

효율적인 상수도 유수율 관리 시스템 설계 및 구현

이석재*, 황정희**, 하은실***

요 약

일상생활 및 제반 활동을 유지시키는 중요한 사회 기반 시설은 상수도이다. 본 논문에서는 상수도 관리의 기본이 되는 유량의 계측과 분배, 관리를 위한 상수도 유수율 관리 시스템의 설계 및 구현 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 상수도 유수율 관리 시스템의 개발은 상수도 시설의 유지관리와 상수도 시스템의 효과적인 운영을 위한 데이터를 체계적으로 관리하여 양질의 수량 공급과 합리적인 용수 수요량의 예측 및 누수 방지를 위한 상수도 기반 시설의 설계 방향을 제시할 것으로 판단된다.

Design and Implementation of an Efficient Water Count Management System.

Seak-Jae Lee*, Jeong Hee Hwang**, Eun-Sil Ha***

Abstract

The important society facility to maintain daily lives and the various activity is the water service. In this paper, we propose a design and implementation method of water count management system for the measurement, distribution and control of water quantity. The proposed system for systematic facility management and effective water service administration is a design methodology for foundation facility of water service to provide good quality water and to prevent a leak of water, estimating the water capacity.

Keywords : water service, water count, water leakage management, water service management

1. 서론

상수도는 도시 생활을 영위하는 모든 사람들이 이용하는 것으로, 일상생활과 도시의 제반 활동을 유지해 주는 중요한 사회기반 시설이다[1,2]. 그리고 상수도 관망은 수도시설의 중요한 구성요소로서 이러한 관망이 지하에 매설되어 있기 때문에 관망의 노후화나 사고로 인한 관의 이상 상태를 효과적으로 파악하기가 어려운 상태이다. 이와 더불어 상수도 시설은 도시의 인구집중,

생활 수준의 향상, 경제성장 등에 상응하는 생명선으로써 안전한 양질의 물을 효율적이고 안정적으로 공급하기 위하여 기존 시설의 유지관리와 상수도 시스템의 효과적인 운영이 요구되고 있다. 상수도의 수돗물이 시민에게 공급되는 과정에서 수도관이 노후되어, 물이 새거나, 계량기가 오래되고, 불량하여 검측이 제대로 되지 않는 등의 원인으로 생산대비 사용량의 비율이 낮아지게 되어 상수도 경영 악화로 수도요금 인상의 요인이 되는 등 시민의 부담이 가중되므로 블록화 시스템을 구축하여 노후관과 노후계량기 교체, 자동화설비 구축 등을 함으로서 유수율을 높이는데 초점을 두고 있는 것이 유수율 제고 사업이다[5,6].

유수율이란 정수장에서 생산되는 총 공급수량 중에서 요금 수입이 된 수량의 비율을 말한다. 따라서 유수율의 정체 또는 누수량 증가는 수용가에서 충분한 용수공급을 할 수 없게 하고, 정

※ 제일저자(First Author) : 이석재
접수일:2010년 05월 14일, 수정일:2010년 05월 25일
완료일:2010년 06월 26일
* 충북대학교
** 남서울대학교 (황정희 :교신저자)
*** 남서울대학교
이 논문은 2008년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2008-331-D00486)

수장에서 누수량만큼의 생산비를 회수 할 수 없게 되며, 용수 공급원의 확대를 필요로 하게 되며, 대규모 댐 건설의 필요성을 증대시키는 원인이 된다[7,8]. 일반적으로 상수도 관련 연구는 시설투자 중심으로 이루어져 왔다. 특히, 정보 통신 산업 분야의 발달로 도시정보시스템(Urban Information System)이 지자체별로 UIS중심으로 도시 경영에 수반되는 각종 정보 즉 인구, 자원, 교통, 건물, 지명, 환경 및 도시 계획 등에 관한 정보를 체계화한 전산 시스템을 구축 하고 있다. 이 시스템을 활용하여 도시 현황 파악 및 도시 계획, 도시 정비, 도시 기반 시설 관리 등을 효과적으로 할 수 있다[10, 11].

GIS기본계획에 따라 1/1000 수치지도가 제작되고 있다. 그러나 최근 들어서는 정보통신 기술의 발달과 지형공간정보체계의 발달로 설계도면의 전산 처리가 가능해짐에 따라서 유수율 관련 특허와 세미나가 활발히 이루어지고 있다. GIS의 생명은 신속한 자료 갱신에 달려 있다. 현장에서의 변화가 지리정보시스템을 기초로 한 도시정보시스템에 신속하게 반영되어야 한다[7].

지금까지의 상수도 사업은 수용가의 수급충족을 위한 확장사업, 노후관 교체, 갱신, 계량기 교체 등에 집중 투자 되어 왔다. 그 결과 급배수관의 노후 및 시설의 유지관리 불량으로 인해 누수율이 증가하거나 또는 유수율이 정체되고 있는 실정으로 시설물 관리 및 수량 관리가 제대로 이루어 지지 않고 있다. 따라서 양질의 수량을 충분하게 공급하고 관리 주체의 재정수익을 제고 할 수 있는 합리적인 용수 수요량 예측, 누수방지 및 대책에 관한 연구가 요구된다[3,4].

이러한 배경에서 최근 지형공간 정보체계는 지도, 설계도면을 전산처리가 가능하도록 수치지도로 전환하고 그 위에 토지이용, 지상 및 지하 시설물도를 환경 교통사회 경제지표등 관련정보를 입력하여 짧은 시간에 대량의 정보를 정확하게 검색, 분석, 처리 및 출력 할 수 있어 신속한 업무추진과 의사결정의 합리화를 도모함으로써 도시 행정의 효율향상과 비용절감에 기여하고 있다. 그러므로 상수도 시설의 제원과 수용가 자료를 데이터 베이스화 한 시스템의 개발이 필요하다. 또한 누수 등과 같은 수도 사고에 대응 할 수 있으며, 관로의 노후도 평가 및 관망해석 프로그램과의 연계 실행 등 응용업무가 가능한 유

수율 제고 시스템의 개발이 요구되어진다.

이제는 단순히 새로운 수자원 개발을 하기보다는 유수율 제고를 통해 낭비를 최소한으로 줄이고 기존 수자원을 효과적으로 운영, 관리해야 한다. 하지만 현재 각 지자체에서는 유수율 제고의 기본적인 데이터 관리조차 체계적으로 이루어지지 않고 있다. 그렇기 때문에 본 연구에서는 유수율 제고 시스템을 이용하여 데이터를 체계적으로 관리하고, 상수도 시스템을 효율적으로 운영하도록 하는 것을 목적으로 한다. 제안하는 시스템은 월 사용량 분석을 통한 누수 예측, 누수량 통계 분석, 급배수 관로 분석 등의 기능을 포함한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 상수도 유수율 관리 시스템을 설계하기 위한 요구사항에 대해 기술한다. 그리고 3장에서는 2장의 요구사항에 따른 데이터 베이스의 설계내용을 설명하고 4장에서는 구현된 시스템의 구조와 기존 연구와의 비교를 기술한다. 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 과제를 기술한다.

2. 유수율 관리 시스템 설계

효율적인 유수율 관리 시스템을 구축하기 위해 기존의 업무흐름 및 데이터 자료들을 수집하였고 이를 기반으로 상수도 관리의 요구사항 및 처리절차를 분석하여 시스템을 설계하였다.

2.1. 유수율 관리

유수율 관리 시스템은 (그림 1)과 같이 크게 수용가 자료관리와 도·송·배수관로 자료관리 기능으로 분류된다. 그리고 수용가 자료관리 기능은 다시 수용가 조사자료, 월 사용량 조사자료, 급수관로 자료로 다시 세분화된다.

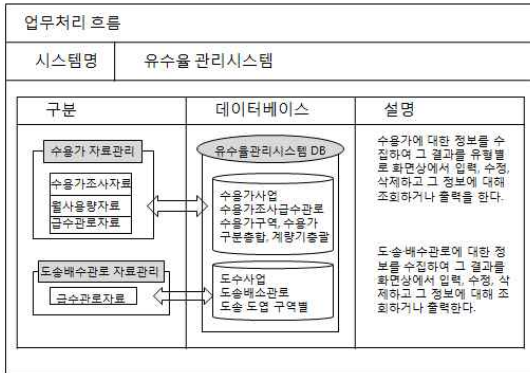
수용가 자료관리는 수용가의 급수전의 현황을 데이터베이스화하여 한눈에 수용가 급수전의 현황파악이 가능하며 사용자의 요구에 따라 원하는 사항의 결과를 문서로 출력하는 기능을 제공한다. 그리고 수용가조사자료, 월사용량조사자료, 급수관로자료를 관리하는 것을 포함한다. 도·송·배수관로자료관리는 도·송·배수관로의 내역을 데이터베이스화하여 누수의 원인이 되는 노후된



(그림 1) 시스템의 데이터 관리형태

도·송·배수관로의 자료를 사용자의 유지관리를 편리하게 하는 데 이용된다.

이러한 유수율 관리를 위한 데이터 관리 형태를 바탕으로 하는 시스템에서의 데이터 관계를 (그림 2)에서 보여준다.



(그림 2) 시스템의 데이터 관계

2.2. 시스템 처리 결과 요구사항

상수도 유수율 관리 시스템에서 처리된 결과에 대해 사용자의 요구사항에 맞게 디스플레이 하기 위한 자료로 수용가 자료 관리와 도송배수관로자료 관리가 있다.

수용가 자료관리는 수용가의 급수전의 현황을 데이터베이스화하여 한눈에 수용가 급수전의 현황과악이 가능하며 사용자의 요구에 따라 원하는 사항의 결과를 출력하는 기능을 제공한다. 세부 자료내용으로는 수용가조사자료, 월사용량조사자료, 급수관로자료를 포함한다. 수용가 자료관리에서는 수용가사업, 수용가 조사급수관로, 수용가구역등의 정보를 종류별로 화면상에서 입력, 수정, 저장, 삭제, 출력이 가능하도록 한다.

도·송·배수관로자료관리는 도송배수관로의 내

역을 데이터베이스화하여 누수의 원인이 되는 노후된 도송배수관로의 자료를 이용하여 사용자의 유지관리를 편리하게 한다. 그리고 도송사업, 도송배수관로등의 정보를 화면상에서 입력, 수정, 저장이 가능하도록 한다.

2.3. 입력 설계

시스템의 관리 내용을 바탕으로 수용가 자료 관리와 도·송·배수관로 자료관리로 분류하여 입력내용을 설계하였다. 수용가 조사 자료는 급수전을 기준으로 상수도 공급을 받는 수용가에 대한 기본 조사 데이터들을 포함한다. 수용가 조사 자료에 포함되는 항목들은 조사일자, 구역, 조사자, 수전번호, 관로번호, 구경 등이 있다. 각 수용가에서 사용되는 월별 사용량을 월별로 검침하여 기록하는 데이터로서 월별 지침과 년 단위 평균 사용량을 포함한다. 현장 조사 자료는 급수전의 상태를 나타내는 자료들로서 계량기 통의 상태와 구조 및 계량기 상태 등을 조사일자를 중심으로 나타나도록 구성한 데이터이다. 급배수관로조사자료는 급배수 관로 공사에 관한 기본적인 정보로서 급배수관의 상태, 관종, 연도 등의 데이터를 가진다. 도·송·배수관로 자료관리는 도·송·배수관로 관로를 관리하여 누수의 원인이 되는 관로의 노후 등을 예측할 수 있게 하는 정보로서 구경, 부설년도 등을 관리할 수 있도록 한다.

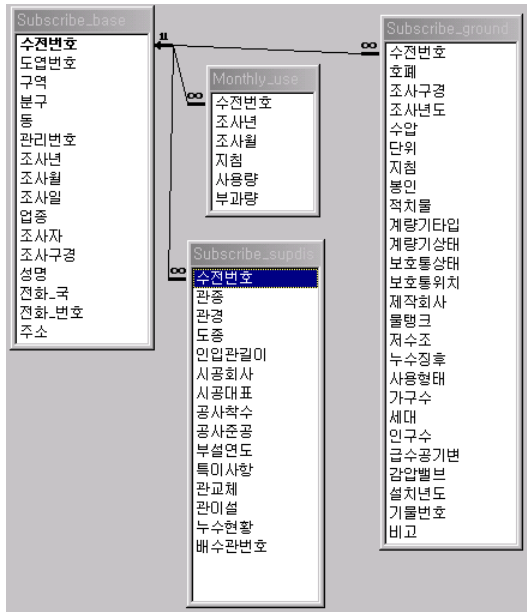
3. 데이터베이스 설계

2장에서 설계된 데이터 관리 내용과 시스템 흐름도를 바탕으로 데이터 베이스를 설계하였다.

3.1. 수용가 자료관리

수용가 자료는 수전번호를 키(Key)값으로 해서 수용가의 기본 데이터를 관리하기 위한 테이블 Subscribe_base, 도·배수관로 자료 관리를 위한 데이터들을 관리하는 테이블 Subscribe_supdis, 급수전 현장조사 데이터들을 관리하기 위한 테이블 Subscvribe_ground, 월 사용량 데이터 관리를 위한 테이블 Monthly_use로 구성된다. 이들 테이블의 데이터 내용 및 이들의 관계는 그

림 3과 같다.



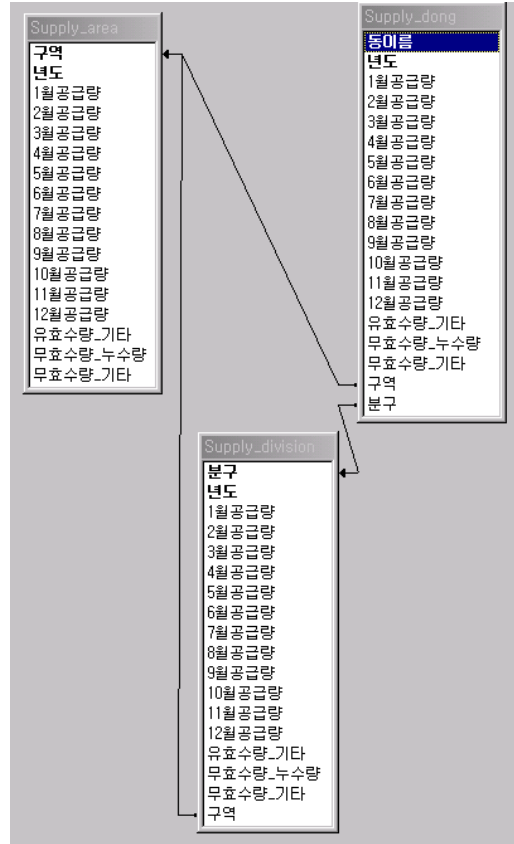
(그림 3) 수용가 데이터 관계

3.2. 공급량 자료관리

공급량 자료 관리는 구역, 분구, 동 단위로 자료 관리를 수행하며 이와 같은 관점을 반영하여 각각 구역 관리를 담당하는 Supply_area 테이블, 분구 단위 관리를 담당하는 Supply_division, 동 단위 관리를 위한 Supply_dong 테이블을 통해 관리 한다. 공급량 관리를 위한 구획 관리는 기본적으로 동, 분구, 구역으로 확장 된다. 따라서 동 단위 관리 테이블은 분구 및 구역 단위 관리 테이블과 참조 관계로 연결되어야 하며 분구 단위 테이블은 다시 구역 단위 테이블로부터 참조 관계를 형성 하여야 한다. 다음의 그림 4는 이들 테이블간의 관계를 나타낸다.

4. 유수율 관리 시스템 구현

상수도 유수율 관리 시스템을 구현하기 위하여 수용가 자료, 관로자료의 관리는 ODBC(open database connectivity)을 사용하였다. 그리고 자료의 입력 및 사용자 구성은 Visual C++ 6.0(V/C)를 사용하였으며 ODBC로 데이터베이스와 연결 하였다. 그림 5는 시스템 설계의 요구사



(그림 4) 공급량 자료 데이터 관계

항에 따라 자료관리를 분석한 내용을 바탕으로 입력받은 데이터를 분류, 정리하여 저장하는 데이터베이스를 설계하여 구현한 시스템의 전체 구조를 보여준다.

시스템은 수용가 자료 관리, 월 사용량 관리, 유수율 제고 및 급배수 관로 관리 등의 기능이 모듈화 되어 구현 되었다. 한편 이들 기능들은 트랜잭션 엔진에 의해 전체적인 관점에서 통합 조정되도록 하고 있으며 데이터베이스에 대한 접근을 총괄하도록 구성 하였다.

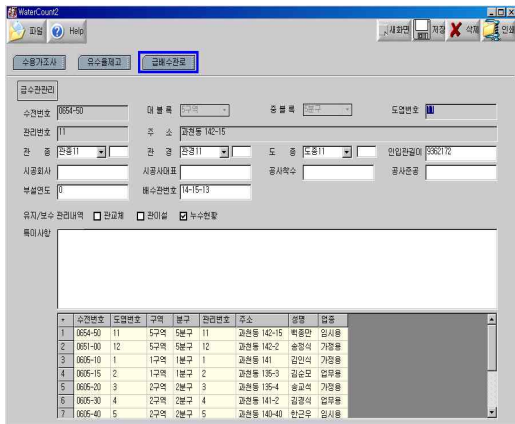
4.1. 수용가조사

수용가에 대한 기본정보를 관리하는 화면으로 자료의 삽입, 삭제, 수정, 출력 등을 할 수 있다. 수용가조사는 수용가관리, 월사용량, 적정구경선택으로 세분된다. (그림 6)의 수용가 관리에서는 선택된 수전번호에 해당하는 기본수용가정보와 현장조사정보를 각각 화면 상단과 중단에 표시

였다. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 방법으로 본 논문에서 제시하는 시스템은 소프트웨어적인 개발 패러다임인 컴포넌트 기술의 분산 데이터 베이스 기법을 적용하는 방안을 제시하였다. 그러나 본 연구는 제안 시스템의 적용 실험 및 우수율을 중심으로 한 상수도 유량 및 손실수두를 산정할 수 있는 분석기법이 추가 연구가 필요하다.



(그림 8) 우수율 제고



(그림 9) 급배수관로

5. 결론 및 향후 연구

상수도 우수율 관리 시스템을 사용하게 되면 기존에 문서로만 기록되던 데이터들이 데이터베이스에 체계적으로 저장되어 우수율 관리의 가장 기본이 되는 생산량과 사용량의 데이터 관리

가 체계적으로 이루어질 수 있다. 그리하여 이들 데이터를 바탕으로 여러 분석기법의 적용이 가능해지고 우수율을 보다 체계적으로 관리를 할 수 있다. 본 논문에서 제안한 효율적인 상수도 관리를 위한 우수율 관리 시스템은 기본 수용가 데이터 관리를 토대로 수용가의 월 사용량 분석, 우수율 분석, 수용가 급수 관경 결정 등 우수율 향상에 기여할 수 있는 다양한 기능들을 포함함으로써 우수율을 상당히 향상 시킬 수 있는 시스템이다. 특히 제안된 시스템은 분산 환경을 고려한 모델을 채택함으로써 다양한 운영 환경에 적용할 수 있도록 할 수 있으며, 도입할 각 지자체들에 의해 표준화된 상수도 관리가 가능하도록 할 수 있다. 아울러 순수하게 소프트웨어적으로만 구성된 시스템이기 때문에 도입 비용이 매우 낮으면서 시스템 내부에 갖추어진 다양한 기능들을 활용하여 상당한 우수율 향상 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대되므로 비용대비 효과가 우수할 것으로 기대 된다. 또한 현재 진행되고 있는 유량 및 손실수두 산정에 대한 분석기법이 추가 연구되면 상수도의 신설 및 확장에 대한 의사결정의 효과적인 지원도 가능하다.

참고 문헌

- [1] 한국 수자원공사, <http://www.kowaco.or.kr>
- [2] 물포탈 사이트, <http://www.water.or.kr>
- [3] 강병모, 홍인식, "원격 상수도관망 누수감지 시스템에 관한 연구," 한국정보처리학회 논문지 제11-D권 제6호, 2004
- [4] 김계현, 김준철, 박태욱, "상수도 관망해석 컴포넌트 설계에 관한 연구," 개방형 GIS학회논문지 제2권 제2호, 2000
- [5] 정일권, 강기준, 이부권, "유량계 자동검침 중계기를 이용한 상수도 관리시스템," 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제13권 제1호, 2006
- [6] 환경부, 우수율 제고 연구, 2001
- [7] 전창수, "우수율 제고 프로그램," 대한 상수도학회 추계학술발표회 논문집, 2002
- [8] 민병현, "상수도 계량기 무인 자동 원격 검침 시스템," 특허등록번호 20-0191213-0000, 2000
- [9] 김영수, "우수율 제고 시스템의 설계 및 구현," 한국정보처리학회, 2006
- [10] 김범식, "수도관로의 누수량 및 누수구간 자동 측정방법," 특허등록번호 10-0527011-0000, 2005

- [11] 현인환, "유수율제고와 효율적인 수질관리를 위한 배수시스템의 구축," 대한환경위생공학회, 2001
- [12] Hunaidi Osama, Chu Wing, Wang Alex, Guan Wei, "Leak Detection Mehtods for Plastic Water Distribution Pipes," Amer Water orks Assn, 1999
- [13] Smith Lawrence, Fiddls Keith, Chen, "Options for Leak and Break Detection and Repair of Drinking Water System," Battelle, 2000
- [14] 황국웅, 이규석, "개인용 컴퓨터를 이용한 상수도 시설물 관리 정보체계개발," 한국측지학회지, 제12권 제12호, 1995

하 은 실



1987년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 2005년 8월 :성균관대학교 전기전자 컴퓨터공학부(공학박사)
 1987년 1월 ~ 1995년 : 대우통신연구소 주임연구원
 2001년 1월 ~ 2005년 9월 : 유한 의료 보건 복지 선임연구원
 2006년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 정보통신과 전임강사

관심분야 : 모바일프로그래밍, 의료정보시스템, u-healthcare

이 석 재



2007년 2월 : 충주대학교 컴퓨터과학과 (이학사)
 2007년 3월 ~ 현재 충북대학교 일반대학원 컴퓨터과학과 (석사재학중)
 2003년 7월 ~ 2009년 10월 : 정우씨스텝(주)

관심분야 : 시공간 데이터베이스, 경영정보시스템

황 정 희



2001년 8월 : 충북대학교 전자계산학과 (이학석사)
 2005년 8월 : 충북대학교 전자계산학과 (이학박사)
 2001년 8월 ~ 2006년 2월 : 정우씨스텝(주) 연구소장
 2006년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 컴퓨터학과 전임강사

관심분야 : XML 및 웹 데이터베이스, 유비쿼터스 컴퓨팅, 데이터마이닝