

GIS 기반의 상수도 원격검침에 의한 비용구조개선에 관한 연구

A study on the Improvement of Cost Structure by Remote Inspection for Water Supply System based on GIS

김주일, 연상호*

충주대학교 경영학부 겸임교수, 세명대학교 건설공학부 교수*

Kim Ju-Il, Yeon Sang-Ho*

Chungju Univ., Semyung Univ.*

요약

우리나라의 물의 공급을 위한 수도역사가 1백년을 넘어서고 있는데 반해 전체 물 생산량은 60%에서 70% 초반에 머물고 있는 실정이다. 1999년 기준 1일 평균생산 한 물 432만 7천톤에서 요금 부과한 물의 양은 295만 1천톤으로 137만 6천톤이 유실되어 증발한 것이다. 이를 금액으로 환산하면 천문학적인 것으로 유수율이 현저히 낮은 것이다. 이렇게 유수율이 현저히 떨어지는 요인에는 시설물 관리의 어려움과 자원 및 세수관리의 어려움으로 나누어 볼 수 있는데, 본 연구에서는 상기의 문제점들을 해소하기 위한 방안의 하나로 무선통신 기술을 이용한 효율적인 시설물 관리 및 원격검침 방안을 제시함으로써 유수율 제고 및 누수율 감소를 위한 대책을 제시함으로써 기존의 방법에 비해 매시간 마다 자동 검침을 함으로써 효율적 검침 기능은 물론 소비비용을 비교하여 GIS 기반의 원격검침 방안을 제시하였다.

1. 서론

1.1 원격검침의 필요성

상수도를 사용하는 수용가 및 급수전에 설치된 유량계의 계측값을 무선 네트워크를 통하여 중앙으로 자동 전송, 과금 및 관리의 자동화, 디지털화를 실현한 시스템으로서, 현재 운용되고 있는 인력에 의한 수동 검침 및 관리체계의 획기적인 개선을 통하여, 유수율 제고를 통한 세입 증가시킬 수 있고, 누수율 관리 및 감소를 통한 비용 절감과 누수지 예측으로 시민 불편 예방함과 동시에, 인정 과금, 사고 등에 의한 민원 감소로 행정 신뢰도 제고하고, GIS 등과의 연계를 통한 종합적이고 효율적인 종합시설물 관리 구현하여, 행정 및 관리의 디지털화를 통한 신인도 확보 등의 효과를 거둘 수 있어, 중장기적인 지역발전 및 개발계획의 필수적인 요소로서 인식되고 있다.

1.2 시스템 구성

1) 원격 계측/제어 시스템이란?

원격지에서 대상 기기 혹은 설비에 대한 정보를 확인

하거나 제어할 수 있는 시스템

2) 원격 제어/계측 시스템의 구성요소

- 기기 (설비), - 계측/제어 기기, - 통신 시스템, - 관리 시스템 (Computer System + S/W)

3) 원격계측 대상 기기

- 계량기기, 정압기 등
- 계량기기의 종류 (지시부 I/F에 따른)
 - ① 기계식 : 순수 기계식
 - ② 펄스식 : 계측값을 펄스 (Pulse) 형태로 출력
 - ③ 전자식 : 계측값을 통신을 통해 출력

4) 원격제어 대상 기기

- 전동 밸브 등



공 중 전 화 망 (PSTN)

▶▶ 그림 1 원격검침을 위한 계측기기 내용

5) 원격 계측 방법

- ① 기계식 : 영상촬영 후 전송
- ② 펄스식 : 출력 펄스 (Pulse) 의 감지 적산 (Reed S/W, 광센서, Coil 등 이용)
- ③ 전자식 : 통신을 통한 계측값 수신
- ④ 기타 기기의 계측 I/F
 - Analog 식 : 4~20mA 전류 출력
 - Digital 출력 : RS232, 422, 485, 각종 Bus 등의 통신을 통한 계측값 출력

6) 통신방식 별 시스템 구성

- ① 전화선을 이용한 시스템 구성
 - 운용방법 : 관리시스템에 의한 개별 호출 및 자료 수집
 - 통신속도 : 상대적 고속통신 (최대 64Kbps), 호 설정 및 해제에 많은 시간 소요
 - 구축비용 : 제품단가, 배관 및 배선 고가

- 운용비용 : 개소별 통신요금(전화요금)
- 유지보수 : 전원, 통신회선에 대한 유지보수 난이
- 재난, 사고 대비 : 단선, 정전에 대한 대비 어려움
- 전원 : 상시전원 필요

② 전용선을 이용한 시스템 구성

- 운용방법 : 관리시스템에 의한 개별 호출 및 자료 수집
- 통신속도 : 고속통신
- 구축비용 : 제품단가, 개별 배관 및 배선 고가, 복잡한 시스템 구성(잠재적 문제 요소 많음)
- 운용비용 : 장비 유지보수 비용(네트워크 기반의 전용선 사용시 최고 비용)
- 유지보수 : 전원, 통신회선에 대한 유지보수 난이
- 재난, 사고 대비 : 단선, 정전에 대한 대비 어려움
- 전원 : 상시전원 필요

③ 랜(LAN)을 이용한 시스템 구성

- 운용방법 : 다양한 형태의 운용 가능(양방향, 전이중 통신)
- 통신속도 : 고속통신
- 구축비용 : 제품단가 높음, 개별 배관 및 배선 최고가(무선랜 사용 시 AP 등 부가적인 장비 설치 필요)
- 운용비용 : 공인 IP 사용 시 비용, 장비 유지보수 비용(네트워크 기반의 전용선 사용시 최고 비용)
- 유지보수 : 전원, 통신회선에 대한 유지보수 난이 (망 사업자에 의존)
- 재난, 사고 대비 : 단선, 정전에 대한 대비 어려움
- 전원 : 상시전원 필요

④ 전력선을 이용한 시스템 구성

- 운용방법 : 다양한 형태의 운용 가능(양방향, 전이중 통신)
- 통신속도 : 저속통신(고속 PLC의 경우 상용화 시간 필요)
- 구축비용 : 제품단가, 개별 배관 및 배선 상대적 저가(기 설치된 전력선 사용), 필터 등 부가장비

필요

- 운용비용 : 장비 유지보수 비용
- 유지보수 : 전원, 통신회선에 대한 유지보수 난이도 (망 사업자에 의존)
- 재난, 사고 대비 : 단선, 정전에 대한 대비 어려움
- 전원 : 상시전원 사용

⑤ 무선통신을 이용한 시스템 구성

- 운용방법 : 다양한 형태의 운용 가능
- 통신속도 : 저속통신
- 구축비용 : 제품단가, 개별 배관 및 배선 최소화 (네트워크 설계 시 전문인력 필요)
- 운용비용 : 장비 유지보수 비용
- 유지보수 : 최저 유지보수 비용
- 재난, 사고 대비 : 단선, 정전에 대한 대비 용이
- 전원 : 배터리 사용

⑥ 이동통신을 이용한 시스템 구성

- 운용방법 : 다양한 형태의 운용 가능
- 통신속도 : 고속통신
- 구축비용 : 제품단가 높음, 개별 배관 및 배선 최소화
- 운용비용 : 장비 유지보수 비용, 통신비용 고가
- 유지보수 : 최저 유지보수 비용
- 재난, 사고 대비 : 단선에 대한 대비 용이, 정전 시 대비 어려움
- 전원 : 상시전원 사용

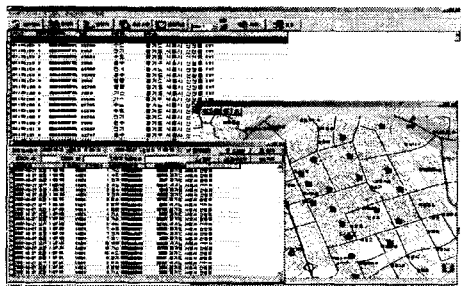
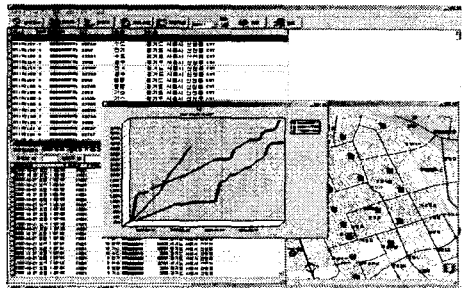
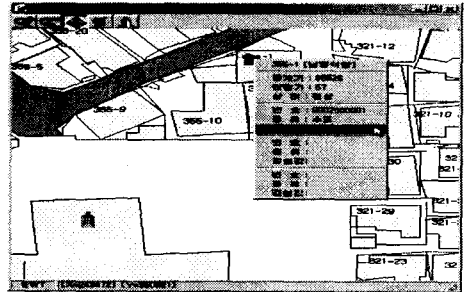
2. 관리시스템

2.1 관리시스템 구성 요소

- ① 서버 및 Database
- ② 사용자 인터페이스(S/W, 시스템 관리)
 - GIS 시스템과 연계, 종합적 시설 관리 필요
- ③ 관리정보 S/W(고지, 통계, 분석 등)
 - 공급량, 사용량, 기간별 기대 수요치 등 다양한 통계 분석 자료 제공
 - 의사결정을 위한 경영정보의 신속, 정확한 제공

2.2 무선원격검침 시스템(Warptm)의 장점

- ① 무선통신 통합 솔루션 : 원격검침, SCADA, FA, HA, IBS 등 다양한 어플리케이션에 적용 가능
- ② 단거리 및 중/장거리 통합 솔루션 : 주변환경에 관계없이 적용 가능
- ③ 신뢰성, 보안성 : 자체 개발, 특허출원 한 통신 프로토콜(Warptm)에 의한 자료전송의 신뢰성, 보안성 확보 및 최저 시스템 구축비용
- ④ 다양한 기기 인터페이스 내장 : 즉시 적용 가능
- ⑤ 최고의 내구성 : 방수(IP8 인증), 방폭, 내열 및 전자파, 정전기, 낙뢰 등에 대한 전기적 내구성 확보



구분	구분명	구분번호	구분코드	구분명	구분번호	구분코드	구분명	구분번호	구분코드
대수	대수	0001	0001	대수	0001	0001	대수	0001	0001
대수	대수	0002	0002	대수	0002	0002	대수	0002	0002
대수	대수	0003	0003	대수	0003	0003	대수	0003	0003
대수	대수	0004	0004	대수	0004	0004	대수	0004	0004
대수	대수	0005	0005	대수	0005	0005	대수	0005	0005
대수	대수	0006	0006	대수	0006	0006	대수	0006	0006
대수	대수	0007	0007	대수	0007	0007	대수	0007	0007
대수	대수	0008	0008	대수	0008	0008	대수	0008	0008
대수	대수	0009	0009	대수	0009	0009	대수	0009	0009
대수	대수	0010	0010	대수	0010	0010	대수	0010	0010
대수	대수	0011	0011	대수	0011	0011	대수	0011	0011
대수	대수	0012	0012	대수	0012	0012	대수	0012	0012
대수	대수	0013	0013	대수	0013	0013	대수	0013	0013
대수	대수	0014	0014	대수	0014	0014	대수	0014	0014
대수	대수	0015	0015	대수	0015	0015	대수	0015	0015
대수	대수	0016	0016	대수	0016	0016	대수	0016	0016
대수	대수	0017	0017	대수	0017	0017	대수	0017	0017
대수	대수	0018	0018	대수	0018	0018	대수	0018	0018
대수	대수	0019	0019	대수	0019	0019	대수	0019	0019
대수	대수	0020	0020	대수	0020	0020	대수	0020	0020

▶▶ 그림 2. 관리시스템에 보이는 대상지역의 현황도 및 검침결과

2.3 관련 특허 (출원)

- ① 펄스방식 계량기 복합 검침 : 다수의 계량기기 연결 가능
- ② 계수오차 방지센서 : Hybrid 특수회로 추가 포함, 계수의 정확성 확보
- ③ 침수센서 : 설치장소의 침수여부를 자동 탐지 및 보고
- ④ 기기 보호장치가 포함된 무선검침 단말기 : 배관 변형 및 조작 등을 원천적으로 차단
- ⑤ CDMA/PCS/PACKET 망을 이용한 원격검침 중계기 및 이동식 검침기 : 차량탑재, 휴대형 기기
- ⑥ 무선통신 프로토콜(Warptm)
- ⑦ 무선통신프로토콜 Warptm II(Spread Spectrum Frequency Hopping technology), 도약테이블 관리 : 차세대 통신 기술

3. 원격검침의 적용사례 및 경제성 분석

3.1 WASCO에 의한 마산시 유수율 상승으로 비용구조 개선 사례

- ☞ 목표 유수율 : 80%, 목표 누수율 10%
- ☞ 배경 - '99년 생산된 수도물 63,947천m³의 34.2%인 21,893천m³가 누수, 유수율이 52.8에 불과하여 수자원의 비효율적 활용, 손실이 매년 8,089백만원씩 발생
 - 누수율을 10%로 절감하고, 유수율을 80% 수준으로 제고할 경우, 연간 3,498백만원의 원가 절감 및 1,558백

만원의 요금수익증대 가능

- ☞ 시설개선 - Block system도입 및 수압조정
 - 수압 및 유수율 측정
 - 관로 등 시설물 개선 및 계량기교체
 - 관리시스템 설치
- ☞ 사업효과
 - 유형효과 : 마산시 계량적 순편익이 874억원(경상 가격, 제2안A 기준)발생 매년 지출되는 노후관 교체사업비(약30억원)의 대폭 감소 신규 취수원 및 수도시설 건설비용(약 230억원) 대체효과 발생
 - 무형효과 : 노후관 교체로 양질의 수도물 공급 누수사고로 인한 주민불편 해소 누수감소로 하수처리비용 절감 신규 취수원(댐) 개발 대체로 환경 편익 발생

3.2 경제성 분석

1) 추정사업비(군포시 2001년 통계 기준)

- 급수전수 : 9,500전(일반수용가)
- 급수전당 단가 : 단말기 : 185,000원(부가가치세 별도)
- 중계기(자료수집기) : 950,000원 X 100개 = 95,000,000원
- 총사업비용 : 단말기: 185,000 X 9,500=1,757,500,000원 (급수전 수에 따라 유동적)
- 자료수집기 : 950,000 X 100개 = 95,000,000원(급수전 수에 따라 유동적)
- 예상 사업비용 : 1,852,500,000원(부가가치세 별도)

2) 경제성 검토

- (1) 인력 증감 : 0% (시스템 유지관리로 전환, 기존인력 활용)
- (2) 유수율 증가 : 5%(총생산: 27,416천톤, 부과량: 25,379천톤, 유수율: 92.6%, 평균요금: 375.1원)
 - 요금부과 : 부과 증감 + 1,370천톤*375원= 513백만원 요금 수익 증가
- (3) 누수율 감소 : 3%(누수 감지 등에 의한 비용절감

포함) :

- (4) 민원 처리비용 감소 및 업무 효율성 증대 :
- (5) 계량기 불량률 감소
- (6) 노후관 교체 사업비 감소
- (7) 투자비용 대비 경제성 검토 : 513백만원(요금증가)+ (계량기 불량률 감소)+ (누수, 업무 효율, 민원 감소) = 513백만원 + a \Rightarrow 투자회수 : 3.5년

4. 평가 및 결론

본 연구에서는 획기적인 검침비용의 구조개선 방안의 하나로 무선통신 기술을 이용한 효율적인 시설물 관리 및 원격검침 방안을 제시함으로써 유수를 제고 및 누수를 감소를 도모함으로써, 기존의 방법에 비해 간편하면서도 자동화된 방법으로 매시간 마다 자동 검침을 함으로써 효율적 검침 가능은 물론 GIS 기반의 원격검침방안을 제시하여 기존의 방법대비 항목별로 소요비용을 비교하여 경제성을 검토하였다. 초기투자비용에 따른 수익성 제고를 약 3.5년이면 흑자로 전환할 수 있어 매우 수익성이 높을 뿐 아니라 각종 시설물 설치 등의 불필요한 작업개선을 도모하여 친환경적인 검침방법으로도 크게 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

■ 참고문헌 ■

1. 김주일, 연상호, "Wireless Technology를 활용한 상수도 검침 개선에 관한 연구", 한국컨텐츠학회 2003 춘계학술발표회 논문집, 2003.
2. 건설부, "제 2 차 국가지리 정보체계 기본계획", 2000.
3. 건설부, "GIS 구축현황(지방자치단체 및 시설물관리기관)", 2000.
4. 건설부, "지하시설물관리 전산화를 위한 관련제도 정비방안", 1997.
5. 건설부, "지하시설물도수치지도화사업 관련 규정집", 2000.
6. 김태연, "우리나라 지하시설물정보체계구축 현황 및 개선방안", 충북대학교 석사논문, 2000.
7. 청주시, "청주시 지하시설물도수치지도화방협의회 구성(안)", 1999.
8. 청주시, "2001년도 지하시설물도(상수도)수치지도화사업 완료보고서", 2002.
9. 청주시, "지하시설물도수치지도화사업 계획서", 2001.