points in Col. AGLS of SNU

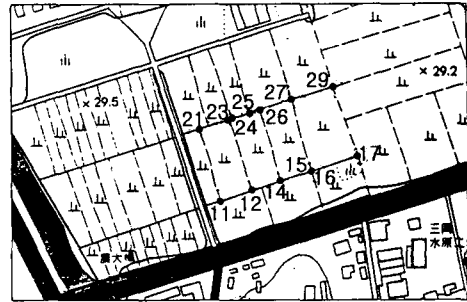
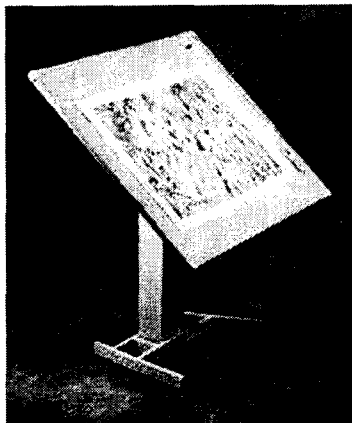


Fig. 2 Surveying points in farms of Col. of AGLS

### (3) 디지털라이저(Digitizer)

지형도 및 지적도 상에서의 상대거리 측정을 위해 사용한 디지털라이저의 외형과 사양을 그림 3과 표 1에 나타내었다.



Model NO.	ACG24036-3S
Size	832×1,168(mm)
Active Area	610mm×914(mm)
Accuracy	± 0.05(mm)
Resolution	12,500dpi
Communication	High-speed RS232, up to 38400 baud
Data formats	Industry standard data formats
Indicator	Dual LEDs on the cursor
Temperature	10~40℃
Humidity	30~70% RH

Fig. 3 Digitizer(ACG24036-3S) Table 1 Specification of digitizer

### (4) 광파측거리기(토탈 스테이션, Total Station)

선정된 지표상의 임의의 두 측량 대상점 간의 실제 거리측정을 위해 광파측거리기를 사용하였다. 실험에 사용한 광파측거리기의 외형과 사양을 그림 4와 표 2에 나타내었다.



Fig. 4 Total Station (Leica 1100L)

Model NO.	Leica TPS-System 1100L		
	Distance Measurement	Type	Infrared
Range		Atmosphere Conditions	
		Poor 1)	1200m
		Average 2)	2500m
Excellent 3)		3500m	
Accuracy		Time per measurement	
Standard measurement		2mm + 2ppm	3sec
Fast measurement		3mm + 2ppm	1.5sec
Tracking		5mm + 2ppm	0.3sec
Average		-	3sec
Rapid tracking	10mm + 2ppm	0.15sec	
Precision measurement	1mm + 2ppm	3sec	

Table 2 Specification of Total Station

(5) 지적도(1:1,200)

측량 대상지역과 대상점을 포함하고 있는 지적도는 축척 1:1,200으로 해당 관할구청의 협조를 얻어 구했다. 사용된 지적도는 그림 5와 같다.

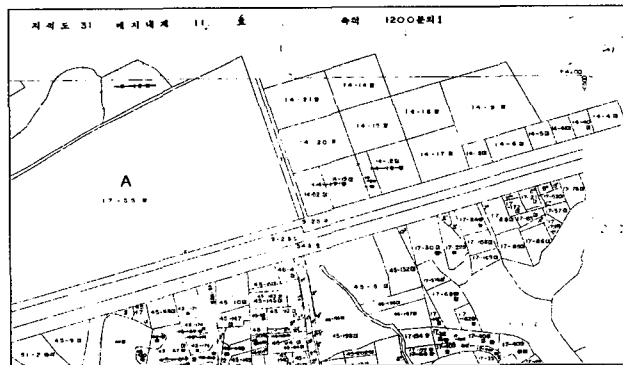


Fig 5 A cadastral map of Seodundong, Suwon (1/1200)

(6) 지형도(1:5,000)

측량 대상지역과 대상점을 포함하고 있는 지형도는 축척 1:5,000의 대축척 지도로 그림과 같다. 지형도 상에서 임의의 두 측량 대상점간 거리 측정은 디지털타이저를 이용하여 AutoCAD 14로 좌표값을 전송받은 후, 프로그램상에서 두 점간의 거리를 구하는 LIST 명령을 이용하여 각 측량 대상점간 거리를 획득하였다. 각 측량 대상점간 거리를 구하는 과정은 그림 6과 같다.

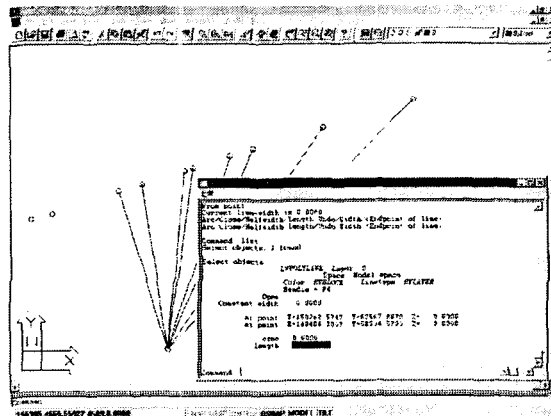


Fig 6 Calculation of the distance between data points on the topographical map using AutoCAD

(7) 수치지도

측량 대상지역과 대상점을 포함하고 있는 수치지도는 축척 1:1,000으로, 현재 국립지리원에서 발행된 지도 중 가장 대축척을 가진다. 실제 거리측량에 사용된 수치지도는 안양 376122569번으로 그림과 같다. 수치지도 상에서 임의의 두 측량대상점간 거리 측정은 이미 수치지도가 DXF 파일로 이루어져 있어 파일을 AutoCAD 14로 불러들인 후, 지형도에서와 같은 방식으로 두 측량 대상점간 거리를 측정하였다. 각 측량 대상점간 거리를 구하는 과정은 그림 8과 같다.



Fig 7 Determination of the surveying points in a digital map

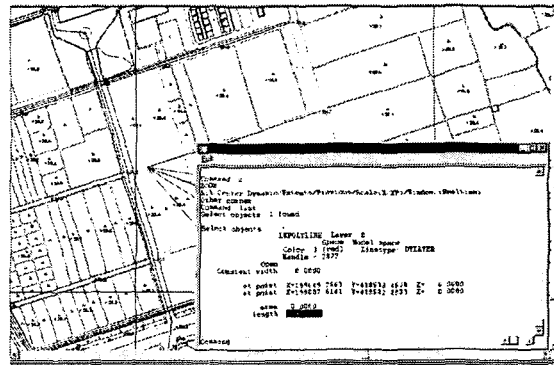


Fig 8 Calculation of the distance between data points on the digital map using AutoCAD

(8) DGPS 장비

DGPS 측량을 이용한 측위 데이터 획득을 위해 정밀측량용 DGPS 장비를 사용하였다. 사용된 장비는 RT-20(Novatel, Canada)으로 그림과 같다. DGPS 기지국은 농촌진흥청 농업 기계화 연구소(위도 : 37.27446864 °N, 경도 : 126.98186819 °E) 좌표값을 사용하였고, 기지국과 수신기간의 통신은 라디오 모뎀(SNRDS, GLB)을 이용하였다. 사용된 DGPS 장비의 사양은 표 3과 같다.

Position accuracy	standalone	SA off	15 m CEP
		SA on	40 m CEP
	differential	code(L1)	0.75 m CEP
		RT-20	0.20 m CEP
Time to first fix (cold start)	70 sec (typical)		
Reacquisition (warm start)	L1		1 sec (typical)
	L2		10 sec (typical)
Time accuracy	SA off		50 ns RMS
	SA on		250ns RMS

Table 3 Specification of the RT-20 DGPS

DGPS를 이용한 상대거리 성과의 성능평가 과정은 다음과 같다. 우선 GPS 기준국인 농촌진흥청 농업기계화 연구소의 WGS84 좌표계의 경·위도 좌표값을 X-Y 좌표계의 기준원점으로 잡은 후, DGPS 수신기를 통해 입력되는 WGS84 경·위도 좌표값에서 기준원점의 경·위도 좌표값을 뺀 후 그 값을 X-Y 좌표계의 m값으로 환산하여 AutoCAD 14상에 표시한 후, 지형도 및 수치지도에서와 같은 방법으로 상대거리를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### (1) 지적도(1:1,200)를 이용한 상대거리 측정

그림 1, 2에서 보는 바와 같이 서울대 농생대 내 건물이 지도에 표시되어 있지 않고 지도상의 시설물 표현이 상당히 왜곡되어 있었다. 또한 농생대 농장의 논과 논 사이의 경계가 뚜렷하지 않고, 농장의 농로 표시가 불분명해 상대거리 측정을 위한 측량 대상점 선정 자체가 불가능하였다. 결국 정밀한 측위 데이터 획득을 위한 기본 원도로서의 지적도 이용은 부적합하며, 무인 자율주행 및 정밀농업용 지도로의 이용은 불가능함을 알 수 있었다.

#### (2) 지형도(1:5,000)를 이용한 상대거리 측정

총 측량 대상점 23개 각 지점에 대해 두 지점간의 상대거리를 측정한 후 측정된 거리값을 광과측거기를 이용하여 측정된 거리값과 비교하였다. 측정된 99개의 상대거리에 대하여 오차를 분석한 결과 최대 거리 오차 890.49cm, 최소 거리 오차 1.14cm, 오차 평균 216.65cm, 그리고 오차의 STD는 178.22cm로 나타났다. 분석결과에 나타난 바와 같이 지형도를 이용한 정밀한 측위 데이터 획득은 부적합하며, 지적도와 마찬가지로 무인 자율주행 및 정밀농업용 지도로의 이용은 불가능함을 알 수 있다.

#### (3) 수치지도(1:1,000)를 이용한 상대거리 측정

지형도에서와 같이 동일 측량 대상점에 대하여 측정된 59개의 상대거리를 광과측거기를 이용하여 측정된 거리값과 비교하였다. 상대거리 오차를 분석한 결과 최대 거리 오차 252.25cm, 최소 거리 오차 1.19cm, 평균 거리 오차 72.52cm, 그리고 오차의 STD는 62.79cm로 나타났다. 수치지도를 이용한 상대거리 오차가 지형도에 비해 상당히 줄었으나, 여전히 오차와 오차범위가 크게 존재하고 있어 무인 자율주행 및 정밀농업을 위한 수치지도로 이용하기에는 부적합하였다.

#### (4) DGPS를 이용한 상대거리 측정

동일 측량 대상점에 대하여 측정된 87개의 상대거리를 광파측거기를 이용하여 측정한 거리값과 비교하였다. 상대거리 오차를 분석한 결과 평균 거리 오차 15.75cm, 오차의 STD는 18.09cm로 나타났다. 한가지 주의를 요하는 점은 서울대 농생대 내에서의 오차가 83.93cm로 나타나 농장의 그것보다 훨씬 큰 값을 보이고 있었는데 이는 건물로 인한 GPS 수신기와 인공위성간의 전파장애 및 간섭, multi-path로 인한 오차, 그리고 GPS 수신기와 기지국간의 모뎀 통신상의 장애에 기인한 것으로 생각된다. 이는 역설적으로 건물과 같은 높은 지형지물의 장애가 없는 논과 밭, 그리고 과수원과 같은 정밀농업의 대상이 되는 곳에 있어서의 좀 더 높은 위치정확도를 획득할 수 있음을 의미한다.

#### 4. 요약 및 결론

지적도 및 지형도, 수치지도, 그리고 DGPS를 이용한 상대거리 측정성적을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 지적도를 이용한 상대거리 측량 성과는 실제 건물이 지도상에 나와 있지 않거나 농로와 농로사이의 기준점이 모호하고 농장의 논과 논 사이의 경계가 뚜렷하지 않으며 도로의 교차점이 모호하게 표현돼 있어 정밀한 측위 데이터를 획득하기에는 부적합하였다.
- (2) 지형도를 이용한 상대거리 측량 성과는 지적도에서와 마찬가지로 지형도상에 지형지물의 표현이 단순화돼 기준점 획득이 어려웠으며 디지털 오차 및 원 지도 제작상의 오차등 오차의 원인이 존재하여 무인항법 및 정밀농업을 위한 지도로는 부적합하였다.
- (3) 기존의 수치지도 이용을 위한 상대거리 측량 성과는 수치지도 자체가 지형도를 기반으로 하고 있기에, 실제 지형지물의 형상이 단순화되어 표현돼 있어 측량 대상점의 포착이 어려웠으며 지형도와 마찬가지로 오차의 발생범위가 넓었다. 결국 기존의 수치지도도 무인 항법 및 정밀농업을 위한 기본도로서의 활용은 불가능하였다.
- (4) DGPS 측량을 통한 상대거리 성과는 평균 거리 오차 15.75cm, 오차의 STD는 18.09cm로 나타나 무인항법 및 정밀농업을 위한 지도작성 시스템으로서의 가능성을 제시해 주었다.

#### 5. 참고 문헌

- Pearce, D., Barbier, E. and Markanda, A. 1988. Sustainable development and cost-benefit analysis. London Environmental Economics Centre, UK. Paper 88-01
- Haibo Yao, R. L. Clark. 1999. Development of topographic for precision farming with submeter horizontal accuracy gps receivers. ASAE Paper No. 99-3108. ASAE, Toronto, Ontario.
- K. Diker, W.C. Bausch, Y.H. Podmore. 1998. GIS mapping of plant parameters and yield potential estimated by remote sensing. ASAE Paper No. 983143.
- 강인성. 1999. 지리정보시스템을 이용한 소구획 경작지내의 토양 유기물 및 pH의 변이 분석. 서울대학교 석사학위 논문
- 김은모. 1998. 수치지도에서의 상대거리 관측 및 정확도 평가. 아주대학교 석사학위 논문
- 홍용현. 1996. 수치지도 오차 분석에 관한 연구. 경기대학교 토목공학과 논문.
- 국립지리원. 1998. 수치지도 위치 정확도에 관한 연구. 국립지리원
- 유복모. 1996. 지형정보시스템. 동명사