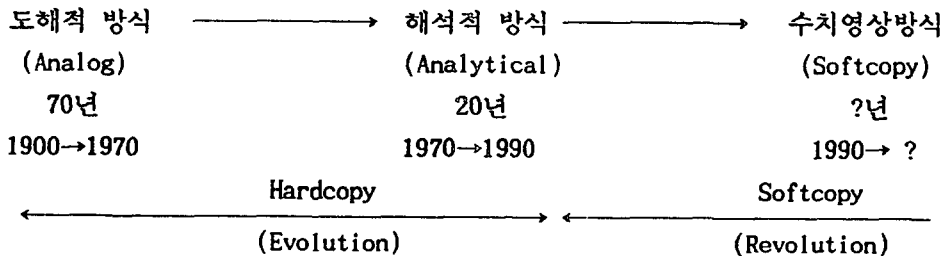


지형공간정보체계의 DB구축을 위한 Softcopy Photogrammetry의 역할

○유환희*

1. 사진측량(Photogrammetry)의 역사

- 도해적 사진측량(Analog Photogrammetry): V Orel과 Pulfrich에 의해 개발된 입체시 원리에 의해 시작되어 약 70년의 역사를 갖고 있음.
- 해석적 사진측량(Analytical Photogrammetry): 이론은 1950년에 시작되었으나 실질적으로 1970년 부터 활용되기 시작해서 약 20년의 역사를 갖고 있음.
- Softcopy Photogrammetry: 필름대신 수치영상을 이용하여 분석. 1988년 부터 이론 개발 시작. 일명 “수치사진측량(Digital Photogrammetry)”이라고도 함.
- 국내에서는 1966년 건설부 국립지리원이 항공사진에 의한 지도제작을 위해 장비 도입. 그 후 GSIS S/W와 H/W를 구입하였고, 수치지도제작을 수행중.
- 사진측량의 변천과정.



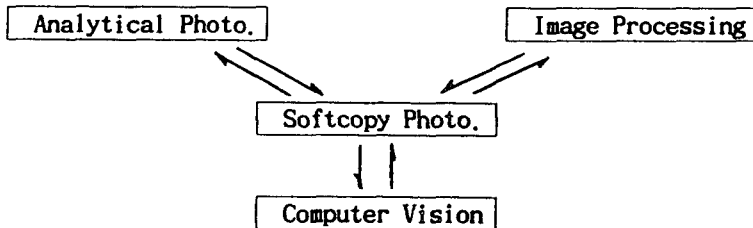
- ISPRS(1992)와 ASPRS(1993)의 연구분야별 현황

연구 분야	ISPRS(1992)	ASPRS(1993)
G I S	23	12
G P S	3	3
R S	22	9
Anal. Photogr.	26	6
Dig. Photogr.	<u>79</u>	<u>16</u>
Misc.	10	7

2. GIS에서 Softcopy Photogrammetry의 필요성

- GIS 구축시 경비부담비율(Fritsch 1993)
H/W : S/W : Data = 1 : 10 : 100
- GIS의 출현으로 도해적 지도(Map)생성에서 수치자료 즉 수치영상의 생성이 필요.
- 실시간(Real-Time)정보 취득이 요구됨에 따른 신속하고 정확한 수치정보획득이 필요.
- DEM생성에서 해석도화기보다 Softcopy sys.을 이용하면 약 40%의 효과기대 (Leberl, 1991)
- 수치영상에 나타난 글자 및 지물, 심볼 등의 속성정보를 수치영상처리기법으로 추출할 수 있어 GIS의 속성자료구축 가능.
- GIS의 DB구축에서 기본도로 정사영상(Ortho-Imagery)이용가능.

3. Softcopy Photogrammetry의 이론적 개념



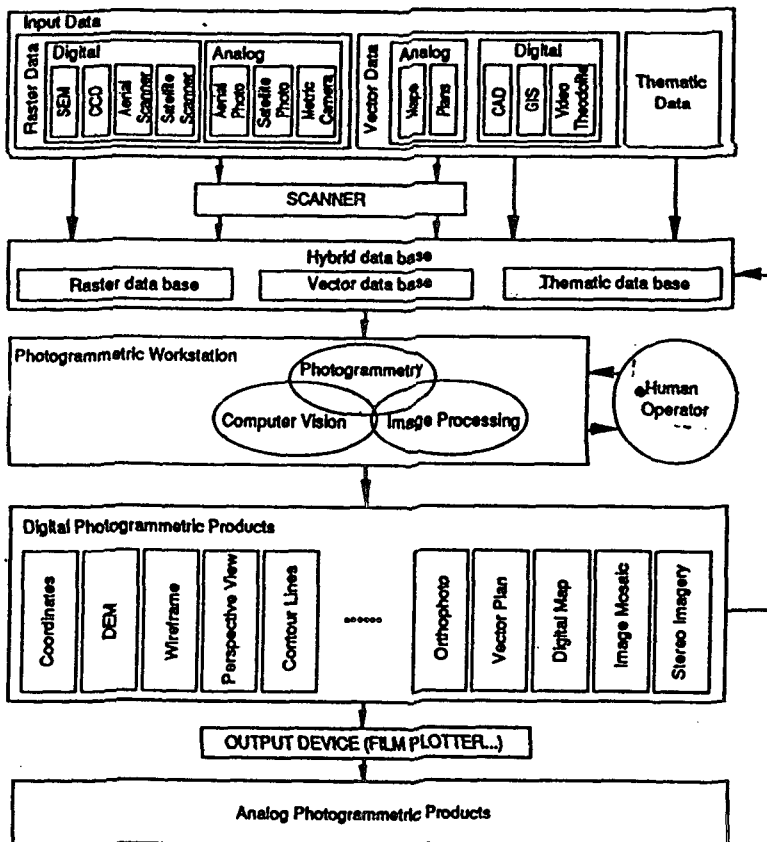
4. Softcopy Photogrammetry를 위한 H/W와 S/W

- H/W
 - 필름을 스캐닝하기 위한 장비 (CCD 카메라)
 - 컴퓨터
 - 칼라 출력용 모니터
 - 출력장비(Film Recorder, Plotter, EPP)
- S/W
 - 영상획득/저장/출력/관리
 - 영상 개선(Image Enhancement)/ 보정(Corrections)
 - 영상재배열(Image Resampling) - Epipolar Geometry Imagery
 - 영상정합(Image Matching)
 - a) Cross Correlation
 - b) Least Square Matching(Pertl & Ackermann, 1982): 높은 정밀도를 얻을 수

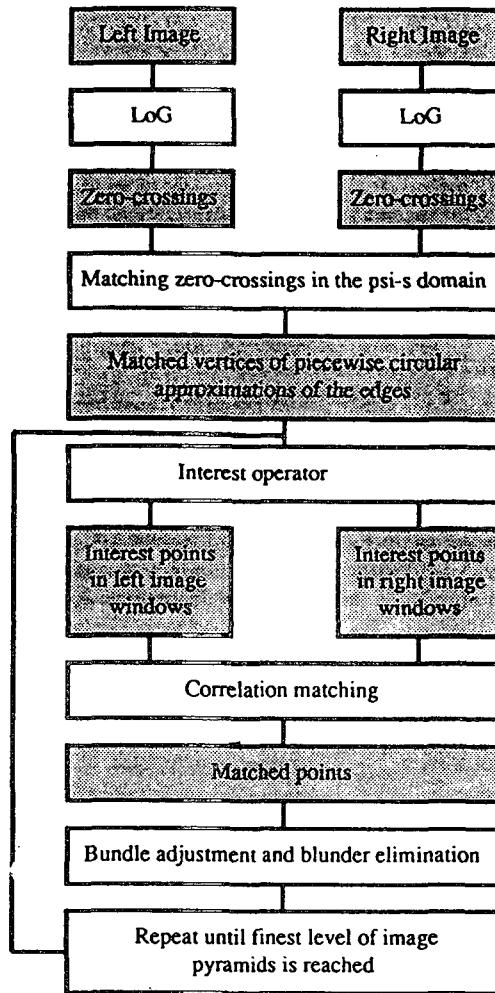
있으나 초기값이 필요한 것이 단점

- c) Adaptive Least Square Correlation(Gruen, 1985): 다중 영상정합
 - d) Multipoint Matching(Rosenholm, 1986)
 - e) Dynamic Programming Method(Benard 1984, Koelbl 1987, Li 1990): edge단위 정합, 시간절감
 - f) Object Space Matching(Wrobel 1987, Ebner & Heipke 1988, Helava 1988, Heipke 1990)
- 표정점 자동인식 및 표정
 - 경계선 자동추출 및 패턴인식
 - DEM 및 정사영상(Ortho-Image) 생성

5. Softcopy Photogrammetry의 자료처리 과정



- 자동표정과정(Schenk 1993)



6. 영상소 크기와 저장용량

표 1 항공사진(24×24cm)의 영상소 크기에 따른 저장용량

Pixel size in mm	Black and White	Colour
0.0125×0.0125	352 MB	1056 MB
0.02×0.02	137 MB	411 MB
0.025×0.025	88 MB	264 MB
0.05×0.05	22 MB	66 MB
0.1×0.1	5.5 MB	16.5 MB

- Wiesel(1985)은 25 μ m의 영상소 크기가 매핑작업에 있어서 표준.

7. 영상 피라미드(Image Pyramids)

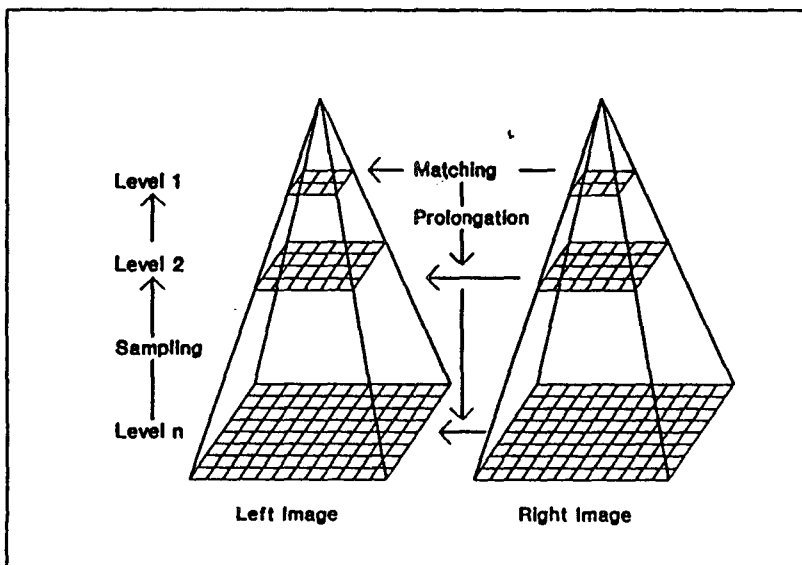


그림 1 영상 피라미드 개념도

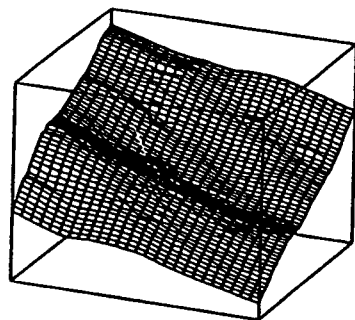
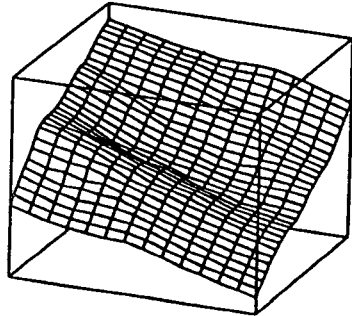
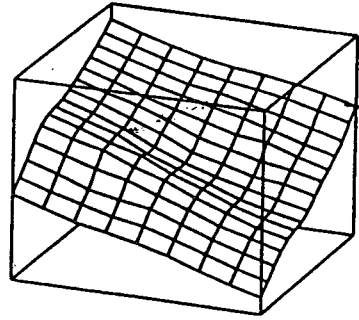
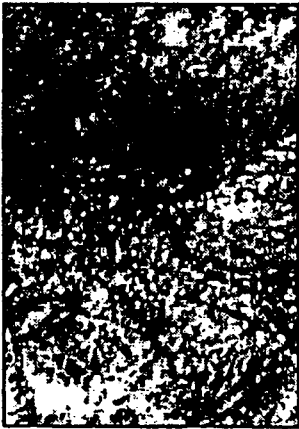


그림 2 영상 피라미드

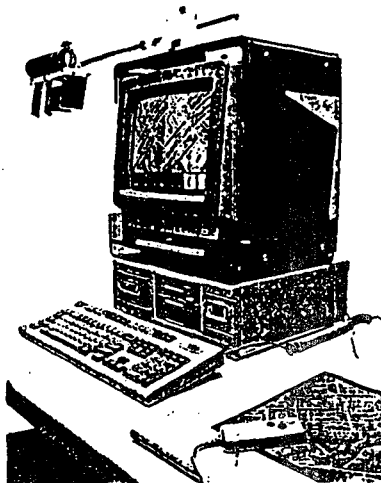
그림 3 DEM 피라미드

8. 개발된 시스템의 소개

a) TRASTER T10

- MATRA MS2i(미국)에서 제작
- 해석도화기 TRASTER T1 ~ T5를 개선
- 기능
 - 항공삼각측량(SPOT 위성영상처리 포함)
 - DEM 생성(SPOT 위성영상과 소축척 항공사진)
 - 정사영상생성
 - On-Line GIS 지원

b) DVP 시스템(Digital Video Plotter Sys.)



- Leica에서 제작
- PC(80286, 80386, or PS/2)에서 수행되며 S/W는 캐나다 Laval 대학에서 개발
- 모니터해상력은 800x600, 1024x768 영상소에 256 gray level이다.
- CAD나 GIS S/W와 연결을 위한 변환 기능
- Rank Xerox 7650 모델 채용(A3 크기 스캐닝(600 DPI)가능)
- 수평 및 수직위치 정확도: 영상소 크기의 약 0.7배
- 정사영상 생성 및 편위수정기능 보강 예정

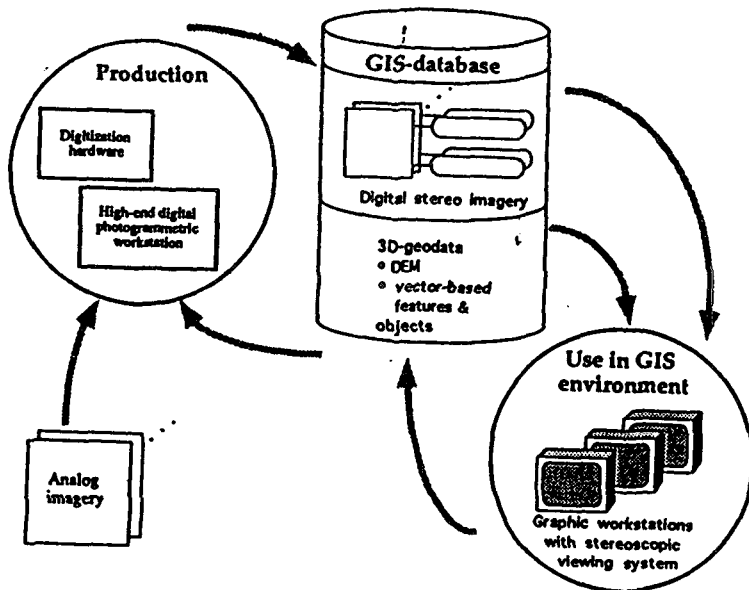
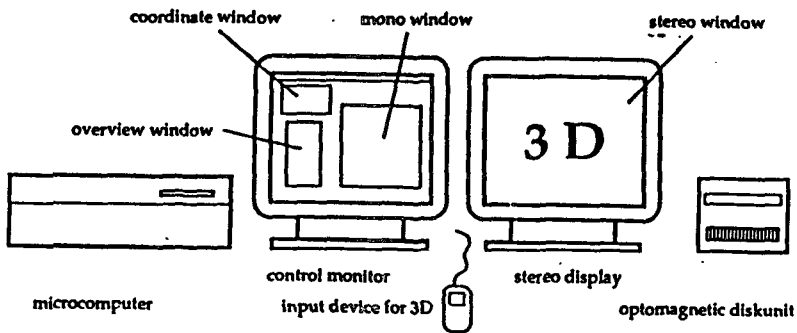
c) Image Station

- Intergraph에서 제작

- IP6187 - 14 MIP Clipper Processor, 27 inch EDGE II 모니터, 1 GB System Disk, 256 MB까지 메모리 확장
- IP6280 - 14 MIP Clipper Processor, 27 inch EDGE II 모니터, 1 GB System Disk, 80 MB까지 메모리 확장

- 실시간(Real-Time) 사진측량가능
- 입체출력 시스템
 - Image Shuttering Techniques: 영상이 120 hz로 계속 출력되면서 왼쪽 영상이 출력되면 왼쪽 눈에만 보이고 오른쪽 영상이 출력되면 오른쪽 눈에만 보이게 하여 입체시. 가장 효과적인 방법은 열적외 방사계로 CRT상에서 동조주기가 되도록 하여 입체시가 되게 함
- DTM 생성

d) Stereo Workstation



- H/W

- Macintosh IIfx Microcomputer
- 40 MHz의 Motorola 32-bit Microprocessor 68030
- RAM 32 MB까지 확장(기본 16 MB)
- Internal Hard Disk 160 MB
- Storage Diskunit 600 MB
- Monomonitor: 1024x768 24-bit Fullcolor Card
- Stereomonitor: 1024x1024 8-bit Color card

- FGI(Finnish Geodetic institute)에서 제작

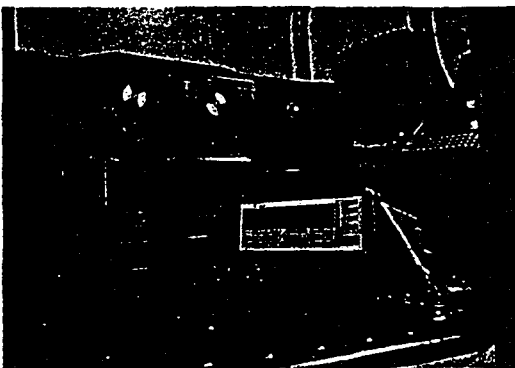
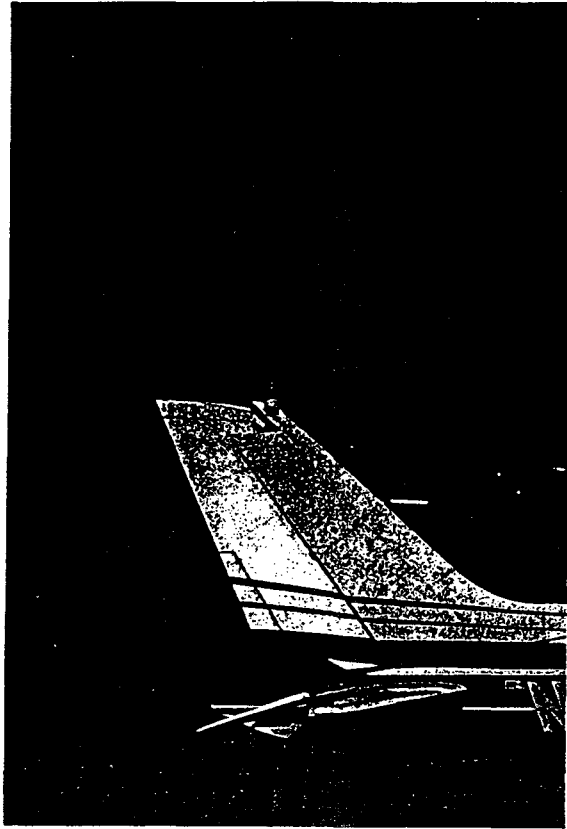
- 영상압축: JPEG 영상압축기법 적용(1:10 ~ 1:20)
- 정사영상에서 3차원 측정이 어려우므로 입체시 개념 도입
- GIS 환경에서 입체 지형자료 제공
- 입체영상을 이용하여 GIS의 3차원적 자료 편집 및 수정
- 사진판독의 효과를 얻기 위해 핀란드에서는 대축적 항공사진(1:3,000 ~ 1:6,000)은 90%이상이 칼라사진임

e) 기타

제 작 사	제 품 명	기 능
I ² S	Prism(SUN/UNIX)	DEM으로 부터 정사영상생성(Non-Stereo)
MDA	Geomate(SUN/UNIX)	정사영상생성 및 지도갱신
Automatic	Pegasus(UNIX)	정사영상을 포함한 입체시스템
VTA	VMAP(PC/MS-DOS/UNIX)	Split Screen Stereo
Galileo	Orthomap(PC/UNIX)	정사영상(Non-Stereo)
Vexcel	SSCS(UNIX)	레이더 영상의 정사영상생성(Stereo)
Laserscan/UCL ²	TBD(SUN/UNIX)	DEM과 정사영상생성(Stereo)

9) GPS - Photogrammetry

- 현재 20,200km 고도의 궤도상에 21개의 위성이 작동중
- 3차원적 위치결정을 위해 최소 4개의 위성으로 부터 신호 수신
- GPS Kinematic Mode를 이용하면 10cm이내 정확도
- GPS Pseudorange Mode를 이용하면 50 ~ 100cm이내 정확도



SUMMARY OF PHOTOGRAMMETRIC GPS PROJECTS

	Project	Year	Image scale	Number of Images	Number of Photo strips	Number of control points	area of photo coverage
1	Guinea	1991	1:30000	348	15 (11+4)	29	45×90 km ²
2	Germany I	1991	1:8000	90	7 (5+2)	4	6×8 km ²
3	Germany II	1992	1:7500	50	6 (4+2)	4	5×6 km ²
4	Germany III	1992	1:7500	70	8 (6+2)	4	7×7 km ²
5	Germany IV	1992	1:7500	55	6 (4+2)	4	6×5.5 km ²
6	USA I	1992	1:8700	415	17 (14+3)	12	16×25 km ²
7	Germany V	1992	1:6200	1633	45 (39+6)	34	23×33 km ²
8	USA II	1992	1:42000	78	6	4	35×35 km ²
9	USA III	1992	1:34000	106	7	4	35×40 km ²
10	USA IV	1992	1:41000	65	5	4	35×30 km ²
11	Canada	1992	1:6100	159	10 (8+2)	12	7.6×7.6 km ²
12	Arabia	1992	1:28000	249	12 (10+2)	38	38×25 km ²
13	Germany VI	92/93	1:4000	44	7 (4+3)	4	2×2 km ²
14	Nepal	92/93	1:50000	(3000)	-	-	-

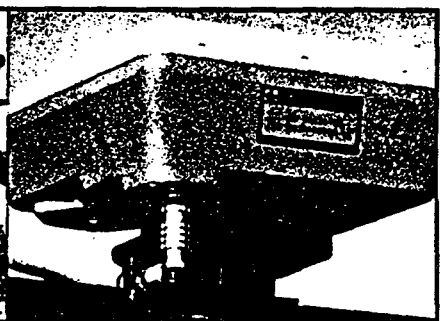
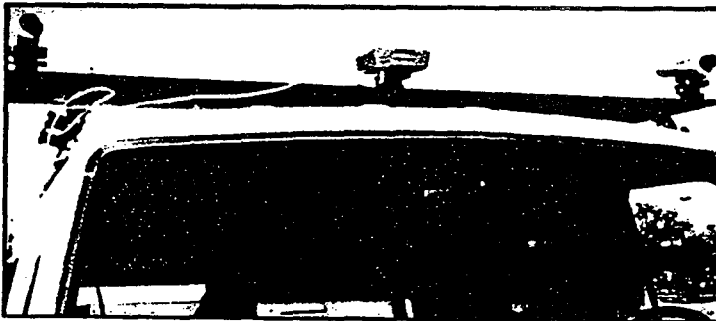
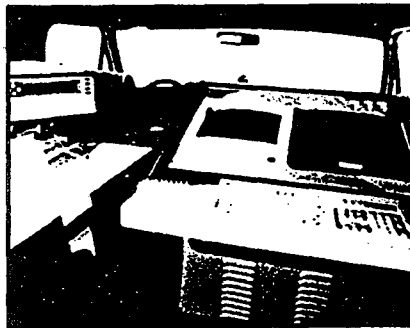
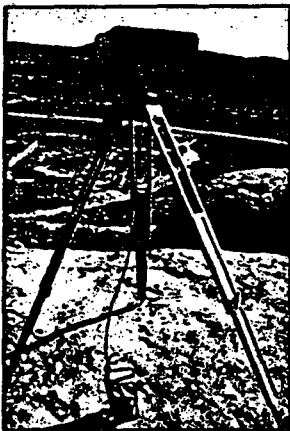
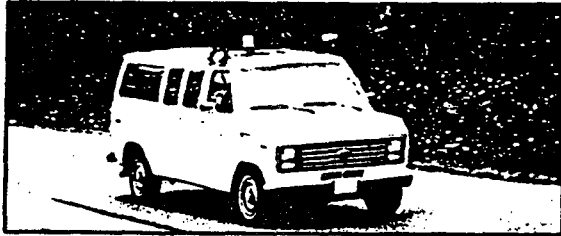
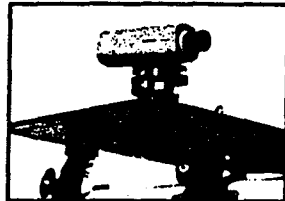
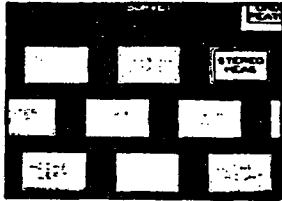
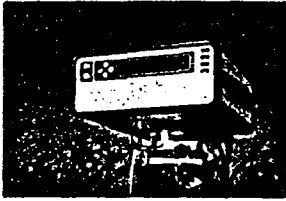
THEORETICAL AND EMPIRICAL ACCURACY RESULTS OF GPS BLOCKS

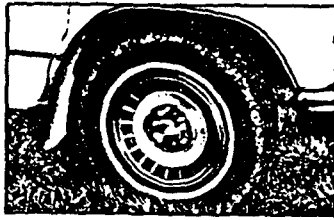
	Project	Flying time per strip [min]	Data rate [sec]	Overlap	σ_0 [μm]	Theoretical accuracy in units of $[\sigma_0]$ horizontal/vertical	checked RMS accuracy in units of $[\hat{\sigma}_0]$ horizontal/vertical
1	Guinea	2 - 16.5	1.0	60/20	9.0	1.2/2.0	-/
2	Germany I	1 - 2	0.5	60/20	6.3	-/	1.3/2.2
3	Germany II	1 - 2	0.6	60/20	4.8	1.3/2.5	1.8/2.3
4	Germany III	1 - 2	0.6	60/20	4.5	1.2/2.6	1.6/3.0
5	Germany IV	1-2	0.6	60/20	4.0	1.2/2.6	1.6/2.6
6	USA I	2 - 8.2	1.0	60/20	6.4	1.1/1.8	1.8/2.6
7	Germany V	1 - 8.5	1.0	60/20	7.8	1.3/3.0	-/
8	USA II	7.5	1.0	60/20	7.5	1.2/2.3	-/
9	USA III	7.5	1.0	60/20	8.0	1.6/2.2	-/
10	USA IV	7.5	1.0	60/20	8.0	1.2/2.7	-/
11	Canada	1.6	1.0	60/20	6.9	0.9/1.6	1.8/1.9
12	Arabia	3.3	1.0	60/20	9.1	0.9/1.8	-/
13	Germany VI	0.7	0.5	60/20	4.8	0.7/1.8	0.44/1.8
14	Nepal		0.6	60/20	-	-/	-/

* F. Ackermann, H. Schade(1993)

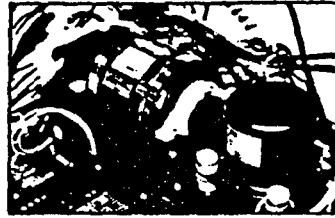
10. OSU의 GPS-Van

- OSU의 Center for Mapping(K. Novok)에서 제작
 - CCD 카메라: COHU 4110 (초점거리 6.5mm, 영상소: 739×484)
 - GPS: Trimble 4000ST 수신기
 - 관성측량시스템

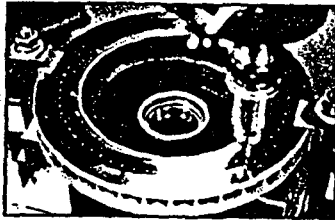




Wheel Sensor



Gyroscopes

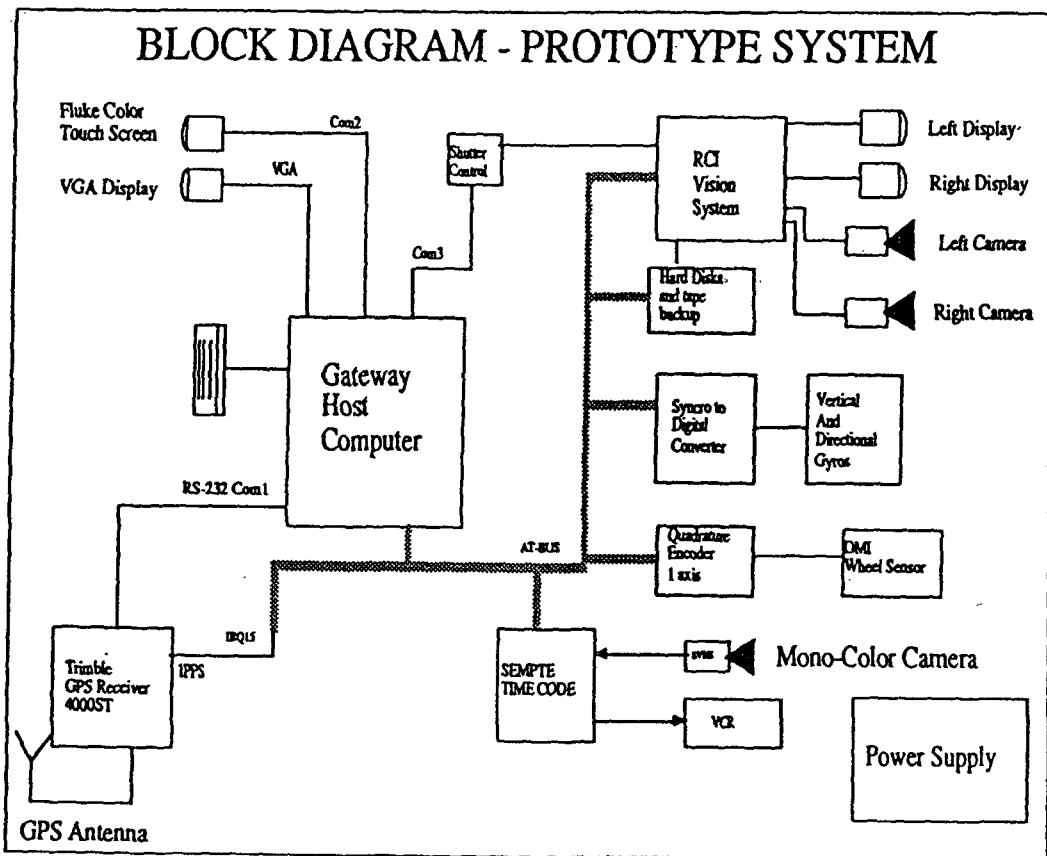


Brake Rotor



Counters

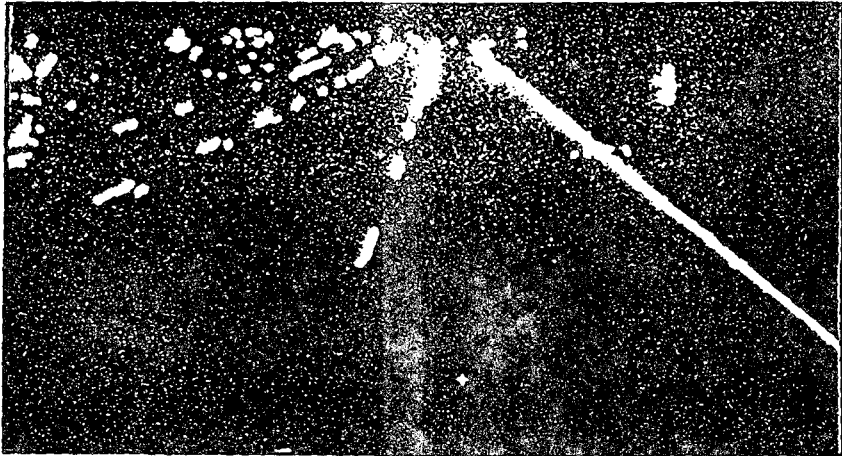
관성측량시스템



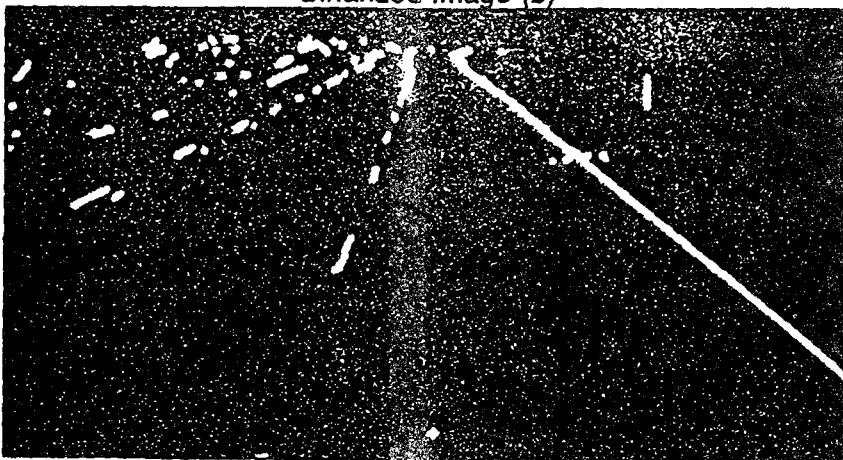
GPS-Van 시스템의 구성도



Original image (a)



Binarized image (b)

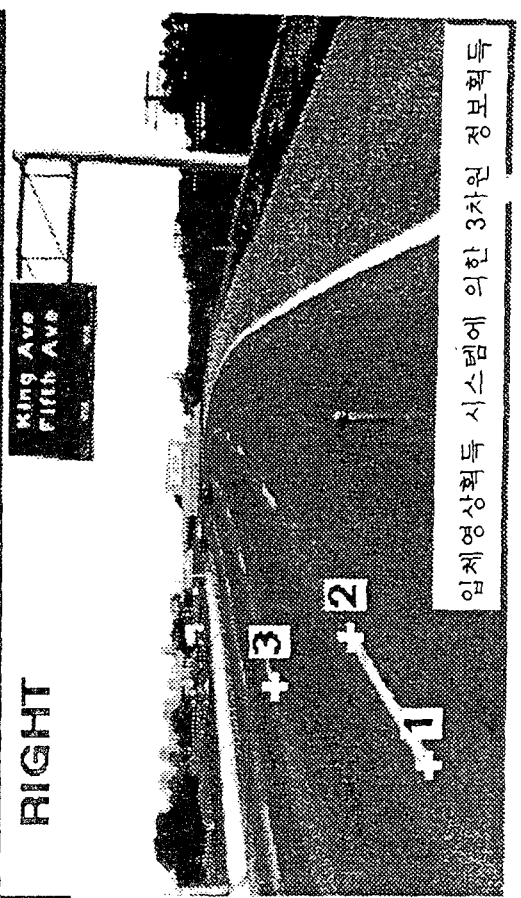


Thinned image (c)

수치영상으로부터 차선정보 획득

Point Positioning

Van Location



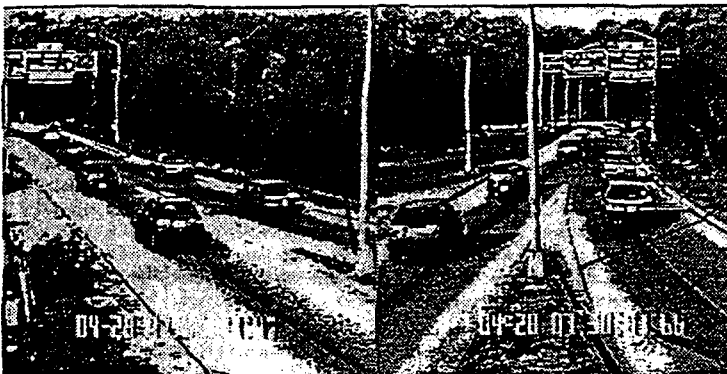
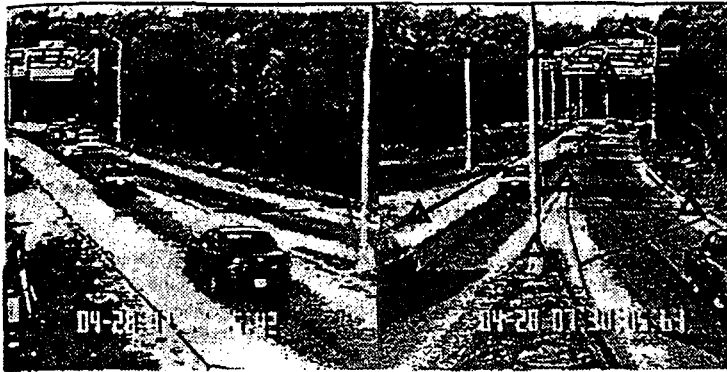
Point 2 Coordinates

Local
X -2.574 m
Y -1.423 m
Z -8.176 m
Global
Lat. 40.00145469 Deg
Long. -83.03013457 Deg
Ht. 195.502 m

임제영상획득 시스팀에 의한 3차원 정보획득

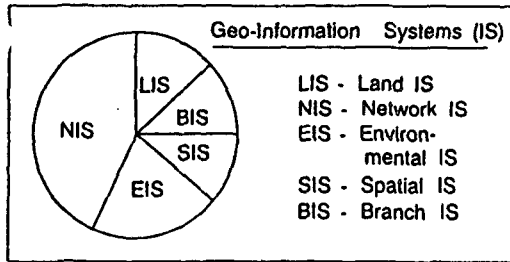
11. Video-Photogrammetry

- New Jersey Institute of Technology의 Transportation Center에서 교통분야 연구에 이용
- 자료취득 내용
 - 교통량 분석 및 차선별 차량이동분류
 - 차선별 교통량실태 분석
 - 차량의 가속 및 감속 실태 분석
 - 운전자 브레이크 작동시간 분석



12. GIS와 수치정사영상

- GIS의 활용분야(Fritsch, 1992)



- GIS와 지도축척 및 자료원

Sectoral GIS Property	LIS	NIS	SIS	EIS	BIS
Scale space:					
<5000	+	+	-	+	+
25000-50000	+	o	+	+	+
>100000	+	-	o	+	o
Data source (today)					
Surveying, Measuring	+	+	-	o	-
Map digitizing	+	+	+	+	+
Aerial imagery	+	-	+	+	o
Satellite imagery	o	-	+	+	o
Others	o	o	+	+	o

(+ = major source, o = source, - = seldom source)

- GIS에서 수치정사영상의 역할

Sectoral GIS	LIS	NIS	SIS	EIS	BIS
Orthophoto as a source for					
Orthophoto map production	+	-	o	+	-
Data capture/ map revision	+	+	+	+	o
Change detection/ visualization	+	+	+	+	+
3D-application/ visualization	+	+	+	+	+
Multispectral classification	+	o	+	+	o
Digital archives	+	o	+	+	o

(+ = often used, o = used, - = seldom used)

13. 결론

첫째, 지형공간정보체계의 구축에서 많은 시간과 경비가 소요되고 있는 자료기반(Database)구축의 문제점을 효과적으로 해결하기 위해 “Softcopy Photogrammetry”의 도입이 기대된다.

둘째, 지금까지 이용되어온 해석적 사진측량방법에 비해 “Softcopy Photogrammetry”는 장비 구입에 따른 경비를 크게 절감할 수 있음은 물론이고 출력자료가 수치영상형태로 되어 있어 지형공간정보체계와 직접연결시킬 수 있는 장점이 있다.

셋째, DEM의 자동생성, 정사영상생성, 입체시 개념을 도입한 3차원적 출력, 수치영상처리기법을 이용한 패턴인식 및 경계선검출 등 다양한 분석기능을 가진 “Softcopy Photogrammetry”는 지형공간정보체계에서 필요로 하는 기본도 구축, 속성정보 DB구축에 직접연결시켜 활용할 수 있으므로 국내에서도 “Softcopy Photogrammetry”분야에 대한 활발한 연구가 요구된다.

참고문헌

1. Peggy Agouris, T. Schenk, “Automatic Processing of Image Blocks”, ACSM/ASPRS, Annual Convention & Exposition ASPRS Technical Papers, Vol. 3, pp.11 ~ 20, 1993.
2. D. Fritsch, “Photogrammetry and Geographic Information Systems-Evolution Instead of Revolution”, Photogrammetric Week '93, Wichmann, pp.3 ~ 10, 1993.
3. H. P. Bahr, J. Wiesel, “Cost-Benefit Analysis of Digital Orthophoto Technology”, Digital Photogrammetric Systems, Wichmann, pp.59 ~ 73, 1991.
4. F. Ackermann, H. Schade, “Application of GPS for Aerial Triangulation”, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 59, No. 11, pp.1625 ~ 1632, 1993.
5. J. S. Greenfeld, “Application of Video Photogrammetry for Transportation Studies”, Annual Convention & Exposition ASPRS Technical Papers, Vol. 3, pp.122 ~ 130, 1993.
6. 유환희, “수치사진측량과 GIS의 통합 및 적용기법의 개발”, 한국과학재단 해외 Post-Doc. 보고서, 1994.