

유량측정 정확도 제고를 위한 유량측정용 PDA 시스템 개발 계획

○정성원¹⁾, 황석환²⁾, 김명구³⁾, 한명선⁴⁾, 김동필⁵⁾

1. 서론

효율적인 수자원의 관리를 위해서 가장 선행되어야 할 요소는 우량, 수위, 유량과 같은 기초적인 수문자료를 확보하는 것이다. 특히, 유량자료는 수자원 계획, 댐개발 계획, 용수공급 계획, 하천 수질관리 계획 등 국가 수자원 계획 및 관리의 기본자료로서 정확도에 따라 국가 수자원 계획이 좌우될 수 있는 중요한 자료이다.

우리나라의 수문자료, 특히 유량자료는 품질수준이 매우 낮아, ISO(국제표준기구) 기준에 의한 수위-유량 관계곡선의 평균 표준오차가 2000년 $\pm 113\%$, 유량측정성과의 불확실도는 $\pm 12\%$ ¹⁾로서 수자원 계획에 큰 오차를 발생시키고 있는 실정이다. 현재 대부분의 유량측정은 현장과 장비의 조건에 상관없는 획일적인 유량측정 방법의 적용, 기준에 미달되는 측정, 현장 유량계산 및 측정결과와의 비교 평가를 하지 않는 것으로 나타났으며²⁾, 이에 따라 당연히 유량자료가 부정확하게 나타나고 있다.

따라서, 현장에서의 유량측정 전 과정과 내업에서의 자료 검토 및 관리 등 일련의 유량측정 과정을 일관성을 갖고 손쉽게 할 수 있도록 하는 유량측정 보조장비인 PDA 시스템 개발을 통해 유량측정성과의 불확실도를 현행 약 $\pm 12\%$ 에서 $\pm 5\%$ 이내로 줄일 수 있도록 하고자 한다. 본 논문에서는 개발중인 PDA 시스템의 개괄적 소개와 지금까지의 개발현황을 중심으로 기술하고자 한다.

2. 유량측정용 PDA 시스템 개발

2.1 PDA 시스템 개요

PDA, 'Personal Digital Assistant'의 약자로 '개인 휴대 단말기'라는 뜻을 가지고 있다. 디지털 문화로 산업 문화가 발전되면서 개인의 각종 정보를 입력하여 가지고 다니면서 언제든지 검색할 수 있는 기기를 뜻한다. 기본적으로 개인의 일정, 연락처, 할일 등의 개인의 일상 생활과 관련된 정보를 관리하는 PIMS(Personal Information Management Software)의 기능 외에도, 문서와 각종 데이터, 무선데이터 통신 등을 할 수 있는 이동 정보 단말기로, 일반 PC 시장이 포화 상태에 이르러 차세대 컴퓨터 시장으로 떠오르고 있는 포스트 PC 시장의 대표 제품이라고 할 수 있다. 특히 인터넷 시장의 폭발적인 성장에 따라 사용자들의 인터넷 사용 환경에 대한 인식이 모바일 환경으로 발전되게 되었으며, 기술의 발전에 따라 소형, 축약 기술이 발전하여 고부가 가치의 다양한 소형 이동 단말기들의 생산이 가능하기 때문에 기존 시장의 성장 한계와 심한 경쟁 환경, 낮은 수익성에 고심하고 있는 관련 업계에서 새로운 사업을 개척할 수 있는 영역으로 점점 관심이 높아지고 있다. 종전의 PC들이 다양한 기능을 모은 통합 범용 기기인 것에 비하여 포스트 PC는 PC에서 주로 사용하는 기능만을 강화한 분산형 특화 정보기기로, PDA는 그러한 포스트 PC 제품의 특징을 가지면서 이동성을 중점으로 둔 모바일 컴퓨팅이 가능한 형태라는 특성을 가지고 있다.

2.2 유량측정용 PDA 시스템

유량측정 보조장비인 PDA 시스템은 현장에서 유량측정의 정확도를 제고하는데 기여할 수 있도록 현장 조건에 적합한 유량측정방법 및 기준 제시, 유량측정 야장, 유량 산정 및 현장 유량측정결과 비교 검토, 유량 측정결과 전송 기능을 갖는 모듈로 구성된 시스템이다. 그림 1은 유량측정용 PDA 시스템 개발 흐름도이다.

PDA는 방수가 가능하고, 휴대 가능한 소형이며, 계산, 자료 관리 및 전송 기능을 가지고 있으므로 이를 이용하여 유량측정 전 과정을 수행할 수 있도록 개발할 수 있으며, 이의 현장 활용을 통해 현장의 유량측정

1) 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원 (swjung@kict.re.kr)

2) 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원 (sukany@kict.re.kr)

3) 한국통신정보기술(주) 선임연구원 (mgkim@kitt.com)

4) 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원 (mshan@kict.re.kr)

5) 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원 (dpkim@kict.re.kr)

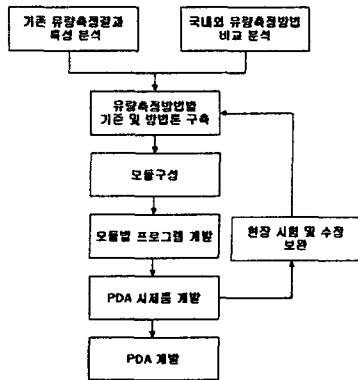


그림 1. PDA 시스템 개발 흐름도

요 국가의 기준을 비교 검토하여 보다 구체적이거나 엄격한 기준들을 채택하였다. 결과적으로 대부분은 ISO 기준을 따랐으며, 세부 사항에 대한 구체적인 방법은 미국 지질조사국(USGS)의 방법을 주로 사용하였다.

유속의 측정시, 측선수는 ISO 기준에 따라 하폭이 10m 이상인 경우 20개 이상의 측선수를, 하폭이 10m 이하인 경우는 하폭에 따라 20개 미만의 측선수를 확보하고, 측선 간격은 구간 유량이 전체 유량의 5% 미만 이 되도록 하며, 가능한 한 10%를 초과하지 않도록 현장에서 측정 즉시 확인할 수 있도록 하였다.

한 측선에서의 유속 측정수의 결정은 표 1과 표 2 처럼 국제 기준이나 외국 기준이 장비와 현장의 조건에 따라 적절한 측정수를 선정하도록 되어 있으므로 구체적인 기준이 제시되어 있는 우리 기준대로 측정수를 배치하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 즉, PDA 시스템의 구성에 있어 수심에 따라 수심이 0.6m 이하 일 때는 1점법, 0.6~1.0m는 2점법, 1m 이상은 3점법으로 측정하는 것을 기본으로 설정하고 장비와 현장의 여건에 따라 변경할 수 있도록 프로그램하였다.

유속측정 시간은 ISO 기준은 회전식 유속계는 30초 이상, 전자기식 유속계는 10초 이상이며, 진동이 발생할 때는 60초 이상 측정하도록 되어 있다. 미국 지질조사국은 회전식 유속계의 경우 40초 이상을 측정하도록 되어 있다. 일본은 20초 이상이며, 유량측정 일반 기준에는 별도의 언급이 없다. 따라서 국내의 기준을 종합 검토하여 회전식 유속계는 40초 이상, 전자기식 유속계는 30초 이상을 측정하는 것을 바탕으로 사용자가 매 측정시마다 직접 입력함을 원칙으로 설계하였다.

유속측정을 위한 유속계는 반드시 유속계별로 지정된 측정가능 범위와 검정 범위 안에서 사용하여야 한다. 따라서 본 PDA 시스템에서는 유속계 기종에 따른 측정가능 범위와 검정 범위를 제시하여 일반적으로 현장에서 발생할 수 있는 계측기기 사용상의 오차를 최소화하고자 하였다.

유량계산은 도해적 방법과 산술적 방법으로 대별할 수 있으며, 도해적 방법에는 수심-유속 적분법, 유속-면적 적분법이 있고 산술적 방법에는 평균 단면적법과 중간 단면적법이 있다. 실무에서는 사용이 편리한 산술적 방법을 주로 사용하고 있다. 본 유량측정용 PDA 시스템의 개발에 있어서는 중간 단면적법으로 유량을 산정하였다.

홍수시에는 유속이 빠르기 때문에 측정보조설비와 장비가 없이는 유속계를 이용하여 유량을 측정하는데 어려움이 많다. 따라서 홍수시에 보조장비가 없이 유속계만으로 측정할 때는 많은 불확실도를 수반하기 때문에 일반적으로 상대적으로 간편하며 불확실도가 유속계 측정보다 적은 부자를 이용하여 유속을 측정한다.

3. 유량측정용 PDA 시스템 구성

본 PDA 시스템의 구성은 그림 2와 같고 호환 가능한 PDA의 사양은 표 3과 같다. 현장에서 유량측정의

정확도를 크게 개선시킬 수 있다. 더불어 전송된 현장 유량측정 결과를 재산정하여 그 정확도를 검토할 수 있도록 일반 컴퓨터용 유량 산정 및 검토용 프로그램을 별도로 구축하고자 한다.

2.3 적용한 유량 측정 및 산정 방법 요약

일반 하천에서는 유량을 산출하는 중요한 수단으로 수위와 유량의 특정관계를 도출하고, 이를 공식화하여 작성된 수위-유량관계곡선을 이용하고 있다. 신뢰성 있는 수위-유량관계곡선을 구하기 위해서는 수위와 유량의 측정 장소, 방법, 횟수, 곡선유도방법이 적절해야 한다. 정확한 유량측정을 하기 위해서는 적절한 측정위치의 선정과 측정방법의 선정, 측정에 필요한 장비의 선택 및 정확성, 측정자의 숙련도 등이 중요한 요소이다.

본 PDA 시스템은 유량 측정과 산정을 위해 하천설계기준, 유량측정 과업지시서와 함께 국제표준기구(ISO)의 기준과 미국, 일본 등 주요 국가의 기준을 비교 검토하여 보다 구체적이거나 엄격한 기준들을 채택하였다. 결과적으로 대부분은 ISO 기준을 따랐으며, 세부 사항에 대한 구체적인 방법은 미국 지질조사국(USGS)의 방법을 주로 사용하였다.

표 1. 유속 측선당 측정수 기준 비교

수심 (m)	ISO 748	일본 수문관측	하천설계기준
0.6 이하	특정 기준 없음	기본 2점법, 수심에 따라 가감	1점법
0.6~1.0			2점법
1.0 이상			3점법

표 2. 미국 지질조사국의 유속 측선당 측정수 기준

측정수	Type AA 유속계	Pygmy 유속계
1점법 (0.6h)	45cm ≤ h ≤ 75cm	9cm ≤ h ≤ 75cm
2점법 (0.2h & 0.8h)	75cm ≤ h	45cm ≤ h

정확도를 제고하는데 기여할 수 있도록 현장 조건에 적합한 유량측정 방법 및 기준을 제시, 유량측정 야장, 유량 산정 및 현장 유량측정결과 비교 검토, 유량측정결과 전송 기능을 갖도록 모듈이 구성되었다.

시스템의 입력자료로는 유량측정방법 결정 모듈에서 제시된 방법과 기준별로 현장에서 측정된 하폭, 수심 및 유속, 기타 기록항목을 사용한다. 본 시스템은 이들 자료를 워크시트 형태로 개발, 입력, 수정, 저장, 출력 기능을 이용하여 그래픽으로 표현이 가능하다. 더불어 본 PDA 시스템은 현장에서 측정 입력된 원시자료와 분석된 결과를 현장에서 즉시 확인 가능함은 물론, 네트워크 기능을 추가하여 실시간으로 관리자의 메일로 송신된다(현재는 E-mail을 이용하고 추후 필요

시 자료 저장 서버 사용). 관리자는 수신한 자료를 검토하여 현장의 측정자에게 수정 및 보완사항을 즉시 지시할 수 있어 기존의 야장을 이용한 방법에 비해 획기적으로 시간과 노력을 절감할 수 있다. 특히 양질의 수문자료를 확보하는데 있어 기기의 성능 및 측정자의 능력도 중요하지만 수문사상 발생시 신속한 자료의 분석을 통한 자료처리 능력이 무엇보다 중요하다. 이런 면에 있어서 PDA 시스템은 기존의 방법에 비해 많은 장점을 가지고 있다.

본 PDA 시스템에서는 현장의 측정자와 원격지의 관리자를 네트워크로 연결하여(중간에 서버를 두어 삼각형 형태의 네트워크를 구현 가능) 측정자와 관리자간의 업무를 실시간으로 병렬 분할하였다(병렬작업환경). 즉, 측정과 계산 검토 등의 일련의 직렬 과정을 동시에 작업이 이루어질 수 있도록 구현한 데 있다. 기존의 유량측정 방법은 현장의 측정자가 측정을 완료한 후에만 원격지의 관리자가 검토할 수 있는 직렬작업환경이다 보니 작업의 효율이 떨어지고 시간이 많이 걸리는 단점이 있었다.

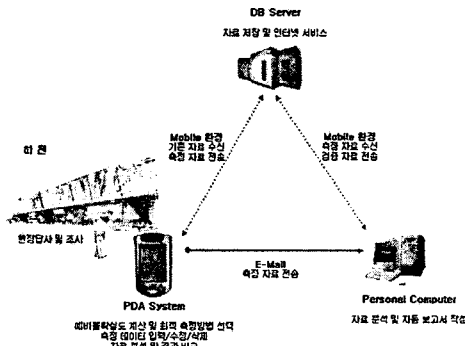


그림 2. 시스템 구성도

측정된 자료는 원격지의 관리자(혹은 DB서버)에게 즉시 전송되어 저장되며, 전송된 자료를 관리자가 재검토하여 기술적 오류사항에 대해 최종적으로 수정 보완하도록 지시할 수 있게 된다. 이런 시스템으로 보완 수정된 측정결과는 관리자에 의해 DB서버에 최종적으로 전송되어 일반 사용자들이 웹상에서 즉시 이용가능할 수 있게 된다.

4. 입출력자료 및 모형의 구현

유량측정용 PDA 시스템은 거리, 수심, 점유속 또는 회전수 등과 같은 유량측정 결과 뿐만 아니라 지점명, 측정 위치, 목자관 수위, 측정자, 날씨, 바람 정도 등의 기본적인 사항과 함께 수위-유량관계의 유도에 필요한 제반 사항들을 함께 입력할 수 있도록 구성하였고, 입력자 및 검토자 확인을 위하여 보안확인과정을 거치도록 구성하였다.

유량측정용 PDA 시스템에 입출력 자료로 구성되어 있는 주요 항목을 정리하면 다음 표 4와 같고, 실제 PDA 시스템에서 구현된 모습은 그림 3와 같다.

표 3. PDA 시스템 사양

항목	제품사양
프로세서	Intel Processor
OS	Microsoft Pocket PC Software 2002
memory	64MB SDRAM, 48MB Flash ROM
display	TFT liquid crystal display
입력방식	문자인식, 필기인식, 녹음기능, 키보드
색상	65,536컬러(64k,16bit)
한글	입력가능
오디오	통합스피커
인터페이스	WLAN(무선랜)
Power	리튬폴리머/착탈식 충전배터리 백업배터리(교정식)

표 4. 유량측정용 PDA 시스템의 입력력 자료 구성

구분	항목		
입력	기본사항	<ul style="list-style-type: none"> 하천명, 측정 지점명 및 측정 위치, 측정날짜, 날씨 및 바람 정도, 측정 시종 시간 및 목자판 수위, 평균 수위, 유속계 종류, 점정식 및 점정 날짜, 측정방법 	
	유속측정 결과	프라이스립 유속계	<ul style="list-style-type: none"> 거리, 수심, 측정 위치, 회전수, 측정시간, 점 유속, 흐름각 보정계수
		마그네틱 유속계	<ul style="list-style-type: none"> 거리, 수심, 측정 위치, 측정시간, 점유속
		부자	<ul style="list-style-type: none"> 거리, 흘수, 1~2 및 2~3횡단면 유하시간 및 수위, 유하상황 및 특이상황, 구간거리, 유하경로도, 개략 측선배치도
기타	<ul style="list-style-type: none"> 메모(측정 중 특이사항 기술) 사용자 확인(암호입력) 측정, 기록, 계산 및 확인자 		
출력	입력자료 산정결과	<ul style="list-style-type: none"> 수면폭, 율변, 동수반경, 단면적, 평균유속, 유량 각 측선별 유량산정시트, 불확실도(전체, 요소별) 그래프(유속분포, 수위-유량, 불확실도, 구간유량비 등) 	



그림 3. 유량측정용 PDA 시스템의 전체 개요

프로그램은 비교적 현장에서 측정자가 쉽게 쓸 수 있도록 비교적 단순하고 직관적이게 설계하였다. PDA의 경우 일반 PC와는 다르게 화면이 한정되어 있고 입력방식 또한 자유롭지 못한 한계가 있다. 이러한 이유로 PDA 프로그램을 구현하는데 있어서 사용성이라는 면과 기능성이라는 면은 항상 불가분의 관계인 것이 사실이다. 유량측정용 PDA시스템의 경우는 주로 현장 상황이 비교적 열악한 상황에서 사용하는 일이 많으므로 기능성(주로 화려한 그래픽 처리와 다양한 데이터 출력)은 최소한으로 하고 사용성 측면에 초점을 맞추어 시스템을 개발하였다. 또한 각각의 입력력 과정을 세분화하여 사용자가 한 화면에서의 이동을 최소화할 수 있도록 단계별 화면을 모듈화하여 구성하였다.

5. 요약 및 결론

현장에서의 유량측정 전 과정과 내업에서의 자료 검토 및 관리 등 일련의 유량측정 과정을 일관성을 갖고 손쉽게 할 수 있도록 하는 유량측정 보조 장비인 PDA 시스템을 개발 중에 있다. PDA는 방수가 가능하고, 휴대 가능한 소형이며, 계산, 자료 관리 및 전송 기능을 가지고 있으므로 이를 이용하여 유량측정 전 과정을 수행할 수 있도록 개발할 수 있으며, 이의 현장 활용을 통해 현장의 유량측정 정확도를 크게 개선시킬 수 있을 것이다. 더불어, 전송된 현장 유량측정 결과를 재산정하여 그 정확도를 검토할 수 있도록 일반 컴퓨터용 유량 산정 및 검토용 프로그램의 별도 구축을 계획하고 있다. 유량측정용 PDA 시스템이 본격적으로 유량측정에 활용되기 위해서는 앞으로 많은 기술적 개선과 기능 추가 작업 및 장기간의 검증과정이 필요하다.

PDA 시스템은 유량측정시 현장에서 바로 활용이 가능하며, 각종 유량측정 용역사업을 수행하는 용역업체 및 대학 등에서 유량측정 및 현장 평가, 보고 및 자료 관리 등에 직접 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 유량측정용 PDA 시스템의 사용을 통해 일관성 있고 충실한 유량측정자료를 지속적으로 확보한다면, 이후 신뢰성 있는 유량자료를 확보하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

6. 참고문헌

- 1) 수자원의지속적확보기술개발사업단(2002), 지표수 조사기술 개발 1차년도 보고서
- 2) 건설교통부(2001), 한강유역 수자원 시험장비의 설치 및 운영 보고서 -시험유역 및 주요지천 등에 대한 유량측정 보고서
- 3) 한국건설기술연구원(1995~2002), 시험유역의 운영 및 수문특성 조사·연구