

# PDA를 이용한 유량측정시스템 개선방안 연구

## Improvement study of river discharge measurement system using PDA

황의호\*, 양재린\*\*, 이근상\*\*\*, 고덕구\*\*\*\*

Eui-Ho Hwang, Jae-Rheon Yang, Geun-Sang Lee, Deuk-Koo Koh

---

### Abstract

In KOWACO, flow measurement system using PDA has been developed and used since 2004. Even though this system has improved the reliability of the measured flow data, it still has some problems caused by the internet-based data manipulation scheme. We found that this kind of data handling method is not suitable because it causes frequent communication problems especially in fringe areas.

To solve this problem, the structure and algorithms of existing system has been analyzed and an improved system is proposed. Besides, improvement study on the rate of change and the uncertainty of the flow data have been performed as well as the communication method between the Microwave Water Surface Current Meter and PDA adopting the state-of-the-art IT technology.

*Key words* : PDA, Client/Server, GPS, discharge measurement

---

### 요 지

수자원공사에서는 유량측정 이래 크게 개선되지 않고 있는 유량자료의 신뢰도를 획기적이면서 가시적으로 향상시킬 수 있는 방법을 고안하여 '04년 “PDA를 이용한 유량측정시스템”을 개발하여 시스템을 운영하고 있다. 그러나 기존 시스템은 모든 연산이 모바일 인터넷 기반으로 운영됨으로써 DB 전송 상 통신장애가 빈번하게 발생하여 측정자에게 많은 불편함이 초래하고 있으며, 유량측정 지점에 대한 유동적인 대처 방안 등이 미비한 실정이다. 이에 따라, 본 연구에서는 기존 시스템의 운영상 발생하는 통신장애 문제점을 극복하고, 유량측정 결과의 신뢰도를 향상시키기 위하여 개선방안을 마련하고 현장에 적용할 수 있는 시스템을 개발하고자 하였다.

이를 위해, 기존 시스템 상세 분석을 통한 시스템 구성상의 문제점 및 적용 알고리즘 상의 문제점을 도출하여 개선 시스템에 반영할 수 있는 방안을 제시하였으며, 자료 전송시 통신장애 극복방안을 제시할 수 있는 시스템 개발 방법을 도입하였다. 또한, 유량변화율 및 불확실도의 개선과 최신 IT기술 도입을 통한 기존 유속측정 장비의 개선 방안을 제시하였다. 이를 통해 보다 개선된 유량측정방법을 제공함으로써 유량측정업무 체계를 개선시켜주고, 신뢰성 높은 유량측정 결과 취득이 가능할 것으로 사료된다.

**핵심용어** : PDA, Client/Server, GPS, 유량측정

---

---

\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 연구원 · E-mail : ehhwang@kowaco.or.kr  
\*\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 · E-mail : jyang@kowaco.or.kr  
\*\*\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 · E-mail : ilovegod@kowaco.or.kr  
\*\*\*\* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 수석연구원 · E-mail : dkkoh@kowaco.or.kr

## 1. 서론

효율적인 수자원관리를 위해서 가장 중요한 업무는 신뢰성 있는 현장 자료의 취득과 특히 조 사요원을 현장에 파견하여 수위와 유량을 함께 측정하는 유량측정 자료의 신뢰성은 수위-유량 관 계곡선식, 유출량 계산 등 유역의 수자원 현황을 파악하기 위한 가장 주요한 요소라 할 수 있다. 연간 수십억의 유량측정 용역이 진행되고 있지만 같은 내용의 업무를 학교, 엔지니어링 업체 등 여러 기관에서 수행할 뿐만 아니라 수행하는 사람에 따라서도 결과의 신뢰성이 달라질 수 있기 때문에 자료의 정확성 부분이 미흡한 것이 현실이다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 측정업 무에 대한 표준안과 표준안을 지원할 체계 구축 등 측정업무의 신뢰도 향상을 위한 꾸준한 기술 개발이 시급한 실정이다.

수자원공사에서는 유량측정 이래 크게 개선되지 않고 있는 유량자료의 신뢰도를 획기적이면서 가시적으로 향상시킬 수 있는 방법을 고안하여 '04년 "PDA를 이용한 유량측정시스템"을 개발하여 유량측정시 유량측정 야장 대신 PDA로 인터넷에 접속하여 유량측정성과를 입력하여 측정성과의 불확실도와 유량이 자동으로 산정되고, 측정 성과의 재측 여부를 판단 및 유량산정 방법과 유량측 정 방법을 표준화함으로써, 모든 자료가 자동으로 DB화되어 관리되고, Web을 통하여 쉽게 확인 가능한 시스템을 운영하고 있다. 그러나 기존 시스템은 모든 연산이 모바일 인터넷 기반으로 운영 됨으로써 DB 전송 상 통신장애가 빈번하게 발생하여 측정자에게 많은 불편함이 초래하고 있으며, 유량측정 지점에 대한 유동적인 대처 방안 등이 미비한 실정이다. 이에 따라, 기존 시스템의 운영 상 발생하는 통신장애 문제점을 극복하고, 유량측정 결과의 신뢰도를 향상시키기 위하여 개선방안 을 마련하고 현장에 적용할 수 있는 시스템 개발이 필요하였다.

## 2. 유량측정시스템 개선

### 2.1 기존 시스템 분석

기존 유량측정시스템은 무선인터넷 서비스 기반 시스템으로 개발되어 무선통신을 이용한 시스 템을 활용하는 데에는 시스템 설계 및 구성상의 문제점과, 유량측정시스템의 적용 알고리즘상의 문제점 등이 존재하였다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 기존 시스템의 상세분 석을 통한 개선사항을 도출하고, 이를 통한 통신장애 극복방안, 측정 자료의 신뢰성 확보 방안, 실 시간 유량측정 체계 구축 방안을 제시하고자 하였다. 기 구축 시스템은 PDA를 이용하여 유량측 정 결과를 실시간으로 중앙의 서버로 전송하여 과거 자료의 분석을 통해 측정 자료의 신뢰도를 검증하는 체계이다. 시스템의 서비스 방식은 웹을 통한 접근 방식을 지원하고 있으며, 또한 모든 유량측정 과정이 서버에서 처리되는 방식으로 무선 환경에서 시스템 운영상 제약점을 안고 있다.

웹을 기반으로 한 시스템 설계상의 문제점은 웹을 통한 접근방식은 모바일 운영환경에 많은 제약사항을 수반하게 되며, 측정 현장의 통신환경에 따른 지형 및 네트워크 구성 환경에 따라 전 송신호의 강약이 결정됨으로써 시스템의 불안전성을 초래하게 된다. 이로 인하여 기존 시스템의 잦은 무선인터넷 차단으로 사용상 불편함 및 유량측정 결과의 데이터 손실이 발생함으로써 사용 자로 하여금 시스템의 신뢰성 확보에 어려움이 있었다. 본 연구에서는 이러한 모바일 시스템 운영 상 발생하는 근본적인 문제점을 해결하기 위한 방안을 수립하고 시스템에 적용할 수 있는 IT기술 을 분석하여 적용함으로써 사용자에게 편리성을 제공하고자 하였다.

## 2.2 개선사항 도출

기 구축시스템은 크게 시스템 구성상의 문제점과 적용알고리즘의 문제점을 갖고 있으며, 시스템 구성상의 문제점으로는 웹기반 설계 및 서버처리상의 문제점으로 세부적으로는 웹을 통한 접근방식은 모바일 운영환경에 많은 제약을 수반하며, 통신신호는 지형 및 네트워크 구성 환경에 따라 전송신호의 강약이 결정된다. 이러한 문제점은 기존 웹기반 시스템을 C/S기반 설계를 통하여 모든 입력 작업 종료 후 자료를 전송하는 방식으로 시스템 설계를 변경하고, 데이터 송수신 시만 Socket 통신을 이용하여 서버와 통신함으로써 통신환경을 개선하여 발생하는 근본적인 문제 해결이 가능하다.

표 1. 기 구축 시스템의 개선방안

구분	문제점	개선방안	
시스템 구성상 문제점	웹기반설계 문제점	웹을 통한 접근방식은 모바일 운영 환경에 많은 제약 수반	C/S기반 설계로 모든 입력작업 종료 후 자료 전송하는 방식 채택
		통신신호는 지형 및 네트워크 구성 환경에 따라 전송신호의 강약이 결정	데이터 송수신시만 Socket을 통한 연결로 통신환경 개선
	서버 처리상 문제점	모든 연산 및 DB관리는 서버에서 처리	서버와 클라이언트 별 처리 기능을 분류하여 전송부하 방지
		어플리케이션에서 모든 연산을 처리함으로써 통신환경 열악시 연산과정 중단 초래	서버와 클라이언트 별 처리 기능을 분류하여 전송부하 방지
적용알고리즘 문제점	검보증 유속입력 한계	DB입력 시 잦은 통신차단으로 인한 입력자료가 삭제됨으로서 발생하는 중복입력작업 발생	입력작업 종료 후 서버자료 저장, 통신차단시 클라이언트에 파일을 저장 후 통신연결시 재전송처리
		측정된 유속에 대한 검보증 처리 과정이 없음으로 측정결과에 대한 신뢰성 저하	유속환산표 제작을 통한 시스템 반영 검보증 처리
	불확실도 적용상 문제점	측정결과에 대한 신뢰성 저하에 따른 현재 시스템 활용이 저하되는 원인으로 작용	유속측정결과에 대한 검보증 과정이 시스템에 반영될 수 있는 방안 모색
		기 적용된 유량변화율 알고리즘의 경우 여러 측정법 적용에 한계가 있음	측정방법에 따른 유동적인 알고리즘 적용을 위한 DB설계 및 시스템 적용방안 모색
	측정법, 측정장비, 측정현장의 상황 등에 따른 측정결과와 불확실도의 신뢰성 높은 검보증 과정 미진	불확실도 산정 알고리즘의 표준화된 정량방법 검증	

## 2.3 시스템 구축

본 연구는 수자원공사에서 2004년 개발되어 운영 중인 PDA를 이용한 유량측정시스템의 운영상 문제점을 해결하고 편리한 사용 환경 제공을 위하여 개발을 수행하였다. 그러나 기존 시스템의 경우 웹기반 시스템으로 개발되어 시스템의 일부 기능 개선만으로 편리한 운영환경을 제공하기에는 한계가 있었다. 따라서 일부 기능 개선으로는 근본적인 문제의 해결이 불가능하다고 판단되었으며, 보다 편리한 운영환경 및 시스템의 안전성을 확보하기 위하여 웹기반 시스템을 C/S기반으로 전환한 시스템을 개발하였다. 이를 위해 기존 시스템과는 다르게 새로운 H/W, S/W의 선정이 필요하였으며, 객체지향시스템 설계 기법 도입을 통한 관리기술의 체계성을 확보할 수 있도록 하였다. 또한 효율적인 시스템 운영을 위하여 각 기능별로 처리가 가능하도록 분류하여 유량측정 결과가 실시간 저장될 수 있도록 모바일서버 구축 및 유량측정 클라이언트를 개발하였다.

유량측정시스템의 체계적인 개발 및 유량측정시스템의 유지관리 및 Software Reengineering의 효율성 향상을 위해 객체지향 설계를 수행하였으며, 전체 모듈의 구성은 기본정보 설정 Class, 유속계, 봉부자, 전자파유속계의 유속측정 방식에 따른 유속측정자료 입력 및 유량산정 Class, TCP/IP 통신 모듈, GPS 모듈의 원활한 작동을 위한 Class 등으로 구성하여 설계하였다(그림 1)

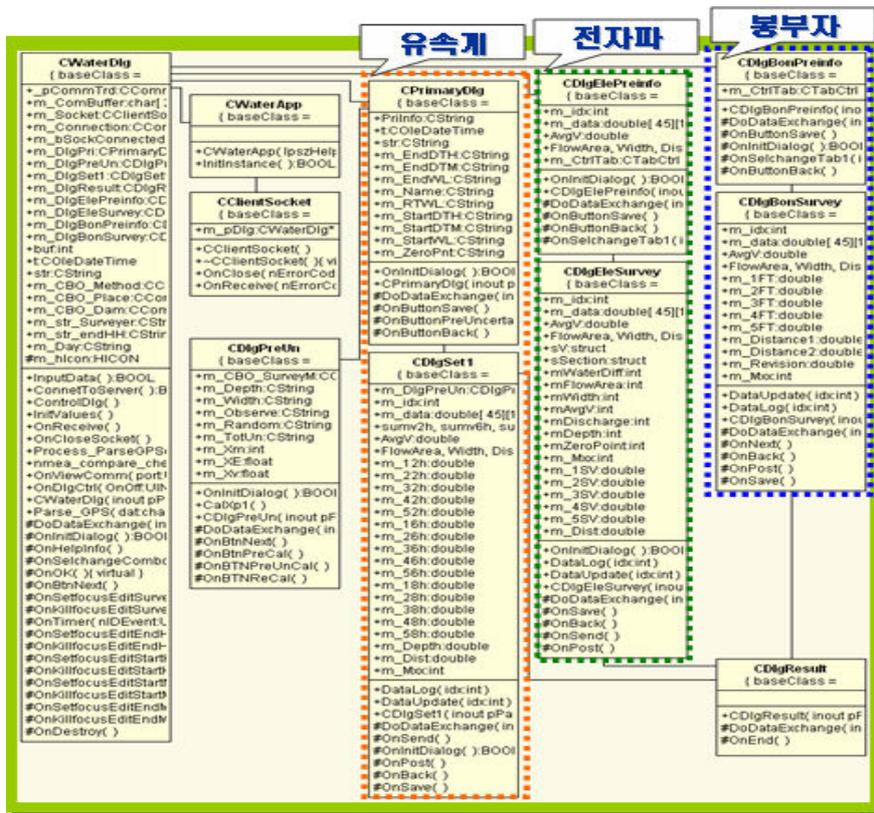


그림 1. Class 다이어그램

시스템 구성은 3-tier 방식으로 Client, 어플리케이션 서버, DB 서버로 구성되며, 각 구성요소별 처리기능을 분류하여 현장 유량 측정시 시스템의 불안전으로 인한 작업의 복잡성 및 사용상 불편함이 발생하지 않도록 시스템을 개발하였다(그림 2).

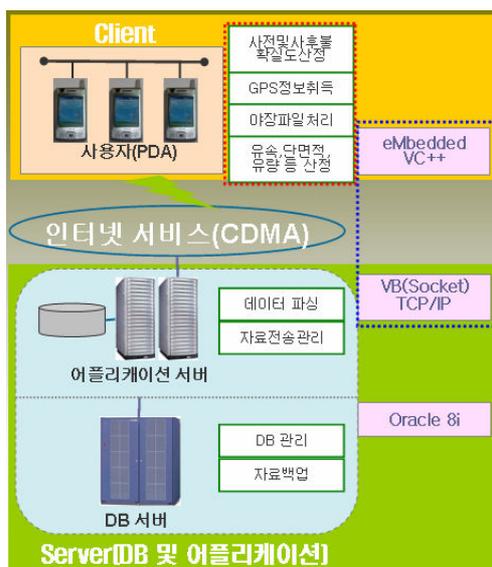


그림 2. 시스템 구성도

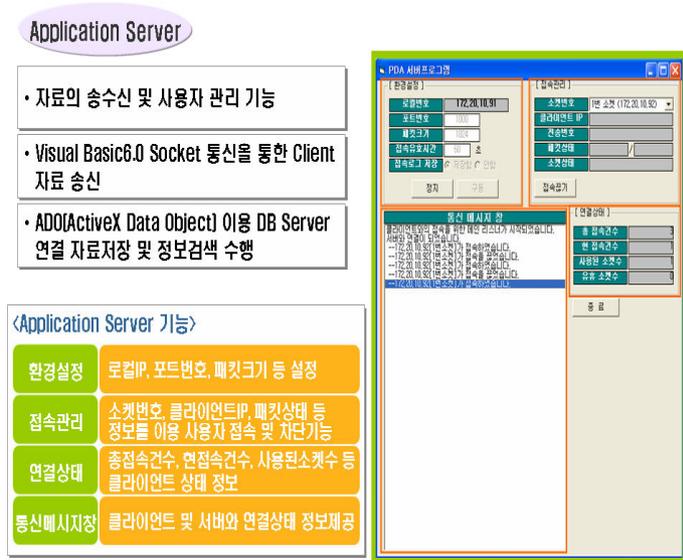


그림 3. 어플리케이션 서버 구성



그림 4. 유량측정 PDA Client 화면

### 3. 기존 유속측정장비 개선방안

기존 유속측정장비의 최신 IT기술을 이용하여 유량측정 업무를 개선하기 위하여 근거리 최신 무선통신 방법을 분석하였으며, 이 중 전자과표면유속계에 적용 가능한 Bluetooth와 Zigbee의 특징 및 적용 방법을 분석하였다. 전자과표면유속계와 PDA 사이에 근거리 무선통신 기능을 탑재하기 위해서는 현존하는 다양한 근거리 무선통신방식을 비교, 검토하여 이들 장비사이에 최적화 될 수 있는 방식을 선정하여야 한다.

전자과표면유속계를 PDA와 접목하기 위해선 통신부분이 호환되어야 하며 유선보다는 무선 방식이 현장측정에 적합하다. 그 이유는 케이블 연결 과정이 필요 없으며 케이블 고장으로 인한 불편함도 배제되기 때문이다. 적용 가능한 무선통신방식은 여러 가지가 있을 수 있지만 측정 현장의 여건 및 통신 성능을 고려해 볼 때에 근거리 통신, 저속통신, 경량화된 통신 회로, 통신의 안정성 등을 기준으로 선정한다면 Bluetooth 방식과 Zigbee방식을 고를 수 있다. 이 두 가지 방식은 구조적으로 유사한 방식이지만 통신거리 및 전력 소모면에서 Zigbee방식이 유리하다는 것을 알 수 있다.

전자과표면유속계의 구조는 기능상 두 부분으로 나누어진다. 하나는 전자파를 발사하는 안테나 부이고 다른 한 부분은 수신된 전자파를 신호처리하는 신호처리부로 구분된다. 이러한 구조에서 PDA를 접목하기 위해서는 신호처리부의 기능을 축소하여 안테나부에 집적시켜야 한다. 이때 예상되는 문제점은 안테나부가 현재의 부피와 중량면에서 증가가 된다는 것이며 특히 배터리를 수용할 수 있는 효율적인 구조가 되어야 한다는 것이다. 기존 기능을 집적시킨 상태에서 근거리 무선 모듈을 탑재해야 하며 무선 통신이 수행되면서 유속측정에 영향이 미치지 않도록 RF 통신신호를 격리하는 문제도 간과해서는 안 된다.

기술적으로 예상되는 문제점들을 연구 개발과정을 통해서 해결하면 사용자가 일일이 측정값을 PDA에 입력하는 과정을 제거함으로써 정확도를 높이고 시간을 절약할 수 있게 되어 전자과유속계 및 PDA를 활용한 유량측정시스템은 현재보다 훨씬 신뢰도가 높은 시스템이 될 것이다.

#### 4. 결론

수자원공사에서는 유량측정 이래 크게 개선되지 않고 있는 유량자료의 신뢰도를 획기적이면서 가시적으로 향상시킬 수 있는 방법을 고안하여 '04년 “PDA를 이용한 유량측정시스템”을 개발하여 시스템을 운영하고 있다. 그러나 기존 시스템은 모든 연산이 모바일 인터넷 기반으로 운영됨으로써 DB 전송 상 통신장애가 빈번하게 발생하여 측정자에게 많은 불편함이 초래하고 있으며, 유량측정 지점에 대한 유동적인 대처 방안 등이 미비한 실정이다. 이에 따라, 본 연구에서는 기존 시스템의 운영상 발생하는 통신장애 문제점을 극복하고, 유량측정 결과의 신뢰도를 향상시키기 위하여 개선방안을 마련하고 현장에 적용할 수 있는 시스템을 개발하기 위하여 기존 시스템 상세 분석을 통한 시스템 구성상의 문제점 및 적용 알고리즘 상의 문제점을 도출하여 개선 시스템에 반영할 수 있는 방안을 제시하였으며, 자료 전송 시 통신장애 극복방안을 제시할 수 있는 시스템 개발 방법을 도입하였다. 또한, 유량변화율 및 불확실도의 개선과 최신 IT기술 도입을 통한 기존 유속측정 장비의 개선 방안을 제시함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 본 연구에서 구축한 CIS 기반 시스템은 시스템 운영에 안전성을 도모할 수 있으며, 기 구축 시스템이 갖고 있는 근본적인 문제점을 상세분석하고 개선할 수 있는 방안을 제시하여 구축함으로써 시스템의 신뢰도를 향상시킬 수 있었다. 나아가 사용자 하여금 보다 편리한 시스템 운영환경을 제공함으로써 공사 유량측정 결과의 신뢰도 향상 및 유량측정 작업의 편리성 제공이 가능할 것으로 사료된다.

2. 기존 시스템은 모바일인터넷 기반의 시스템으로 개발되어 유량측정 업무에 활용되는 야장 및 유량산정 등의 모든 과정이 서버에서 이루어지도록 설계구축되어 있어 운영상 무선통신의 제약 조건에 많은 영향을 받도록 구성되어있어, 유량측정 업무의 제반적인 사항은 클라이언트에서 처리하고, 서버 자료의 요청 및 측정자료 저장시만 무선인터넷에 연결하여 처리하는 방안을 제시하였다. 이로써, 시스템 전반에 걸쳐 무선인터넷 사용에서 오는 통신 부하를 극복할 수 시스템을 개발함으로써 인터넷 차단에서 오는 데이터의 손실을 막고 사용자의 시스템 사용상 불편함을 개선할 수 있게 되었다.

3. 기존 유속측정 장비는 디스플레이 모듈을 통하여 측정된 결과를 조회가 가능하며 야장을 이용하여 측정결과를 정리하고 PDA에 기입하여 서버에 저장하는 과정으로 중복적인 작업이 발생하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 최신 근거리 무선통신 기술인 Bluetooth, Zigbee방식을 이용하여 기존 유속측정 장비의 개선 방안을 제시하였으며, 이러한 방식을 적용할 경우 불필요한 야장 기입작업을 줄일 수 있으며, 유속측정결과를 서버에 실시간 저장할 수 있으므로 야장기입에 따른 오류발생 등 신뢰성 높은 유량측정 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

1. 건설교통부(2004), “수문관측 매뉴얼”, pp 4.1-4.108
2. 노재경, 이한구, 성영도(2000), “유량관측 상시평가시스템의 신뢰도 평가방법”, 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 435-440
3. 삼각형프레스(2001), “ Mobile PDA Programming”, pp. 24-689
4. 정보문화사(2002), “New 알기쉬운 임베디드 비주얼 C++”
5. 차준호, 김원, 윤광석, 김동구(2002), “유량측정 자료의 불확실도 분석”, 한국수자원학회 학술발표회 논문집(II), pp. 989-994
6. 한국수자원공사(2004), “수문조사 표준화 및 신뢰도 향상 방안 연구 보고서”, pp 3-85
7. Herschy, R.W.(2002), "The uncertainty in a current meter measurement". Flow Measurement and Instrument 13, pp 281-284.
8. ISO/TR 5168(1999), "Measurement of fluid flow-evaluation of uncertainties", International Standards Organization, Geneva
9. Whalley, N. et al.(2001), "Reliability and uncertainty in flow measurement techniques-some current thinking.", Phy. Chem.Earth Vol. 26, No. 10-12, pp. 743-749