

지방자치단체 지하시설물 관리를 위한 지능형 상·하수도 관리시스템 연계 활용방안 연구

A Study on the Intelligent Water and Sewer Management System for Managing Urban Underground Facilities by Ubiquitous Computing Technology

김정훈¹, 조춘만², 한재일³, 이미숙⁴, 오효경⁵

Jung Hoon Kim¹, Chun Man Cho², Jay Il Han³, Mi Sook Yi⁴, Hyo Kyung Oh⁵

1. 국토연구원 국토정보연구센터 연구위원 Geospatial Information Research Center, Korea Research Institute for Human Settlements
2. 국토연구원 국토정보연구센터 책임연구원 Geospatial Information Research Center, Korea Research Institute for Human Settlements
- 3.5 국토연구원 국토정보연구센터 연구원 Geospatial Information Research Center, Korea Research Institute for Human Settlements

요약

최근 들어 U-City 구축 사업을 수행하고 있는 대다수의 지자체에서는 U-City건설지원법에서 규정하고 있는 U-도시기반시설의 서비스 모델을 정립하고 체계화 하기위해 노력하고 있다. 그 중 공간정보 수요가 높은 도로, 상·하수도 시설물은 국토해양부의 주관하에 90년말부터 현재까지 매칭펀드 사업을 통해 DB 및 시스템을 구축하도록 유도해 왔다. 그러나 정부차원의 이러한 사업이 지자체 지리정보 담당부서와 지하시설물 관리 담당 공무원을 중심으로 단순히 공간정보의 조회 및 편집차원에서 추진되고 있어 데이터의 활용에 대한 한계가 발생하고 있다. 본 연구는 국토해양부에서 주관하고 있는 '지능형 도시 지하시설물 관리 기술 개발' R&D 사업을 통해 이러한 한계를 극복하고 기존 상·하수도 단위시스템에서 제공하는 조회 및 편집기능이외에도 USN 및 RFID를 적용하여 활용할 수 있는 지능화된 지하시설물 관리업무를 도출하고, 기존 상·하수도 단위시스템과의 연계 모델을 제시하고자 한다.

1. 서론

가. 연구배경

최근 U-City 사업을 추진중인 지자체에서는 RFID/USN(Ubiquitous Sensor Network)을 이용하여 기반 인프라 및 신규 지하시설물통합관리시스템 구축에 중점을 두고 추진 중이다. U-City건설지원법에서 규정하고 있는 U-도시기반시설물 관리업무는 USN 및 RFID를 활용하여 실시간으로 시설물 모니터링 정보를 제공하고 안전사고 예방 및 보

다 빠른 대처가 가능하도록 지원하는 것이다. 그러나 지하시설물은 지하공간이라는 설치환경 특성상 다양한 사건사고들이 발생한다. 이에 본 연구에서는 인터넷 포털사이트인 2007년 5월 이전까지 NAVER 뉴스 기사검색에 제공되는 다양한 뉴스 및 관련 기관의 사건사고 관련 자료를 기반으로 시설물별 사건사고 현황을 조사했다. 그 결과 상수도 104건, 하수도 27건의 안전사고가 발생하였음을 알 수 있었다. 각 시설물 별로 사건사고 유형을 살펴보면 상수도의 경

우 전체 104건의 사고 중 관로 파열에 의한 사고가 81건, 밸브 파손 3건, 부속시설 파손 1건, 오염 6건, 기타 13건이며, 하수도의 경우 전체 27건의 사고 중 오염에 의한 사고가 14건, 질식사 2건, 기타 11건의 사건사고가 발생하였음을 알 수 있었다. 자세한 사항은 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 최근 지하시설물 사건사고 현황

구분	유형	건수	사고 내역
상수도	관로 파열	81	안동 상수도관 파열로 5천 가구 단수
	밸브 파손	3	상수관 밸브 파열 가족 심여채 침수
	부속시설 파손	1	상수도관 이설 후 고무 패킹 이상으로 사고 발생
	오염	6	하천 상수원 바이러스 검출
	기타	13	부실공사로 인한 침수피해
하수도	오염	14	도로 포장용 유화제 무단 방류
	질식사	2	하수관 공사업체 공사인부 3명 질식사
	기타	11	국지성 소나기로 맨홀작업 인부 사망

출처 : NAVER 뉴스기사 검색

기존 지자체에서 운영중인 단수 조회, 검색 기능 위주의 상·하수도 단위업무시스템으로는 <표 1>에서 정리한 안전사고 유형에 대처하기 어렵고, 현재 일부 지자체에서 고려하고 있는 RFID/USN(Ubiquitous Sensor Network) 기반의 지능화된 지하시설물 관리업무도 지자체의 실무기반 수요보다는 일부 센서네트워크 기술의 실용화 가능여부에만 초점이 맞추어져 있다.

현재 운영되고 있는 대표적인 지자체 지하시설물관리 시스템으로는 상·하수도 범용시스템과 지하시설물통합관리시스템을 들 수 있다. 상·하수도 범용시스템은 지자체에서도면 및 문서로 관리하고 있던 자료들을 전산화하여 시설물 위치관리 및 대장관리를 할 수 있도록 지원하는 시스템이며, 지하시설물통합관리시스템은 지자체 상·하수도 시설물 이외에도 유관기관에서 관리하고 있는 다양한 지하시설물을 조회할 수 있는 시스

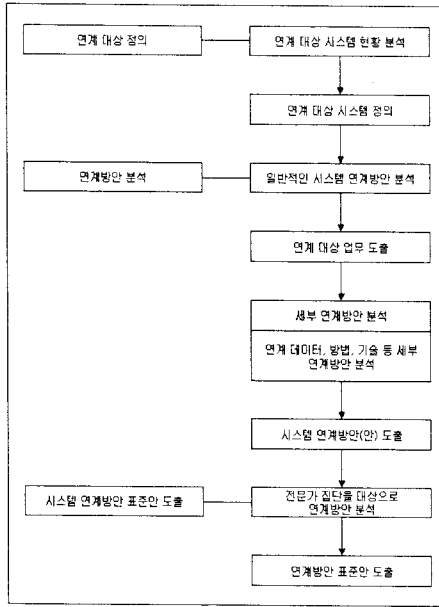
템이다. 하지만 이들 시스템은 대부분 단수도면정보를 바탕으로 지하시설물 위치관리 및 대장관리만을 지원하여 업무 전반을 지원하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 문제점과 함께 이러한 최근 USN 및 RFID 등 새로운 기술의 등장으로 지하시설물 관리 지능화에 대한 요구가 증가하고 있다.

나. 연구목적

본 연구에서는 지능형 상·하수도 관리를 위한 USN/RFID 적용 및 활용가능 업무를 도출하고 연계 대상 시스템을 정의한 후 각 시스템에 대한 개요, 업무, 기능, 데이터 등을 분석하여 연계·활용 방안을 도출하고자 한다. 이를 기반으로 지하시설물 관리 지능화 및 지자체에서 시스템 연계에 소요되는 시간 및 비용을 절감하고 데이터 공유를 통한 자료의 표준화를 실현하여 실질적인 행정업무 생산성을 향상하고자 한다.

다. 연구방법

본 연구에서는 연계·활용 방안 도출을 위하여 첫째, 연계 대상 정의를 통해 연계 대상 시스템 현황을 분석하여 연계 대상 시스템을 정의하였다. 둘째, 연계 방안을 분석을 통해 연계 방법을 정의하고 대상 업무를 도출하였으며 세부 연계 방안을 제시하였다. 셋째, 전문가 집단의 연계 방안 검증을 통해 연계 표준안을 도출하고자 한다. 관련 지하시설물 관리시스템 현황은 중앙 부처별로 실제 구축하여 운영하고 있는 시스템의 설계보고서를 참조하여 조사하고 시스템의 물리적 아키텍처, 데이터, 업무 및 기능 등을 분석하여 연계 대상 업무 및 기능, 세부 데이터 등 연계방안을 도출한다. 이를 기반으로 내부 전문가 검증작업을 수행한 후 표준화된 연계방안을 도출한다. 상세한 연구 방법은 다음 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구흐름도

2. 주요 연구내용

가. 연계 대상 정의

2007년 12월말 기준으로 상·하수도의 수치지도 구축물량은 131,513km로 전체 지자체 중 50여개 지자체가 수치지도 전산화를 수행하고 있으며 이는 전체 수치지도화 대상물량의 약 82%에 달한다. 지자체와 국가가 매칭펀드 형식으로 투입된 예산도 316,756백만원에 이른다.¹⁾

<표 2> 상·하수도 시설물 전산화 현황

시설물	수치지도화 대상물량	지하시설물 수치지도 구축 현황			
		길이 (km)	%	비용 (백만원)	대상면적 (km ²)
상수도	85,655	74,445	86.9	181,799	8,275
하수도	73,470	57,068	77.7	134,957	6,084
계	159,125	131,51	82.3	316,756	14,359

출처 : 2007GIS구축현황, 2007, 건설교통부

현재 환경부 및 국토해양부 등 국가 중앙부처에서 운영중인 상·하수도 업무 관련

1) 2007GIS구축현황, 국토해양부

시스템 현황을 공간정보와 행정정보 기반으로 분류하여 조사하였다. 그중 시스템 설계 보고서 분석결과 지능화된 지하시설물 관리 효율화를 위한 연계 대상 시스템은 상·하수도 범용시스템과 지하시설물통합관리시스템으로 판단된다.

<표 3> 상·하수도 업무 관련 시스템 현황

구분	공간정보 기반 시스템	행정정보 기반 시스템
지자체	상수도 상수도범용시스템, 인트라넷시스템, 지하시설물통합관리시스템, 도로굴착복구시스템	민원행정시스템, 수도요금관리시스템, 공사대장관리시스템, 급수관리시스템, 전자결재시스템
	하수도 하수도범용시스템, 인트라넷시스템, 지하시설물통합관리시스템, 도로굴착복구시스템	민원행정시스템, 지적행정시스템, 건축행정정보시스템, 공사대장관리시스템, 전자결재시스템
환경부	상·하수도정보화시스템, e-상·하수도 시스템 구축 중	
국토해양부	지하수정보관리시스템, 수자원관리종합정보시스템, 광역상수도종합정보시스템, 하천 GIS	

상·하수도 범용시스템은 2008년 5월말 기준으로 84개 광역지자체 중 60여개 지자체가 운영 중이다.

<표 4> 상·하수도 범용시스템 구축 현황

운영환경 (개발S/W 기준)	대상 지자체	개수
MapObject/Delphi	서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 인천광역시, 수원시, 안양시, 동두천시, 부천시, 안산시, 화성시, 과천시, 오산시, 이천시, 시흥시, 천안시, 목포시, 여주시, 순천시, 경산시, 포항시, 창원시, 마산시, 양산시, 진해시, 제주시, 서귀포시	26
ArcGIS/VisualBasic	대구광역시, 광주광역시, 울산광역시, 의정부시, 성남시, 광명시, 고양시, 경기도광주시, 구리시, 남양주시, 군포시, 하남시, 청주시, 진주시, 익산시, 김제시, 나주시, 광양시, 김천시, 구미시, 사천시, 김해시	22
Zeus/VisualBasic	대전광역시, 춘천시, 강릉시, 제천시	4
Geomania	원주시, 속초시, 삼척시	3
기타	평택시, 김포시, 공주시, 상주시, 문경시, 영주시	6

지자체에 도입된 상·하수도 범용시스템은 대부분 C/S기반으로 개발되었으며, 개발 S/W를 기준으로 MapObect 기반의 범용시

시스템은 26개 지자체가 도입하였으며, ArcGIS 기반 범용시스템은 22개, 한국통신 데이터의 ZEUS 기반 범용시스템은 4개, Geomania 기반 범용시스템은 3개 등이 도입되었다.²⁾

상·하수도 범용시스템의 주요 기능은 기본기능, 편집기능, 상수도기능, 하수도기능으로 구성되며 지자체의 목적에 맞게 기능을 추가 수정하여 활용할 수 있다.

<표 5> 상·하수도 범용시스템 주요 기능

구분	주요기능
기본기능	화면조작기능, 검색기능, 출력기능, 데이터 변환기능 등
편집기능	편집기능, 편집유선, 편집환경설정기능 등
상수도기능	상수공사, 상수관망시설, 상수부속시설, 수용가시설, 상수통계관리 등
하수도기능	하수공사, 하수관망시설, 하수부속시설, 하수인원, 하수통계, 하수구역 등

상·하수도 범용시스템에서 관리하고 있는 주요한 데이터는 모든 시설물에서 공통적으로 활용되는 수치지형도와 상수도 및 하수도 시설물 데이터, 지자체에서 목적에 따라 추가적으로 관리하고 있는 기타 데이터로 구분할 수 있다.

<표 6> 상·하수도 범용시스템 주요 데이터

구분	주요 데이터
기본데이터	색인도, 기준점, 표고점, 등고선, 행정구역경계, 행정읍/면/동, 법정읍/면/동, 건물, 기호건물, 지형지번, 철도, 당장, 해양경계, 전주, 기타정형시설, 지류, 하천
시설물데이터	상수도 급수관로, 스탠드파이프, 변류시설, 유량계, 수압계, 신축관설, 수원지, 취수장, 가압장, 배수지, 정수장, 상수맨홀, 급수전계량기, 저수조 등 하수도 하수연결관, 우수토실, 토구, 역사이편, 우수지, 환기구, 하수처리장, 하수펌프장, 측구, 하수맨홀, 물받이, 우수지 등
기타데이터	수압측정구, 상수관말, 지수전, 청소구, 원격제어함, 보조관로, RFID시설, 계측기, 관정 등

지하시설물통합관리시스템은 정보의 공유를 위하여 Web기반으로 시스템이 구축되었으며 지하시설물 특성상 정보의 보안을

위하여 VPN³⁾망을 사용한다. 2007년 기준으로 자체 조사결과 84개 광역지자체 중 약 30여개 지자체가 도입·운영 중이며 주요 기능은 다음 <표 6>과 같다.

<표 7> 지하시설물통합관리시스템 주요 기능

구분	주요기능
기본기능	지도관리, 레이어관리, 범례, 출력기능, 공간검색, 위치검색,
시설물정보관리기능	상수도, 하수도, 전기, 가스 통신 등 시설물 검색 및 조회기능
지형단면분석	2차원 지형단면 분석, 연속 횡단면도 분석, 입체 횡단면도 분석
기타기능	그리기, 관심영역관리, 게시판, 시스템 통계, 데이터관리

지하시설물통합관리시스템에서 관리하고 있는 데이터는 건교부 '도로기반시설물통합관리에관한지침'에서 표준안을 제시하고 있으며 지자체의 특성에 맞게 이를 기반으로 커스터마이징하여 사용하고 있다. 주요 데이터들은 지자체에서 관리하고 있는 상수도 및 하수도 관련 시설물 데이터와 각각의 유관기관에서 관리하고 있는 전기, 통신, 가스, 난방, 송유관 시설물 데이터로 세부 항목은 다음 <표 8>과 같다.

<표 8> 지하시설물통합관리시스템 주요 데이터

구분	주요 데이터 ⁴⁾
상수도	상수맨홀, 상수관, 상수터널, 상수밸브(제수밸브, 역지밸브, 이토밸브, 배기밸브, 감압밸브, 안전밸브), 소화전, 급수탑
하수도	하수맨홀, 하수관거(암거), 하수관거(개거)

지능형 상·하수도관리시스템은 UFSN⁵⁾을 기반으로 시설물을 실시간으로 모니터링하여 유지관리 효율화 및 재난재해 방지를 지원하는 시스템으로 본 연구를 통하여 구

- 3) VPN(Virtual Private Network) : 공중통신망 상에서 논리적인 회선을 설정해 안전한 통신을 할 수 있도록 하는 네트워킹 기술로 국가정보원에서 보안성 인정(K4E)
- 4) 지하시설물통합관리시스템의 주요 데이터는 건교부가 제시한 '도로기반시설물정보통합관리에 관한 지침'을 준용하여 작성함
- 5) UFSN(Underground Facility Sensor Network) : 지하시설물 관리를 위한 센서 네트워크

2) 2007 TTA S/W 품질인증현황 참조재구성, TTA

축되어야 하는 목표 시스템이다.

지능형 상·하수도관리시스템은 다양한 시스템과의 연계 및 통합이 용이하도록 SOA기반 아키텍처를 활용하여 구축할 예정이며 주요 기능과 데이터는 다음과 같다.

<표 9> 지능형 상·하수도관리시스템 주요 기능(안)

구분	주요기능
기본기능	로그인, 게시판 기능
시스템 관리기능	사용자관리, 센서관리, 기본도관리, 레이아웃 관리, 시설물도관리, 센서이력관리 등
GIS 기능	기본기능, 부가기능, 주제도, 통계차트 등
시설물정보조회	기본정보, 사진정보, 영역별검색 등
상수도시설관리	상수관거 및 상수도 시설 모니터링
하수도시설관리	하수관로 및 하수도 시설 모니터링
기타기능	알람기능

<표 10> 지능형 상·하수도관리시스템 주요 데이터(안)

구분	주요 데이터
기본 데이터	색인도, 기준점, 표고점, 동고선, 행정구역경계, 행정읍/면/동, 법정읍/면/동, 건물, 가호건물, 지형지반 등
시설물 데이터	상수도 하수도 등 기본 시설물 데이터
센서 데이터	상수도 상수관로 : 누수/균열, 부식정도 유량계 : 유량, 파손/누수/부식여부 급수전계량기 : 사용량, 이상유무, 온도 상수, 급수, 저수조 수질 등
	하수도 하수관거 : 부식, 누수/균열, 유량, 토사퇴적량, 악취 맨홀 : 균열, 마모/부식, 침하/함몰, 유실유무 물받이 : 균열, 토사유무, 침하/함몰, 유실유무 유입수/방류수 수질 등
기타 데이터	시스템 관리 및 기타 업무를 위한 데이터

나. 연계 방안 분석

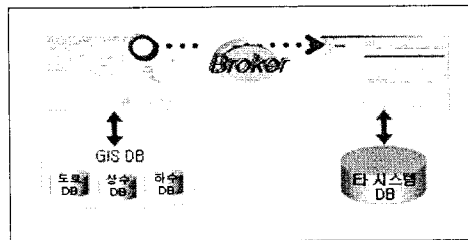
기존 지하시설물 관리시스템과 지능형 상·하수도관리시스템 연계방안 도출을 위하여 일반적인 시스템 연계방법을 분류하였다. 본 연구의 목적에 따라 시스템 연계 모형을 2가지로 구분하여 일반적인 시스템 연계방안을 활용한 세부 연계방안 수립하였다. 일반적인 시스템 연계방법을 정리하면

다음과 같다.

<표 11> 일반적인 연계 방법 분류

구분	개념	전제조건	적용사례
Interface 연계	가장 이상적인 구조	동일 운영/개발 환경이 아니더라도 미들웨어 필요	GIS 시스템과 민원행정시스템
DB Link 연계	연계 대상 DB에 직접 접근하여 데이터 조회하는 방법	같은 DB 사용하거나 접근권한이 부여한 경우에만 가능함	GIS 시스템과 토지관리정보체계
DB Replication 연계	연계 대상 DB를 주기적으로 복제하여 통합 운영하는 방법	접근권한이 부여 및 배치작업을 위한 프로그램 작성	GIS 시스템과 새주소관리시스템
File Exchange 연계	연계 대상 데이터를 파일형태로 Import/Export하는 방법	파일로 제공 시 표준포맷에 대한 통일이 필요함	GIS 시스템과 지하시설물통합관리시스템

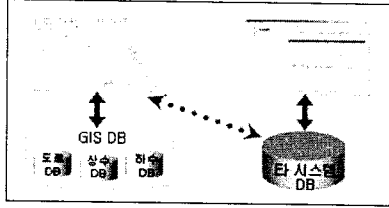
Interface 연계방법은 가장 이상적인 연계구조로서 시스템별로 연계가 가능한 별도의 기능(Interface)을 개발하여 상호 연계하는 방법이다. 이 방법은 동일 운영/개발환경의 경우 가능하나 그렇지 않으면 별도 연계를 위한 미들웨어(broker)가 필요하다. 연계 수행시 연계대상 시스템에서도 연계정보를 받을 수 있도록 기능을 개발하여야 한다는 단점이 있으나 시스템간의 결합력이 낮고, 업무부하에 따른 분산기능이 가능한 장점이 있다. 지자체에서는 상·하수도 범용시스템과 시군구 행정정보시스템 및 세외수입정보시스템과의 연계에서 Interface 연계방법을 활용하고 있다.



<그림 2> Interface 연계 방법

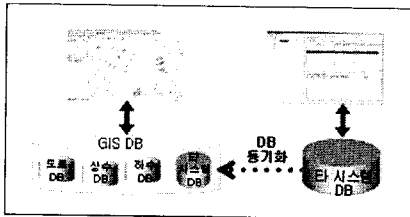
DB Link 연계는 해당 시스템에서 연계 대상 데이터베이스에 직접 접근하여 원하는 정보를 조회하는 방법으로, 같은 DB를 사용하거나 접근권한이 부여가 가능한 경우에만 가능한 방법이다. 지자체에서는 상·하수

도 범용시스템과 토지관리정보체계가 동일한 DB를 사용하고 있어 DB Link 방법을 통하여 연계를 수행하고 있다.



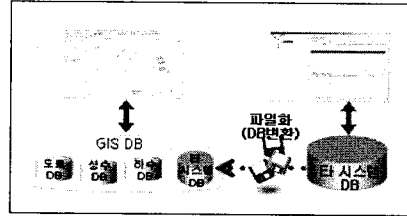
<그림 3> DB Link 연계 방법

DB Replication 연계는 연계 대상 데이터베이스를 해당 시스템에 주기적으로 복제하여 연계대상 정보와 해당 시스템의 정보를 통합하여 운영하는 방법으로 연계 대상 데이터베이스에 대한 접근권한이 있거나 배치작업을 위한 프로그램이 별도로 존재할 경우에 활용 가능한 방법이다. 지자체 상·하수도 범용시스템과 새주소관리시스템, 지하시설물통합관리시스템과의 연계 시 DB Replication 연계방법을 활용할 수 있다.



<그림 4> DB Replication 연계 방법

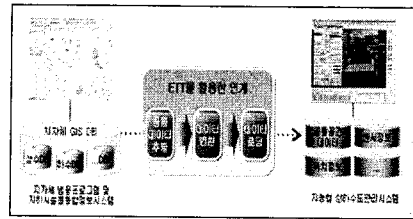
File Exchange 연계는 연계 대상 데이터베이스의 내역을 파일화하고 이를 해당 시스템 DB에 가져오기 및 내보내기하여 데이터를 연계하는 방법이다. 이 방법은 사용자가 연계를 위하여 수작업을 해야 하는 방법으로 연계 대상 데이터베이스에 접근이 불가능할 경우 주로 활용하며 파일의 표준 포맷이 동일해야만 활용 가능한 방법이다. 지자체의 지하시설물통합관리시스템에서 지자체의 데이터와 유관기관 데이터를 통합·연계하기 위하여 File Exchange 방법을 활용할 수 있다.



<그림 5> File Exchange 연계 방법

1) 시스템 연계모형 1

시스템 연계모형 1은 UFSN을 통하여 실시간으로 업데이트되는 데이터를 활용하여 지자체 지하시설물 관리 업무에 활용하는 모형으로써 지능형 상·하수도 관리시스템이 상·하수도 범용시스템, 지하시설물통합관리시스템 등 기존 지하시설물통합관리시스템으로 연계되는 모형이다. 세부 연계 방안, 연계 업무 및 기능, 데이터는 다음과 같다.



<그림 6> ETL을 활용한 연계모형

시스템 연계모형 1은 기 구축된 다양한 기반 시설물 정보를 지능형 상·하수도관리시스템에서 기반 정보로 활용하기 위한 목적으로 연계를 수행하므로 본 연계를 위해서는 ETL을 활용한 DB Replication 연계를 수행한다. ETL (Extraction, Transformation, Transportation)란 다양한 시스템으로부터 필요한 데이터를 추출하여 변환작업을 거쳐 원하는 시스템으로 전송, 적재하는 것으로, 이를 활용하면 연계 대상 시스템인 기존 지하시설물통합관리시스템에서 정해진 스케줄에 의하여 자동으로 지능형 상·하수도관리시스템 DB에 전송, 적재할 수 있다. 이런 일련의 연계과정의 수행 빈도는 지자체의 특성에 따라 자유로이 설정할 수 있어 효율성이 높으나 자료교환을 위

한 표준 데이터 형식 및 공유자료 항목 정의, 좌표계 일치 등이 전제 되어야 손쉬운 연계가 가능하다.

지능형 상·하수도관리시스템에서 기존 상·하수도관리시스템과 연계 가능한 기능은 크게 기본 수치지형도 및 시설물 일반 정보를 조회하는 기능과 시스템 관리를 위한 기능으로 구분할 수 있다. 수치지형도 및 시설물 일반정보 조회 기능은 지하시설물 관리 업무 담당자 및 지자체 다양한 업무를 수행하는 일반 사용자들이 모두 활용하는 기능이다. 시스템 관리 기능은 기본도 관리 및 시설물도 관리 등 기반 지리정보를 관리하는 업무를 담당하는 시스템 관리자가 활용하는 기능이다. 세부 연계 기능 내역은 다음과 같다.

<표 12> 연계 기능(예시)

구분	기능	
시스템 관리자기능	기본도 관리	기본도 등록
	시설물도 관리	시설물도 등록
사용자 기능	시설물정보	기본정보 조회
	상수도 관리	상수도 정보조회
	하수도 관리	하수도 정보조회

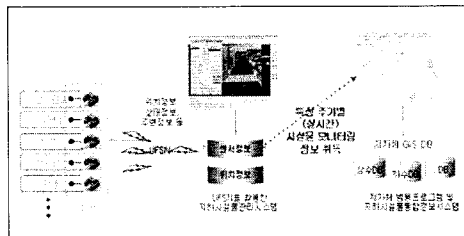
지능형 상·하수도관리시스템에서 기존 지하시설물통합관리시스템과의 연계를 통하여 기반으로 사용해야하는 공통공간데이터를 추출하기 위하여 건교부에서 제시한 도로기반시설물정보통합관리에관한지침에 정의된 데이터 항목과 이를 기반으로 지하시설물통합관리시스템을 구축한 지자체의 시스템분석서, 지자체 공간데이터웨어하우스에서 관리하고 있는 공통공간정보를 분석하였다. 지하시설물통합관리시스템 구축을 수행한 지자체의 경우 11개의 지자체를 기준으로 시스템분석서를 분석, 도시의 특성 및 GIS 정보화 현황에 따라 4개 지자체를 선별하였다. 연계 대상 데이터인 공통공간정보(안)는 상수도가 15개 시설물, 하수도가 16개 등 시설물별 다양한 데이터가 도출되었다. 세부 연계 데이터(안)는 다음과 같다.

<표 13> 시스템 연계모형 1 연계 데이터(안)

구분	공통공간정보(안)	건교부 훈령	서울	울산	창주	파주	대전
상수도	상수맨홀	○		○	○	○	○
	상수관	○	○	○	○	○	○
	상수터널	○				○	
	제수밸브	○		○		○	
	역지밸브	○				○	
	이토밸브	○				○	○
	배기밸브	○	○		○		○
	감압밸브	○				○	
	안전밸브	○				○	
	유량계					○	
	소화전	○	○	○	○	○	○
	급수탑	○	○	○	○	○	○
	급수관로			○			
수도계량기					○		
하수도	하수맨홀	○	○	○	○		○
	하수관거(암거)	○	○	○	○		○
	하수관거(개거)	○					
	연형하수관거						○
	하수연결관			○			○
	측구			○			○
	물받이			○			○
	역사이편						○
	하수펌프장						○
	유수지						○
	하수처리장						○
	배수분구건물						○
	처리분구						○
우수토실						○	
배수구역						○	
처리구역						○	

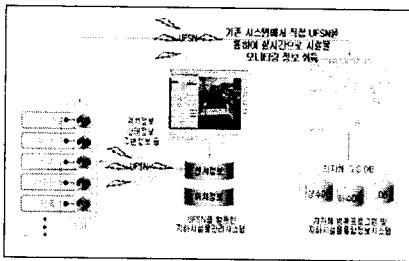
2) 시스템 연계모형 2

시스템 연계모형 2는 시스템 연계모형 1과 반대로 지능형 상·하수도관리시스템의 실시간 UFSN 활용 모니터링 정보를 상·하수도 범용시스템과 지하시설물통합관리시스템에서 가져다 쓰는 모형으로 두 가지의 연계방법이 있을 수 있으며 다음과 같다.



<그림 7> DB Access를 활용한 연계 모형

DB Access활용한 연계모형은 기존 지하 시설물통합관리시스템에서 지능형 상·하수도관리시스템의 DB에 직접 접근하여 UFSN을 통해 제공되는 실시간 시설물 모니터링 정보를 조회하는 방법이다. 기존 지하시설물통합관리시스템의 사용자가 실시간 시설물 정보조회를 원할 경우에만 지능형 상·하수도관리시스템의 데이터를 조회할 수 있는 방법으로 실시간으로 데이터를 조회하는 것과는 차이가 있다. 비교적 손쉬운 방법으로 기존 지하시설물통합관리시스템에서는 UFSN을 통한 실시간 시설물 정보를 조회할 수 있는 기능만을 별도로 개발하면 되지만, DB가 동일하거나 지능형 상·하수도관리시스템에서 기존 지하시설물통합관리시스템에게 접근권한을 부여할 경우에만 연계가 가능하다.



<그림 8> 기존

지하시설물통합관리시스템에서 실시간으로

UFSN 데이터 취득 모형

기존 지하시설물통합관리시스템에서 실시간으로 UFSN을 활용한 시설물 정보를 취득하는 방법은 지능형 지하시설물통합관리시스템과의 연계가 필요 없이 기존 지하시설물통합관리시스템에서 UFSN을 활용할 수 있는 별도의 기능을 추가로 개발하여 실시간 시설물 정보를 받는 방법이다. 이 방법은 기존 지하시설물통합관리시스템에서도 실시간으로 시설물 정보를 바로 확인할 수 있는 장점이 있으나 UFSN을 활용할 수 있는 별도의 기능을 추가 개발해야 하기 때문에 비용이 많이 들며, 지능형 상·하수도관리시스템과의 중복성이 높다는 단점이 있다.

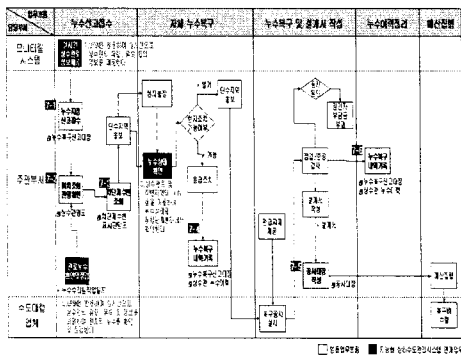
시스템 연계모형 2의 연계대상 업무를 분석하기 위해 지자체 상·하수도 전체 정보화 업무를 도출하고 도시 및 구도시 등 지자체의 특성, 인구수, GIS 도입 현황을 중심으로 한 정보화 수준을 고려하여 광주광역시, 익산시, 구리시, 과천시, 김해시 등 5개 분석대상을 선정하였다. 상·하수도 범용시스템에서 분석한 업무 및 지자체에서 범용시스템 도입시 커스터마이징 한 업무를 분석하여 지자체 전체 정보화 업무를 도출한 후 시스템 도입 시 구축한 업무분석 자료를 기반으로 연계 가능업무를 도출하였다. 상수도의 경우 수도정비기본계획수립업무, 상수도시설 신설공사, 상수도시설 갱생 및 교체공사 등 총 17개의 업무에 대하여 정보화가 진행되었으며 하수도의 경우 하수도정비기본계획, 하수도 신설공사, 하수관망 보수 및 정비, 배수설비 설치허가관리 등 총 14개의 업무에 대하여 정보화가 진행되었다. 상·하수도 범용시스템 도입을 통한 정보화는 업무 전체 영역에 대한 정보화가 아닌 시설물 위치 및 대장 조회, 편집 등 시설물관리 부문의 정보화로 국한된 것을 알 수 있었다.

<표 14> 연계 가능 업무 도출

구분	지자체 상·하수도 업무	범용 기본 설계	광주	과천	구리	김해	익산
상수도	수도정비기본계획수립	○	○	○	○	○	○
	상수도시설 신설공사	○	○	○	○	○	○
	상수부속시설 신설공사	○	○	○	○	○	○
	상수도시설 갱생 및 교체	○	○	○	○	○	○
	상수관로유지관리(누수복구)	○	○	○	○	○	○
	급수공사	○	○	○	○	○	○
	저수조 시설관리	○	○	○	○	○	○
	정소업신고	○	○	○	○	○	○
	배수지시설관리	○	○	○	○	○	○
	가압펌프장 유지관리	○	○	○	○	○	○
	간이상수도유지관리						○
	노후(시효만료)계량기 교체	○	○	○	○	○	○
	고장계량기 교체	○	○	○	○	○	○
	수질검사					○	○
상수도 사용료 관리		○					
정수장시설관리	○	○	○	○	○		

구분	지자체 상·하수도 업무	영용 기 설 계	영 주	과 천	구 리	김 해	의 산
	수원지/취수장 유지관리	○	○	○	○	○	○
하수도	하수도정비기본계획	○	○	○	○	○	○
	하수도 신설공사	○	○	○	○	○	○
	하수관망 보수 및 정비	○	○	○	○	○	○
	하수관망 청소 및 준설	○	○	○	○	○	○
	배수설비 설치허가관리	○	○	○	○	○	○
	하수펌프장 관리	○	○	○	○	○	○
	하수도 사용료 관리						○
	하천 및 하천시설물 정비			○			
	하천 전용 허가 및 관리			○			
	하천 점용료 관리			○			
	지하수개발이용 신청및변경						○ ○
	지하수개발이용 신고및변경						○ ○
	지하수 개발이용 수질검사						○ ○
하수처리장 시설물유지관리	○	○	○	○	○	○	

지자체 상·하수도 정보화 전체 업무 중 연계 가능 업무를 도출하기 위하여 업무분석자료를 기반으로 범용시스템에서 담당하는 업무와 지능형 상·하수도시설물관리시스템과의 연계 가능한 업무를 그림과 같이 구분하여 분석하였다.



<그림 9> 지능형 상·하수도관리시스템과의 연계업무(예시)

도출된 연계 가능 업무를 기반으로 연계 기능을 도출하였다. 연계 가능 업무는 상수관망 경생/교체공사, 배수지 유지관리, 가압펌프장 유지관리, 하수관망 보수 및 정비, 청소 및 준설 등 시설물 유지관리 업무와 상수도 수질검사 및 사용료 관리, 하수도 수질검사 및 사용료 관리 등 관을 지나는 매체들에 대한 수질검사 및 사용량 관리 업

무가 대부분이었다. 연계 기능의 경우 실시간으로 시설물 및 매체들의 상태정보를 조회하는 기능이 대부분이었다. 세부 연계 업무 및 기능(안)은 다음과 같다.

<표 15> 연계 업무 및 기능(예시)

구분	주요업무	기능(안)
상수도	상수관망 경생/교체공사	실시간 상수관로 정보 모니터링
	상수도 누수복구	실시간 상수관로 정보 모니터링
	급수공사	실시간 급수관로 정보 모니터링
	저수조 관리	실시간 저수조 상태정보 모니터링
	배수지 유지관리	실시간 배수지 시설물 정보 모니터링 실시간 정수사용량 정보 모니터링
	가압펌프장 유지관리	실시간 가압펌프장 모니터링
	계량기 교체	실시간 계량기 모니터링
	수질검사	실시간 수질검사 정보 모니터링
	상수도 사용료 관리	실시간 수도계량기 사용량 및 이상상황 등 모니터링
	정수장 시설관리, 생산관리	실시간 정수장 사용량 모니터링
	하수관망 보수 및 정비	실시간 하수관거 정보 모니터링
	하수관망 청소 및 준설	실시간 하수관거 토사유입량 모니터링
	배수설비 설치허가관리	실시간 하수관거 정보 모니터링
하수도	하수펌프장 유지관리	실시간 하수펌프장 정보 모니터링
	하수도 사용료 관리	실시간 오수관의 사용량 모니터링
	하수처리장 시설물 유지관리	실시간 하수처리장 시설물 정보 모니터링

3. 맺음말

가. 연구 결론

본 연구에서는 연계방안 도출을 위해서 연계 대상 시스템들의 목적 및 특징 등 환경적 정보와, 시스템 운영환경 및 기능, 주

요 관리 데이터 등의 물리적 현황정보에 대한 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 연계 업무 및 기능을 도출하기 위하여 지자체 업무분석 자료 및 설계서를 기반으로 전체 정보화 업무 영역을 도출하였고, 이를 기반으로 연계 대상 업무와 기능을 도출하였다. 또한 연계 데이터 분석을 위하여 상·하수도 범용시스템의 공통관리항목, 지하시설물 통합정보시스템의 관리항목, 지자체 공간정보 데이터웨어하우스에서 관리되고 있는 공통 공간정보 등의 데이터를 분석하여 시스템 별 공통관리항목을 분석, 연계대상 데이터를 도출하였다.

나. 향후 연구과제

본 연구에서는 지하시설물 중 지자체에서 관리하고 있는 상·하수도 시설물만을 대상으로 연계방안을 도출하였다. 향후 연구에서는 유관기관에서 관리하고 있는 지하시설물통합관리시스템과의 연계를 통해 7대 지하시설물에 대한 실시간 시설물관리, 응급상황 대처 기능 등이 추가되어야만 지능화된 지하시설물 관리가 가능할 것이다. 또한 본 연구에서는 시스템 연계를 위한 연계 업무 및 기능, 데이터 항목에 대한 표준안만을 제시하였다. 이를 기반으로 실제 개발을 위한 기반기술, 프로토콜 및 시스템 환경설정, 데이터 교환 포맷 등에 대한 기술적인 표준안 및 연계지침에 대한 연구도 수행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발 사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 지하시설물관리 범용프로그램 개발지침 연구, 2001, 국토연구원
- 최봉문, 임영택, 지방자치단체의 U-City 개발 동향 분석과 개발방향, 한국콘텐츠학회논문지, Vol6, 2006,
- 장기섭, 굴착공사장 가스사고 예방대책, 가스안전공사지, Vol28, 2002
- 지자체GIS통합 및 u-City의 활용방안 연구, 2007, 경원대학교 GIS연구센터
- 범정부 재난관리네트워크 구축 사업계획, 2005, 소방방재청
- 국가재난관리종합정보통신시스템 구축계획, 2003, 한국전산원