

측량장비와 연동한 PDA기반의 지도제작시스템 개발

이영걸*, 배상호**, 한우철***, 김성희****

The Development of PDA_based Mapping System Using Survey Equipment

Young-Geol Lee *, Sang-Ho Bae **, Woo-Cheol Han ***, Sung-Hee Kim ****

요 약

본 연구는 토탈스테이션과 GPS측량에 적합한 PDA의 무선통신모듈 개발과 이의 효율성을 증대시키기 위한 콘텐츠를 개발하여 PDA기반의 측량용 지도제작시스템을 개발하고자 한 것으로, 구축 시스템은 측량 성과의 실시간 도면화와 함께 측량성과의 수정 및 갱신의 수행성을 증대시켜 공간위치정보 측정분야에 유용한 보조장비로 활용될 것이다.

Abstract

This study is to develop PDA_based surveying mapping system. This object is achieved by developing wireless communication module of PDA which is adaptable to Total Station and GPS, and contents for its usage. This system will be efficiently used to surveying parts of spatial location information for real time mapping and improving the modification of survey data.

▶ Keyword : Wireless, mapping system, PDA, Survey Equipment

• 제1저자 : 이영걸
• 접수일 : 2005.04.12, 심사완료일 : 2005.05.20
* 대림대학 컴퓨터정보계열,
** 대림대학 건설환경정보과,
*** 대림대학 산업시스템경영과
**** (주)케이지아이 기술사업부

I. 서론

위치측정시스템은 측량 및 측지분야는 물론 위치기반서비스, AHS와 같은 응용분야 및 지각변동조사 등에 이르기까지 일상생활에서 없어서는 안 될 중요한 역할을 하고 있다. 최근 차량항법시스템이나 휴대폰을 이용한 위치기반서비스 및 텔레매틱스 산업이 빠르게 발전하고 있으며, 이는 정밀한 공간위치정보의 구축 없이는 불가능한 일인 것이다.

이에, 본 연구는 정밀한 공간위치정보를 구축함에 있어, 손쉽게 운용할 수 있는 PDA기반의 측량용 통합 매핑시스템을 개발하여 작업자로 하여금 수치지형도를 기반으로 한 측량성과의 수정 및 갱신의 편리성을 도모하고자 하는 것이다. 토탈스테이션(Total Station)과 GPS(Global Positioning System)측량에 적합한 PDA 장착시스템의 개발과 이의 운용을 도울 수 있는 운용체제의 개발은 정확한 측량성과의 손쉬운 도면화를 가능하게 할 것이며 외업의 수행성을 향상시켜 위치정보 구축을 위한 현장에서의 편리한 작업자 환경을 도모할 수 있으며 내업량을 감소시켜 작업자의 능률 향상과 3D 업종에서의 이미지 개선 및 고부가 가치 산업으로의 발전 가능성을 이끌 것이다.[1][2][3] (그림 1)은 토탈스테이션, GPS와의 유선통신모듈을 예시한 것이다.

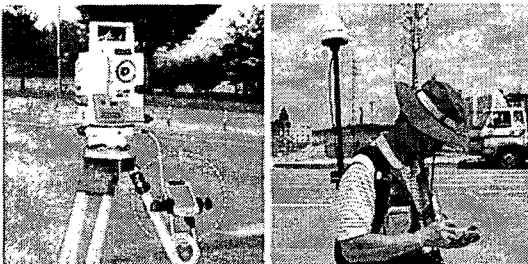


그림 1. 토탈스테이션, GPS 유선통신모듈 사용 예
Fig 1. An Example of Communication Module using Total Station & GPS

측량장비와 연동한 PDA기반의 매핑시스템은 측량 장치와 측량 정보를 송수신 할 뿐만 아니라 수치 지도 형태를 갖는 공간 데이터(spatial data)의 저장, 검색, 조작 및 분석 등을 처리하는 지리정보시스템으로 지형적 요소의 공간

정보와 이와 관련된 속성 정보를 효율적으로 처리하는 효율적인 시스템이다.

수치 지도를 포함한 측량 데이터의 특징은 그 크기가 방대하고 데이터를 수집하고 처리하는데 많은 비용이 소모된다는 것이다. 또한 데이터의 구조가 복잡 객체(complex object)로 구성되며, 공간 연산 및 공간 관계가 수치 연산이나 수치 관계보다 복잡하여 많은 컴퓨팅 시간이 요구된다. 따라서 측량 데이터와 수치 지도를 통합하여 처리하는 것은 기존의 텍스트 형태의 데이터를 수집하고 처리하는 것보다 어렵고 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 또한 기존의 측량 장치 자체만을 사용하는 방식은 측량 데이터에 대한 효과적이고 신속한 처리를 수행하지 못할 뿐만 아니라 저장이나 연계 작업에도 많은 난점을 가지고 있다.[5][8]

따라서 측량 데이터를 효과적으로 수집하여 처리하기 위해서는 측량 데이터, 공간 데이터, 속성 데이터를 동시에 통합 관리할 수 있는 새로운 시스템을 개발하거나 기존의 측량 장치 데이터를 내업을 통해 수작업으로 가공하는 방식을 사용해야 한다. 전자는 용도에 적합한 응용 프로그램이 필요하지만 작업 시간의 단축과 사용자 편의성이 증대될 것이다. 반면 후자의 경우 별도의 응용 프로그램은 요구하지 않지만 부가적인 노력이 많이 필요할 것이다.

본 논문에서는 측량과 관련된 공간 데이터 및 속성 데이터를 현장에서 직접 수집하여 처리할 수 있는 PDA기반의 매핑시스템을 개발하기 위해 측량과 관련된 데이터를 통합하기 위한 자료 구조로 측량 객체를 정의하고, 이를 기반으로 현장 측량을 지원하는 시스템 컴포넌트를 설계 구현한다.

본 논문은 II장에서 전체 시스템에 적용되는 측량 객체의 자료 구조를 정의하고, III장에서는 측량 데이터를 효과적으로 처리하기 위한 시스템 구조를 소개한다. IV장에서는 본 시스템을 실험적으로 적용한 사례를 소개하며, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 측량 객체의 특성

측량 장비를 지원하는 매핑 시스템을 구축하기 위한 많은 연구가 진행되어 왔으나 측량 성과와 관련된 부가적인 정보와 통합된 자료 구조에 대해서는 아직 일치되지 않고 있는 실정이다.[4][6] 본 연구에서는 측량 장비와 연동하는

매핑 시스템을 개발하기 위해 매핑 시스템에서 요구되는 공간 데이터와 측량 성과에서 요구되는 추가적인 데이터를 통합한 자료 구조로 측량 객체를 정의한다.[5] 제안 하는 측량 객체의 특징은 측량성과의 산출 결과와 일반 매핑 시스템간에 손실없이 호환할 수 있는 통합 구조이며, 이기종의 데이터간 정보 유지와 빠른 참조를 지원할 수 있는 양방향 연결을 구현한 것이다.

2.1 객체의 구조

측량 객체는 기존의 매핑 시스템에서 사용되는 기하 데이터와 달리 측량 정보를 나타내는 복합 데이터이다. 측량 객체의 구조는 점과 다각선으로 표현되는 공간 데이터 부분과 거리와 방위각 등 추가적인 측설 정보로 표현되는 속성 데이터, 그리고 전체 작업정보, 기준점, 보정값 등으로 표현되는 메타 데이터 부분으로 구성된다. 공간 데이터, 속성 데이터, 메타 데이터 간의 연계 구조는 양방향 연결 구조로 되어 있으며 특별히 연결부분을 Spatial Relation Part로 분리하여 관리한다.

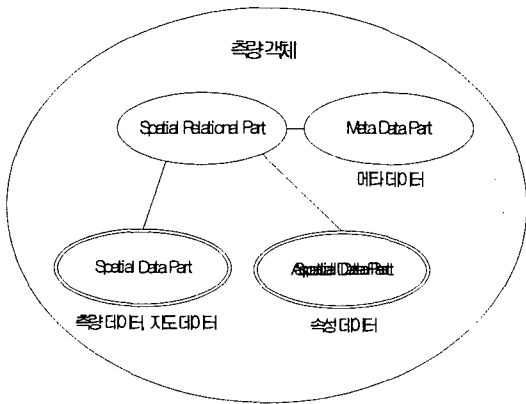


그림 2. 측량 객체의 구조
Fig 2. A Construction of Surveying Objects

이는 공간 데이터 처리부분과 속성 데이터 처리부분을 명백히 분리하여 시스템 구조의 복잡성을 줄일 수 있고, 계층화된 구조를 제공한다. 측량 객체의 관리는 Spatial Relation Part를 통하여 이루어지도록 하여, 공간과 속성 그리고 메타 데이터간의 무결성을 유지하도록 관리한다. (그림 2)는 측량 객체의 구조를 나타낸 것이다.

2.2 측량 객체의 자료구조

본 연구에서 제안하는 측량 객체의 자료구조는 <표2~표

4)와 같으며 음영으로 처리한 부분은 다중 테이블 연관성을 처리하기 위하여 공간 데이터 자료구조를 가변길이 RID를 가질 수 있게 확장한 것이다. 또한, 음영으로 처리하지 않은 부분은 기존의 레이어 관리 방법으로 사용되는 자료구조이다.[7][9]

표 1 속성 데이터의 자료구조
Table 1. An Attribute Data Structure

필드1	...	필드n	OID

표 2 공간 데이터의 자료구조
Table 2. A Spatial Data Structure

OBJ_TYPE	OBJ	VRID		
		VRID1	...	VRIDn

- OBJ_TYPE : 공간 데이터가 point, polyline, polygon 등의 타입을 저장 하는 필드
- OBJ : 가변길이의 공간 데이터 위치정보를 저장하는 필드
- VRID : 가변갯수의 RID를 저장하는 필드

표 3 Spatial Relation Part의 자료구조
Table 3. A Data Structure of Spatial Relation Parts

STID	ATID	ATBL_NAME

- STID : 공간 데이터 테이블 ID를 저장하는 필드
- ATID : 속성 데이터 테이블 ID를 저장하는 필드
- ATBL_NAME : 속성 데이터 테이블의 이름을 저장하는 필드

III. 매핑 시스템

3.1 시스템 구조

개발 시스템은 크게 PDA를 이용하는 야장용 단말 시스템과 내업용 데스크탑 시스템으로 구성된다. 단말 시스템은 측량 장비와 연동하여 측량 정보를 수치 지도에 사상하는 기능을 갖는 주 시스템이다. 데스크탑 시스템은 CAD와 도면 관리 시스템을 이용하여 내업을 할 수 있도록 지원하기 위한 저작 시스템(authoring system)으로 작업 데이터를 표준 공통 호환 형식으로 수입 또는 수출하는 기능과 보고서 형태의 산출물을 자동 생성하는 기능을 갖고 있다. 개발 시스템의 주요 구성과 통신 방법은 다음의 (그림 3)과 같다.

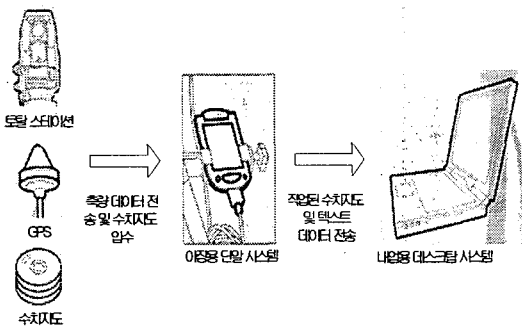


그림 3 측량 장비를 이용한 매핑 시스템의 구조
Fig 3. A Scheme of Mapping System Using Survey Equipments

단말 시스템은 토털스테이션이나 GPS 같은 측량 장비를 연동하는 휴대용 단말기인 PDA를 통해 실시간으로 좌표값을 획득하는 매핑 시스템으로 일반 사용자들이 측량 작업과 매핑 작업을 동시에 효율적으로 처리할 수 있도록 지원하는 시스템이다. 본 논문에서는 공간 데이터와 측량 속성 데이터의 연관성 부여 및 복잡한 연계 처리를 적은 비용으로 해결할 수 있는 매핑 시스템의 구조를 (그림 4)와 같이 제안한다. 제안 시스템은 사용자 인터페이스 시스템(user interface system), 요구 처리기(request broker), 객체 관리자(object manager), 지도 관리자(map manager), 테이블 관리자(table manager), 장치 관리자(device manager), 저장 관리자(storage manager)로

구성한다. 사용자가 사용자 인터페이스 시스템은 운영체제의 윈도우 객체를 이용하여 지도 브라우징(browsing) 또는 측량 관련 명령을 확장된 질의어를 통해 요청 처리기로 전달한다. 요청 처리기는 그 요구사항을 분석하여 객체 관리자에 보내면 객체 관리자는 요구에 포함된 데이터의 특성에 따라 공간 데이터는 지도 관리자에게 명령을 전달하고, 속성 데이터는 테이블 관리자에 명령을 전달하여 처리하게 된다. 장치 관리자는 토털스테이션이나 GPS 같은 측량장비를 통해 공간 데이터를 획득할 수 있도록 처리하는 부분으로 장치의 설정 및 통신 프로토콜을 처리하는데 사용된다. 마지막으로 저장 관리자는 메모리 버퍼의 객체 정보들과 저장 장치간의 입출력 인터페이스를 담당하는 부분으로 손실없이 메모리 공간을 최적화할 수 있도록 무손실 압축기법을 사용하여 저장장치와 입출력할 수 있도록 구현하였다.

내업용 데스크탑 시스템은 단말용 저작 시스템이 갖는 구조적인 단점을 보완하기 위해 구현된 자체 저장 구조를 일반 도면관리 시스템과 호환하여 사용할 수 있도록 쌍방향으로 변환하는 수출입 기능을 갖고 있다. 뿐만 아니라 측량 결과를 성과 보고서로 자동 생성하기 위한 보고서 작성 기능을 지원한다.

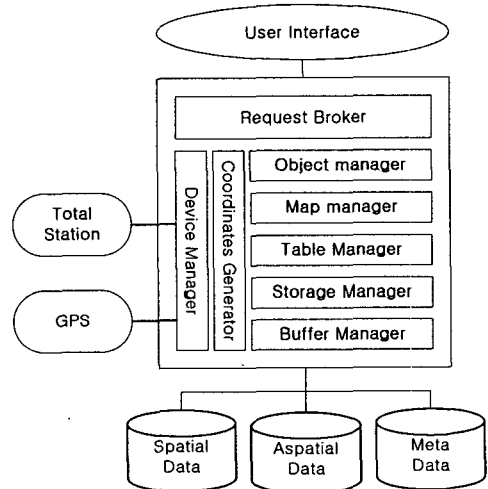


그림 4 PDA 기반의 단말 시스템 구조
Fig 4. A Scheme of PDA-Based Terminal System

3.2 시스템 특징

개발 시스템의 특징은 일반 사용자가 PDA와 측량 장비를 손쉽게 작동하여, 측량 성과나 측량 성과가 반영된 수치 지도를 손쉽게 구축할 수 있고 이를 CAD와 같은 일반 도면관리 시스템에서 쉽게 활용할 수 있도록 개발된다. 또한

토목 분야의 정보화와 관련하여 응용 프로그램이나 작업 결과 데이터를 다양한 외부 응용 작업에 쉽게 연계하여 구축할 수 있도록 컴포넌트 구조를 갖는다. 개발 시스템이 추구하는 결과물에 특징은 다음과 같다.

- ▶ Easy : 불특정 다수의 일반인을 대상으로 측량 장비를 통해 측량 작업을 수행하기 위한 손쉬운 사용자 인터페이스 제공
- ▶ Small Oriented : PDA가 갖는 구조적인 제약을 극복하기 위해 자료 구조와 프로세스 비용을 최소화하여 시스템을 구축
- ▶ Scriptability : 측량장비를 이용하는 토목 분야의 다양한 외업에서 사용할 수 있는 모바일 응용 프로그램을 손쉽게 프로그래밍 할 수 있도록 스크립트 형태의 programmability 제공
- ▶ Mobility : 야외 작업 환경에서 편리하며 동시에 실시간으로 작업할 수 있도록 단말기와 측량 장비간의 이동성을 제공

개발 시스템의 구현 환경은 저작 및 호환이 가능한 단말 시스템으로 구축하기 위해 Windows의 임베디드(embedded) 운영체제인 Windows CE와 임베디드 개발 도구인 Microsoft Embedded Visual C++을 사용하였다. 개발 시스템과 연동할 수 있는 측량 장비와 통신 방법 등의 환경은 <표 4>와 같다.

표 4 측량 장비를 이용한 맵핑 시스템의 환경
Table 4. An Environment of Mapping System Using Survey Equipments

종 류	내 용
운영체제(데스크탑)	Microsoft Windows XP
운영체제(PDA)	Microsoft Windows CE
개발도구(데스크탑)	Microsoft Visual Studio
개발도구(PDA)	Microsoft Embedded Visual C++
사용자인터페이스(PDA)	Pocket PC 2003
통신방식	RS 232C
토털스테이션	SOKKIA SET 510
GPS	GARMIN GPS16 HVS

3.3 시스템 기능

개발 시스템의 기능은 CAD 데이터와 수출입할 수 있는 데이터 수출입 기능, 측량 작업 단위 정보 유지를 위한 작업파일(workspace) 관리 기능, 수치지도와 측량 결과를 요

구에 따라 화면에 도시할 수 있는 작업파일 화면 출력 기능, 수치 지도와 측량 결과를 레이어의 형태로 관리할 수 있는 레이어 관리 기능, 측량장비를 설정하고 구동할 수 있도록 지원하는 장치 관리 기능, 측량의 부가적인 정보로 코드 정보를 추가하거나 변경할 수 있는 코드 관리 기능, 측량 장비로부터 적당한 형식의 좌표값을 변환하여 획득할 수 있는 측설 입력 기능, 화면상에서 객체의 기하 정보를 변경할 수 있는 객체 편집 기능, 표준화된 심볼 테이블을 수입하고 수치 지도에 입력할 수 있는 심볼 관리 기능이 있다. 개발 시스템의 주요 세부 기능은 다음의 <표 5>와 같다.

표 5 개발 시스템의 주요 세부 기능
Table 5. The Main Functions of Development System

데이터 수출입 기능	DXF2MSF	AutoCAD 교환형식 수입(import)
	DESK2PDA	데스크탑 수치지도 데이터를 PDA로 적재
	PDA2DESK	PDA 수치지도 데이터를 데스크탑으로 적재
	MSF2DXF	AutoCAD 교환형식 수출(export)
	MSF2TXT	텍스트 교환형식 수출(export)
	TXT2MSF	텍스트 교환형식 수입(import)
작업파일 관리 기능	NEW	새 작업파일의 생성
	OPEN	MSF 파일을 메모리로 적재
	SAVE	메모리의 내용을 MSF 파일로 저장
	SAVE AS	메모리의 내용을 새이름의 MSF 파일로 저장
작업파일 화면 출력 기능	PROPERTY EDIT	작업 파일 등록정보 편집
	DRAW FIT ALL	작업파일의 전체 영역 현재 윈도우에 맞추어 출력
	ZOOM-IN	현재 축척보다 확대하여 출력
	ZOOM-OUT	현재 축척보다 축소하여 출력
레이어 관리 기능	MOVE	현재 윈도우의 도면을 이동하여 출력
	NEW LAYER	새 레이어 생성
	VISIBILITY SET	선택한 레이어 들에 대한 가시성 설정
	WORKABLE SET	선택한 레이어를 추가 입력 객체 레이어로 설정
	DELETE LAYER	선택한 레이어를 삭제
	LAYER PROPERTY	레이어 등록정보 편집하기
	LAYER ORDER CHANGE	레이어의 출력 순서 변경

장비 관리 기능	TS CHECK	토탈스테이션 장비의 정상 작동 여부 검사
	GPS CHECK	GPS 장비의 정상 작동 여부 검사
	TS PROPERTY	기준점 편집, 기계점 편집, 장비속성 편집
	GPS PROPERTY	장비속성 편집, 보정값, 원점 입력
코드 관리 기능	CODE ADD	새 코드 추가
	CODE DELETE	기존 코드 삭제
측설 입력 기능	CODE SELECT	측설용 코드 선택
	MODE SELECT	측설 좌표를 점이나 다각선 중 하나의 모드 선택
	GET POINT	토탈스테이션으로부터 X,Y,Z 값 획득
	UNDO POINT	가장 최근 획득한 좌표를 삭제
	END OF OBJECT	Polyline 모드의 노드 종료
객체 입력 기능	MODE SELECT	입력 모드 설정
	DRAW POINT	화면상에서 Point 입력
	DRAW LINE	화면상에서 Line 입력
	DRAW POLYGON	화면상에서 Polygon 입력
	DRAW POLYLINE	화면상에서 Polyline 입력
	DRAW STRING	화면상에서 String 입력
	DRAW SYMBOL	화면상에서 Symbol 입력
	OBJECT DELETE	화면상에서 선택된 객체를 삭제
심볼 관리 기능	SYMBOL IMPORT	외부 심볼 파일을 수입
	LOAD TABLE	심볼 테이블 불러오기
	EDIT SYMBOL	심볼 편집하기
	OPEN SYMBOL	심볼 테이블 특정 심볼 가져오기
	ADD SYMBOL	현재 심볼을 심볼 테이블에 추가
	DELETE SYMBOL	현재 심볼을 심볼 테이블에서 삭제
	TRANS TABLE	심볼 테이블을 PDA Upload /Download

IV. 시스템 적용

개발 시스템의 적용은 충청남도 논산군 부적면 감곡리를 대상지역으로 1:1,000 수치지도를 기반으로 측량을 실시하였다. 시스템의 적용 과정은 먼저 대상지역의 1:1,000 수치지도를 데스크탑용 저작 시스템을 이용하여 단말 시스템에서 사용할 수 있는 형식으로 변환하였다. 변환된 형식은 데스크탑에서 PDA로 전송되어 단말 시스템의 저장 장치에 적재되었다. 단말 시스템은 현장에서 해당 지역의 수치지도를 적재 하였고, 적재된 수치지도에 측량을 통해 획득한 좌표를 자동으로 추가하였다. 현장에서 작업이 종료되면 해당 수치지도를 내입을 통해 조작하기 위해 데스크탑 시스템을 통해 다시 CAD 호환형식으로 수출 하였다. 또한 측량 작업 결과를 텍스트 형식의 데이터로 출력하여 다른 내입에 사용하였다. (그림 5)는 측량 장비를 이용한 매핑 시스템을 통한 작업의 흐름도를 보여준다.

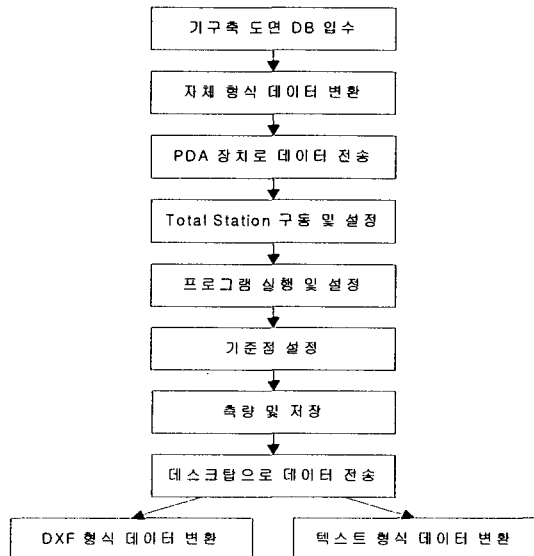


그림 5 측량 장비를 이용한 매핑 시스템의 작업 흐름도
Fig 5. A Flow of Mapping System Using Survey Equipments

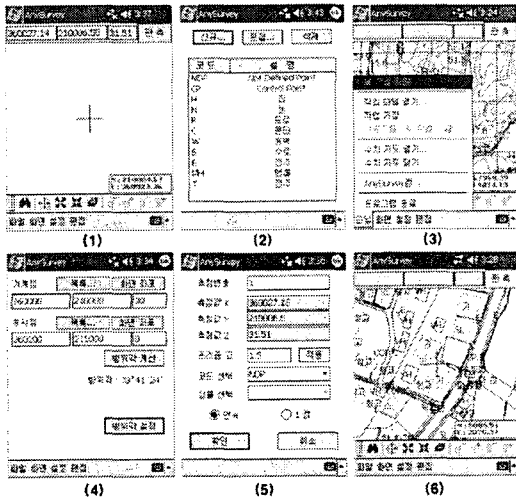


그림 6 측량 장비를 이용한 매핑 시스템의 실행 화면
Fig 6 A Scene of Mapping System Using Survey Equipments

(그림 6)은 측량 장비를 이용한 매핑 시스템을 이용하여 작업하는 과정의 화면들을 보여준다. 화면 (1)은 단말 시스템을 실행하였을 때의 초기화면을 보여주고 있다. 화면 (2)는 측량 코드를 설정할 수 있는 화면을 보여주고 있다. 화면 (3)은 수치 지도를 프로그램에 적재하는 화면을 보여주고 있다. 화면 (4)는 기계점과 후시(Backsight)점을 설정하여 방위각을 토탈스테이션에 전송하여주는 화면을 보여주고 있으며, 여기서 기계점과 후시점을 화면에서 추출 할 수도 있게 구현하였다. 화면 (5)는 현재 위치에서 토탈스테이션 측량을 요청하고 회신받은 결과를 보여주는 화면이고 화면 (6) 측량 결과들이 반영된 수치지도를 화면으로 출력한 결과이다.

V. 결론

건설현장에서 측량장비와 연동하여 노트북이나 tablet PC 기반의 매핑시스템의 사용은 다소 그 사용이 불편하다. 이에 본 연구에서는 측량장비와의 무선 송·수신 체제를 바탕으로 PDA기반의 매핑시스템으로 개발하였고, 수치지도의 압축 및 저장 속도를 향상시켜 현장에서의 PDA 운용 능력을 향상시킬 수 있었으며, 측량성과 제출용 텍스트 파일의

변환 모듈과 도면 레이어 제어를 통한 수치지형도의 중첩 및 수정 갱신 모듈, 그리고 PC에서의 도면 편집을 위한 dxf형식의 데이터 변화 모듈을 구현하여 내업의 간소화 및 도면화 작업의 정확도 향상을 도모할 수 있었다.

참고문헌

- [1] 차득기 "컴퓨터 측량 계산 프로그램집", 탐구문화사, 2002.
- [2] 리노다임개발실, "포켓PC네트워크게임프로그래밍", 한빛미디어, 2002.
- [3] 조재만, 박선정, "임베디드 Windows CE 프로그래밍", PC BOOK, 2002.
- [4] 고재관, "실전 PDA 프로그래밍", 삼각형프레스, 2002.
- [5] 조영섭 외, "SAN 환경을 위한 데이터 서버 시스템의 설계 및 구현", 자료저장학회지 제2권, 2002
- [6] 이현창, 최광돈, "온라인 모바일 환경에서 멀티미디어 콘텐츠 생성을 위한 학습 시스템의 설계 및 구현에 관한연구", 한국컴퓨터정보학회 논문지 제10권 1호, pp.217-222, 2005
- [7] 이강호, 안용학, 김학춘, "디지털 영상 처리를 위한 에지 클래스의 설계", 한국컴퓨터정보학회 논문지 제9권 2호, pp.49-55, 2004
- [8] Abel, D. J., "Spatial Internet Marketplaces: A Grand Challenge?," Proc. of the 5th International Symposium on Large Spatial Databases, pp.101~105, 1997.
- [9] O.Guenther, A.Buchmann, "Research Issues in Spatial Databases", ACM SIGMOD RECORD, Vol.19, No.4, pp.55~68, 1990.
- [10] R.H.Guting, "An Introduction to Spatial Database Systems", VLDB Journal, Vol.3, No.4, pp.63~71, 1994.
- [11] Jose Moreira et al., "Query operations for moving objects database systems", ACM Symposium on GIS, pp.34~41, 2000.

저자 소개



이 영 길

인하대학교 대학원 컴퓨터공학과
(공학박사)
현재 대림대학 컴퓨터정보계열 교수
<관심분야> GIS, 소프트웨어 개발



배 상 호

충남대학교 대학원 토목공학과
(공학박사)
현재 대림대학 건설환경정보과 교수
<관심분야> GIS, 측량 및 계측



한 우 철

건국대학교 대학원 산업공학과
(공학박사)
현재 대림대학 산업시스템경영 교수
<관심분야> GIS 품질측정



김 성 희

인하대학교 대학원 컴퓨터공학과
(공학박사)
현재 (주)케이지아이 기술사업부장
<관심분야> GIS, 소프트웨어 개발