

RFID를 이용한 수자원시설관리기법 개발

Development of method management for water resources facilities using RFID

황의호*, 고덕구**, 이근상***, 이을래*,

Eui-Ho Hwang, Deuk-Koo Koh, Geun-Sang Lee, Eul-Rae Lee

요 지

수자원시설물의 유지관리와 조사, 계획, 설계, 제작, 설치, 운전, 보전을 거쳐 폐기에 이르는 시설물의 Life Cycle을 관리하기 위해 IT 기술을 이용하여 설비를 체계적으로 운영 관리하고 있다. 수자원시설의 점검관리에 있어 기존의 관리방법은 점검자가 관리항목을 대장에 기입하고 기입한 자료를 PC에 저장하여 관리함으로써, 업무의 복잡성 및 중복성이 발생됨으로써 업무효율이 저하되고 있는 실정이다. 이에 따라, 본 연구에서는 이러한 문제점을 효율적으로 해결하기 위하여 유비쿼터스 기술인 RFID를 현장에 적용하기 위하여 수자원시설에 대하여 표준코드를 정립하였으며, 수자원시설 이력관리 구축을 위하여 RFID 현장에 적용하고, RFID 리더기를 이용하여 시설물의 이력관리 시스템과 연동하여 체계적인 시설관리 기반을 구축하였다. 이로써, 시스템을 통해 관리되는 시설물의 이력정보를 활용하여 설비 교체주기, 통계자료 조회, 예산 반영 계획수립 등의 업무에 즉시 적용이 가능하며 체계적이고 효율적인 업무수행이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : RFID, GIS, 유비쿼터스

1. 서 론

차세대 IT 패러다임으로서 등장한 유비쿼터스화는 상태감지 및 위치인식 능력을 기반으로 단순한 정보 전달뿐만 아니라 사람들의 불안과 고민을 해소하고 생활의 질을 향상시키기 위해서 보이지 않게 일상생활을 지원할 것이다. 유비쿼터스 RFID란 도로, 다리, 터널, 빌딩, 건물벽 등 모든 물리공간에 보이지 않는 컴퓨터를 집어넣어 모든 사물과 대상이 지능화되고 전자공간에 연결되어 서로 정보를 주고받는 공간을 만드는 개념으로 기존 홈 네트워킹, 모바일 컴퓨팅보다 한단계 발전된 컴퓨팅 환경을 말한다. 유비쿼터스 기술은 정부 주도하에 공공 및 산업분야 등의 다양한 분야, 다양한 형태로 개발 및 확대되고 있으며, 적용분야에 있어서 행정분야, 국토분야, 경제분야, 사회분야로 구분되어 도입을 위한 R&D 및 시범도입 사업을 추진 중에 있다.

전국의 댐 주변 및 하천, 수도시설에 설치된 수위, 우량, 유량 및 수질, 수압 등의 변동 상황을 지속적으로 관측하기 위하여 시설물 설치·운영하고 있다. 또한, 조사, 계획, 설계, 제작, 설치, 운전

* 정회원 · 한국수자원공사 K-water연구원 선임연구원 · E-mail : ehhwang@kwater.or.kr
** 정회원 · 한국수자원공사 K-water연구원 연구위원 · E-mail : dkkoh@kwater.or.kr
*** 정회원 · 한국수자원공사 K-water연구원 책임연구원 · E-mail : ilovegod@kwater.or.kr
**** 정회원 · 한국수자원공사 K-water연구원 선임연구원 · E-mail : erlee@kwater.or.kr

보전을 거쳐 폐기에 이르는 시설물의 Life Cycle을 관리하기 위해 IT 기술을 이용하여 설비를 체계적으로 운영 관리하고 있다. 이러한 시설물의 상태를 최상으로 유지하면서 지속적이며 적절히 운영하기 위해 시설물 관리를 정기/비정기적으로 점검을 실시하고 있다. 점검 방법은 관리자가 직접 방문하여 점검을 실시하는 것을 원칙으로 하며, 정확하게 작동하는지 판단하기 위해서는 직접 방문하여 수행하게 된다. 점검 과정은 점검 매뉴얼에 따라 주기적/비주기적으로 점검 실시 후 점검내용을 점검 현장의 대장에 기입하게 된다. 시설물 점검 기준은 계기의 작동, 관측원의 관측상황, 방법, 예비부품 여부, 각 설비 별 기타 점검 항목을 조사하게 된다. 관측 자료의 관리는 T/M, T/C 등의 온라인이 설치되어 있지 않을 경우 관측소를 연간 6~8회 정도 방문하여 관측자료 수거를 병행하여 수행하고 있는 실정이다. 이에 따라, 본 연구에서는 이러한 문제점을 효율적으로 해결하기 위하여 유비쿼터스 기술인 RFID와 RFID 리더기, 점검관리 모바일시스템을 적용하고, RFID 기반 수자원시설관리 방법론 및 업무프로세스를 재정립하여 현장에 적용할 수 있도록 하여 비용절감 및 효율성을 향상시켜 줄 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

2. RFID 기술 적용 방향

수자원시설을 관리함에 있어 발생되고 있는 현안과 문제점으로는 ①수기에 의한 장비 수리 사항 관리로 일부 관리항목 누락 및 종합 관리에 제한 ②점검 후 보고서 작성 등 중복 업무 발생 및 장비 이력 관리의 체계화·시스템화 필요 ③현장 시설물과 대장에 수록된 위치정보가 일치하지 않아 노후시설 및 교체대상물 등 시설물 관리에 어려움 ④관리 및 교체 이력을 현장에서 바로 조회, 활용, 점검내용 수정 필요 ⑤관리 누락 및 비정상적인 작업의 사전 방지 필요 ⑥지하시설물 관리를 위해 유비쿼터스 핵심기술인 RFID 등 신기술, 신기법의 적용 필요 ⑦GIS와 시설물 정보를 기반으로 시설물의 정보를 신속히 조회하고, 통합 관리할 수 있는 시스템 필요 ⑧누수, 관로 이상 등의 긴급 상황 발생시 신속한 대처를 위해 정확한 위치정보 파악 필요 ⑨시설물 자산에 대한 체계적 관리를 위해서는 자산 분류체계 통일 필요 등이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 즉시 해결하고 현장작업자의 수자원시설 관리에 있어 유비쿼터스 기술을 이용하여 체계적인 관리기법을 개발하고 업무의 효율성을 향상시켜 줄 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

수자원시설 관리업무 지원 시스템에 있어서 기존 운영되고 있는 유지관리시스템과 원활하게 연동될 수 있도록 하고, 추가적으로 장비가 투입되지 않도록 하여 사용에 복잡성이 발생되지 않도록 지원체계를 구축하여야 한다. 또한 RFID를 전 수자원시설에 확대 적용하기 위해서는 각 설비의 통합관리에 대한 향후 확대모델 제시가 필요하며, 시설관리를 위해 시설물 및 자재 코드의 표준화가 선행되어야 한다. 나아가 다른 시설들과의 향후 통합 시스템 구성을 대비한 코드 체계 및 정부 UFID 표준안을 참고하여 체계적인 방안 정립이 필요하다. 본 연구에서 적용할 유비쿼터스 적용 기술은 크게 4가지로 RFID Uplink 기술, RFID Downlink, RFID 태그(메탈태그) 기술, RFID Reader 기술로 분류된다(그림 1). 적용에 있어 수자원시설은 지상, 지하에 존재하는 시설로 시설물에 부착하여 활용할 있어야 하며, 이를 위해서는 메탈태그 적용이 필수적이다. 또한 RFID 인식거리는 작업자의 편리성을 도모하면서 점검 관리시 누락되지 않도록 하기 위해 2~5m 정도가 될 수 있어야 한다.

u-IT 적용을 위한 세부 추진 방안으로 크게 3단계로, 1단계 효율적인 시설관리를 RFID 태그 제작 및 시스템 개발, 2단계 자동화된 시설정보 제공기반 구축, 3단계 기존 시스템과 정보 연계로 구분

된다. 1차년도 연구에서는 점검관리자의 편리성 및 시설관리의 효율성을 제고하기 위하여 RFID 태그 기술 시범적용과 적용을 통하여 문제점 분석하여 시스템의 안전성을 확보하고, 운영상 발생하는 문제점을 개선 및 보완하여 실용화될 수 있도록 시스템 개발 및 매뉴얼을 제작하여 기존 시스템과 연계함으로써 수자원시설 관리 업무에 활용할 수 있도록 추진하고자 하였다. RFID를 이용한 수자원시설 물관리 H/W, S/W 구성 방안은 그림 2와 같으며, 지역관리자, 현장작업자, 연계시스템으로 구성하여 응용, 관리, 통신 분야가 유기적으로 연계되어 시설물 관리에 체계성 확보가 가능할 것으로 판단된다.

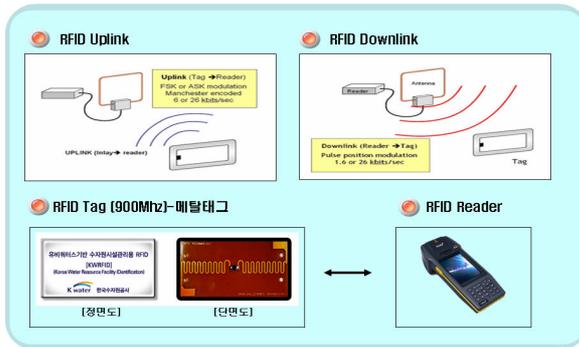


그림 1. 수자원 시설물 관리용 적용 센서 및 기술

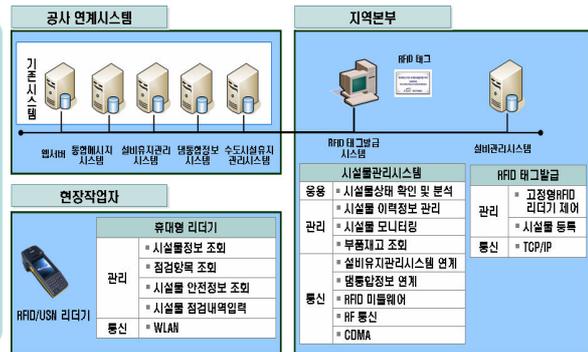


그림 2. RFID 기반 점검관리 시스템 구성도

4. 수자원시설물 관리시스템 개발

수자원시설물 유일식별자(이하 wRFID; Water Resources Facility IDentification) 부여방안에 관하여 살펴보면, 정보화 사업의 결과로 수자원시설에 대한 수치지도 및 여러 가지 주제도 제작이 완료되었다. 댐, 관측소, 밸브실, 정수장, 취수장 등과 같은 인공적 지형지물과 하천과 같은 자연적 지형지물을 포괄하는 모든 수자원시설물을 체계적으로 관리하고 활용하기 위한 체계화된 관리체계가 필요하나, 수자원시설물의 관리 대상별 DB 코드화가 이루어 지지 않아 수자원시설에 대한 지리정보체계의 통합관리가 어려운 실정이다. 그렇기 때문에 수자원시설물의 관리, 검색, 활용에 공통키로 사용될 수 있고, 또한 식별자만으로 위치 판단이 가능하고, 정보의 일관성 및 수자원 DB의 체계적 관리를 할 수 있는 wRFID는 총 8개의 필드로 구성하여 처음에 wRFID를 확인하는 코드와 버전을 표시하는 코드를 넣고, 나머지 7개의 필드로 수자원시설물의 종류, 관리부서, 일련번호 및 위치정보 및 기타 정보를 알아볼 수 있게 표시하였다. wRFID를 표현하는 코드임을 확인하는 코드와 wRFID의 버전을 표시하여 향후 wRFID가 많은 정보를 추가하여 자리수가 늘어난다 하더라도 버전의 인식으로 유지 보수하는 부서의 추가적인 비용발생을 억제할 수 있도록 하는 코드이다. 부여방법은 wRFID의 코드 전에 wRFID를 표시하는 [w]를 추가하고, 다음에 그 wRFID의 버전을 표시하는 [VersionNumber]를 표시한다. wRFID는 각 필드마다 표시할 내용을 포함하고 그에 따른 코드 자리수를 가지게 된다. 만약, 코드의 값이 존재하지 않는 부분의 값은 "0"을 추가하는 것을 기본으로 한다. 확인코드를 제외한 나머지 항목들의 기본 구성은 표 2와 같다.

수자원시설물은 현재 사용 중인 수치지도의 분류방법과 지금까지 담당부서에서 관리하고 부여하는 코드체계를 최대한 반영하여 부여하도록 하였다. 또한, 체계적인 수자원시설물의 통합 관리 체계 구축을 위해 기존에 제시된 수자원지리정보 실행계획에서 제시한 표준화 기반으로 수자원시

설물 코드의 일원화하여 활용할 수 있는 체계를 제시하였다. wRFID는 총 8개의 필드로 구성되어 있으며, wRFID 확인 및 버전과 28자리의 문자와 숫자의 조합으로 표현된다. 확인 버전 w0의 2자리릿수를 포함하여 총 30자리릿수로 구성된다. wRFID는 관리 부서별로 따로 관리하는 지형지물 DB를 통합할 수 있는 기반을 제공하여 정보의 상호 운용성을 갖게 하며, 독립적으로 관리되는 DB 사이에는 동일 시설물에 대한 정보를 중복 입력하지 않으므로 정보의 일관성을 유지하게 되며, 정보 수집과 입력이 필요한 경우 비용절감효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

표 1. 수자원시설물의 분류

구분	시설물 분류	구분	시설물 분류
하천제방	하천제방, 제방호안	상수도시설	정수장, 배수지, 가압장, 취수장
하천부속물	부속물	농업수리시설	저수지, 배수장, 집수암거, 보, 양배수장, 양수장, 관정
하천자원	하천연안구역, 하천예정지, 폐천부지, 고수부지, 인허가, 홍수범람구역	관측시설	홍수예경보, 국가지하수관측소, 수위관측소, 수질관측소, 우량관측소, 기상관측소
하천관련	지형시설물명, 현하천, 하천중심선, 횡단측점, 하천경계, 하천표석, 하천부속물명	환경기초시설	하수종말처리장, 분뇨처리장, 축산폐수처리장, 산업폐수처리장
댐	발전용댐, 다목적댐, 농업용댐, 용수전용댐		

표 2. wRFID 구분

구분	필드명	내용
①	수자원시설물	·수자원시설물의 분류 체계 ·수자원 지리정보의 지형지물 기반
②	관리부서	·수자원시설 관리 담당 부서 ·수자원시설물의 분류 및 부서별 분류기준
③	일련번호	·일정구역 내부의 동일 지형지물 분류 ·입의 지역 표본 조사 및 분석
④	위치정보	·수자원시설물의 위치정보 표시 ·초단위 격자 식별자 선정
⑤	고도정보	·수자원시설물의 고도정보 표시 ·3차원 수자원시설물 표현방법
⑥	속성 프래그	·수자원시설물의 다른 정보의 유무 ·다른 DB의 연결 및 추가 속성정보
⑦	오류확인	·ID의 전송오류 확인 및 신뢰성 판단 ·기존 국내의 사례분석

본 연구에서는 수자원시설 내부 부착용/시설물 설비 부착용으로 사용할 수 있는 태그를 적용하기 위하여 현재 시판되고 있는 태그를 조사 분석하여 적용할 수 있도록 하였다. 비교 분석은 Label tag, PVC tag, Lundury tag, Metal tag에 대해 수행하였으며, 수자원시설 적용성과 도입비용 등을 종합적으로 검토하였다. 검토결과 인식거리, 금속면 부착 가능성, 도입비용, 방수처리 등에서 우수하게 분석된 Lundury tag를 선정하여 RFID 기반 수자원시설 점검관리가 수행할 수 있도록 하였다.

표 3. RFID 태그 비교 분석

종류	규격	장단점	적용분야	Range	단가	이미지
Label Tag	-Gen2 -UHF(900MHz)	가격이 저렴하나 훼손가능성이있음 방수안됨	재고 및 자산관리 (종이박스 등)	1~1.5m 이동형리더 기준	400~500원 (10만개 이하)	
PVC Tag	-Gen2 -UHF(900MHz) -Size:86 x 54(mm)/2.7T	7도이상열에어함 금속면 부착시 인식률 저하	출입통제용으 로 패용	1~1.5m 이동형리더 기준	600~800원 (10만개 이하)	
Lundry Tag	-Gen2 -UHF(900MHz) -Operation temperature : -40℃~150℃	금속면에 활용가능, 고리형태 제작가능	철도청등 자산관리	0.4~1m 이동형리더 기준	800~900원 (10만개 이하)	
Metal Tag	-Gen2 -UHF(900MHz) -Operation temperature : -30℃~200℃	금속면 부착가능 가격이 높음	피부착물이 금속면인 전분야	3m(고정형리더) 1m(이동형리더)	2,000~3,000 (10만개 이하)	

기존 수자원시설 점검관리 업무체계를 유비쿼터스 기술인 RFID 적용함으로써 보다 효율적인 업무가 수행될 수 있도록 지원이 필요하다. 이에 따라, 본 연구에서는 RFID 적용을 통하여 수자원시설 관리업무를 정의하였으며, 체계적인 업무수행이 가능하도록 3단계로 구분하여 업무처리 방식을 정의하였다. 업무처리 단계는 RFID 태그 발급 및 부착 단계, 시설물 정보조회 및 수정 단계, 효율적인 시설물 관리 단계로 구분된다. RFID를 이용한 시설물관리용 H/W, S/W 구성은 지역관리자, 현장작업자, 공사연계시스템으로 구성하여 응용, 관리, 통신 분야가 유기적으로 연계되어 시설물 관리에 체계성 확보가 가능할 것으로 판단된다. RFID 기반 시설물점검관리 업무 프로세스는 그림 3과 같다.

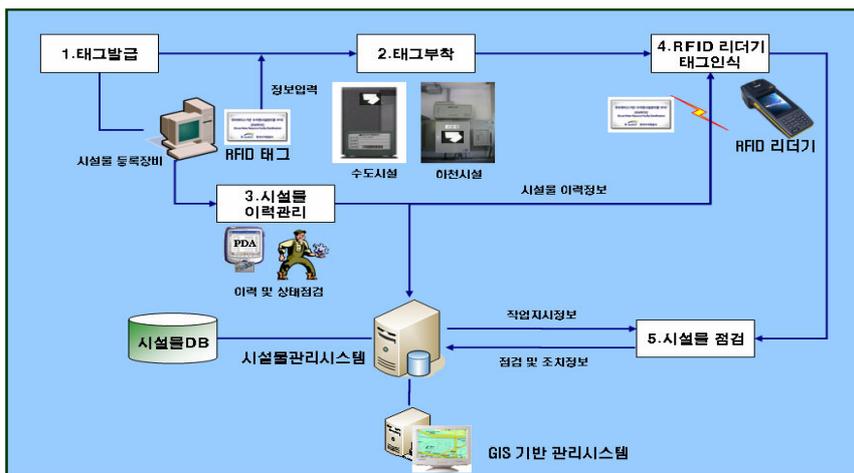


그림 3. RFID 기반 시설물관리 업무프로세스

5. 결 론

수자원시설의 체계적인 관리 기법 개발을 위하여 유비쿼터스 기술인 RFID 적용을 검토하였으며, RFID를 현장에 적용하기 위하여 수자원시설에 대하여 표준코드를 정립하였으며, 정립한 표준코드는 RFID 메모리 총 96bit 중 Header 8bit, 용도(수도, 수자원)정보 8bit, 태그일련번호 32bit, 국가코드 16bit, 관리구역코드 32bit으로 구성하여 향후 다양한 시설에 확대 적용시 표준코드를 활용이 가능하도록 하여 관리 기법의 고도화를 달성 할 수 있도록 하였다. 또한, 수자원시설 이력관리 구축을 위하여 wRFID 현장에 적용하고, RFID 리더기를 이용하여 시설물의 이력관리 시스템과 연동하여 체계적인 시설관리 기반을 구축하였다. 이를 통해 기존 대장으로 관리되어온 시설물의 이력관리 체계를 유비쿼터스 시스템을 도입을 통하여 체계적이고 효율적인 업무수행이 가능하게 되었다. 이로써, 시스템을 통해 관리되는 시설물의 이력정보를 활용하여 설비 교체주기, 통계자료 조회, 예산 반영 계획수립 등의 업무에 즉시 적용이 가능할 것으로 판단된다. 나아가, 유비쿼터스 기술을 이용하여 체계적이고 지능화된 시설물 관리체계 구축은 관리기술의 선진화 및 효율성을 향상시켜 줌으로써 공사 기술경쟁력 강화에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김영만, "센서 네트워크 미들웨어 구조 및 연구 현황," 한국정보과학회지, 제 22권 제 12호 통권 제 187호, 2004.
2. 박승창, 남상엽, 류영달, 이기혁, 김완석, "유비쿼터스 센서네트워크 기술", pp. 42-210, 2005.
3. 박승창, "스마트 홈을 위한 근거리 u-IT 영역의 태그 서비스", EIC IT리포트, 2004.
4. 전자신문사, "2005 유비쿼터스 백서", pp. 42-648, 2005.
5. 한국수자원공사, "유비쿼터스 전략계획(USP) 수립", 2007.
6. Robert N. Johnson, "Defining the Core Features of Smart Sensors to Facilitate Brader Adoption", Sensors Expo, Chicago, 2003.