

A Study on integrated water management system based on Web maps

Ho Sung Choi*, Jin Young Jung**, Koo Rack Park***

Abstract

Initial prevention activities and rapid propagation conditions is the most important to prevent diffusion of water pollution. If water pollutants flow into streams river or main stream located in environmental conservation area or water intake facilities, we must predict immediately arrival time and the diffusion concentration to the proactive. National Institute of Environmental Research developed water pollution incident response prediction system linking dam and movable weir. the system is mathematical model which is updated daily. Therefore it can quickly predict the arrival time and the diffusion concentration when there are accident of oil spills and hazardous chemicals. Also we equipped with mathematical model and toxicity model of EFDC(Environmental Fluid Dynamics Code) to calculate the arrival time and the diffusion concentration. However these systems offer the services of an offline manner than real-time control services. we have ensured the reliability of data collection and have developed a real-time water quality measurement data transmission device by using the data linkage utilizing a mode bus communication and a commercial SCADA system, in particular, we implemented to be able to do real-time water quality prediction through information infrastructure of the water quality integrated management business created by utilizing the construction of the real-time prediction system that utilizes the data collected, the Open map, the visual representation using charts API and development of integrated management system development based on web maps.

▶ Keyword : web maps ,water quality environment, water quality sensor, integrated water quality management system, prediction system

1. Introduction

유해 화학물질은 산업현장에서 많이 사용되고 있으며, 사고에 의한 누출 시 환경오염에 대한 위험성이 항상 존재하는 요인이다. 저장용기의 파손이나 작업자의 실수에 의한 누출 사고에 의해 유해 화학 물질이 하수관을 통해 하천으로 흘러가 수질오염 피해가 발생하고 있다.

이러한 화학물질의 누출 사고에서는 유해 화학물질의 확산과 존재 유무를 신속하게 확인해야만 유독 화학물질이 누출되었을 때 환경오염을 최소화 할 수 있다.

하천이나 해양에 유독 화학물질이 누출되었을 경우 수질 오염의 정도와 확산을 실시간으로 알기 위한 방법으로는 항공기를 이용하거나 기존에 설치되었던 고정형 수질 측정기를 사용

하여 수질을 측정한다. 하지만 유속이나 기상상태에 따라 확산 속도와 조건이 달라 오염 실태를 파악하기가 어려운 실정이다. 특히, 하천 오염 감시를 위한 원격 수질 감시 체계인 TMS(Telemetering System)은 고정된 위치에서 측정하는 방식으로 사고 지역에 대한 정밀한 측정과 오염의 확산을 추적하거나 발생지역에 대한 역추적은 불가능한 상태이다.

하천이나 해양 오염이 발생했을 때 신속하고 정확한 피해 상황 정보를 획득해야만 사고 초기 대응을 효과적으로 할 수 있다.

2003년 국제인구행동연구소(PAI) 발표 자료에 따르면, 한국은 세계 153개 국가 중 129위로 '물 스트레스 국'으로 분류돼 있으며, 이러한 가운데 최근 정보통신기술을 활용한 물 관리가 미래 사회의 새로운 패러다임으로 주목 받고 있다.

• First Author: Ho Sung Choi, Corresponding: Author Koo Rack Park
*Ho Sung Choi (chs@auri.or.kr). Dept of Computer Science & Engineering, Kongju national university
**Jin Young Jung (jyjung@hit.ac.kr). Dept of Bio information, Daejeon Health institute of Technology
***Koo Rack Park (ecgrpark@kongju.ac.kr). Dept of Computer Science & Engineering, Kongju national university
• Received: 2016. 08. 10, Revised: 2016. 08. 11, Accepted: 2016. 08. 17.

2012년 하천과 지하수 개발 이용, 보전 관리 등을 위한 관리계획을 제수립하는 등 물 공급원에 대한 인식이 증가하고 있으며, 이에 따라 오염원 및 부하량을 예측하고 대비함으로써 수자원의 관리 및 모니터링이 가능한 수자원 통합관리시스템 개발이 절실한 상황이다.

수자원 통합관리시스템은 하천의 수리특성을 반영하는데 한계를 가지고 있다. 국립환경과학원에서는 댐과 가동 보를 연계한 수질오염사고대응예측시스템을 개발하였다. 이 시스템은 매일 갱신되는 수리모델 기반으로 유해화학물질과 유류유출사고 시 도달 시간과 확산농도를 신속하게 예측할 수 있으며 수질오염사고대응예측시스템(Water pollution AccidentResponse Management System: WARMS)에는 도달시간과 확산농도를 계산하기 위해서 EFDC(Environmental Fluid DynamicsCode)의 수리모델과 독성 모델이 탑재되었다. EFDC 모델은 연안, 하구, 호소, 습지, 저수지 등의 유동 및 물질수송을 모의하는 3차원 수치모형이다

이러한 수자원통합관리시스템은 국민들에게 알권리를 충족시켜야 한다는 측면을 고려할 때 여러 가지 문제점을 안고 있다. 수질오염실태에 대한 측정결과가 지속적이고 장기적으로 공개되어 수질환경 정책결과에 대한 설득력 확보에 기대하기에 무리가 있다. 수질환경측정결과의 대국민 서비스가 사용자 환경에 대한 전문성 수준에 미치지 못할 경우 무용지물이 될 것이며 막대한 국가예산을 낭비하는 결과를 초래한다. 국민들은 국가에서 제공하는 정보에 대해 검증할 능력을 가지고 있지 못하며, 또한 수질환경에 대한 지식 역시 부족한 상황이다.

최근에는 무인 항공기, 수중, 수상 로봇을 이용한 환경감시 기술의 개발이 진행되고 있으나 가까운 시일내에 현장에 투입되기 어려운 실정으로 높은 가격과 지속적 운영시간이 짧은다는 단점을 가지고 있다

이러한 시스템들은 실시간 처리보다 직접 현장에서 수질을 검사하여 주별 제공하는 시스템으로 실시간에 매우 미비한 실정이다.

본 시스템에서는 GIS(Geographic Information System)와 수질분석을 통해 실시간 수질원격통합관리시스템을 운영 구축되고 있으며 이를 Web기반의 수질통합관리 시스템 구축을 통해 지도맵과 연동을 통해 실시간 데이터를 수요자들에게 수질정보를 공개하고 원하는 자료를 손쉽게 접근·조회할 수 있도록 시스템을 구현하고자 한다.

II. Water Environment Information Management System

1. USA Water's Environment information Management System

미국 EPA(Environmental Protection Agency)는 1970년대

최초의 RF 개발 연구를 포함하여 GIS기반의 물환경정보 관리시스템 구축을 위한 제반 연구를 40년 넘게 수행하였다. 현재는 미국 EPA 내 OW(Office of Water)에서 WATERS(Watershed Assessment, Tracking & Environment ResultS)를 구축하여 운영 중이다. 미국 EPA OW에서는 TMDLs를 포함하여 물 관리에 관한 다양한 업무를 각 프로그램 단계별로 구분하여 진행하고 있으며, 각 프로그램 단위 DB를 독립적으로 구축하고 있다.

WATERS는 개별 프로그램 단위 DB가 구축되더라도 필요에 따라 GIS 환경을 통해 모든 DB가 연계되도록 설계되어 있어 자료 검색 및 조회를 용이하게 하고, 나아가 다양한 분석 어플리케이션 개발을 통한 업무 자동화도 가능하게 한다.

미국은 수질보호를 목적으로 수질정화법(Clean Water Act, CWA)과 안전식수법(Safe Drinking Water Act, SDWA)에 의거하여 다양한 물환경정보를 의무적으로 수집 관리하고 있다. 특히 수질정화법에서는 목표수질 설정, 수질 모니터링, 수질실태 적합여부 판단, 수질개선 지시 등 TMDLs 실시 및 운영에 관한 사항을 지시하고 있으며, EPA OW에서는 이러한 수질정화법에 근거하여 미국 전역의 수질관리 업무를 책임지고 있다. EPA OW가 수행 중인 수질관리 업무는 크게 4단계로 구분되며, 각 업무 수행 결과는 개별 프로그램 DB에 저장된다. 개별 프로그램 DB에 저장된 자료는 수질관리 실무자에 의해 종합적으로 활용되어야 하는데, 개별프로그램 DB에 산재한 자료를 다양한 경로를 통해 매회 접근하여 검색 및 조회하는 것은 상당히 번거롭고 불편한 일이다. 따라서 EPA OW에서는 여러 DB를 통합 관리하기 위해 GIS 기술을 적용하여 WATERS를 2006년에 개발 및 공개하였고, 모든 자료를 GIS환경에서 연계 활용할 수 있는 체계를 구축하였다. WATERS는 크게 네 가지 구성 요소로 이루어진다. 첫째는 GIS기반 기초 공간자료인 'RF 및 NHD'이고, 둘째는 RF 및 NHD와의 지리참조로 연계된 다수 DB의 연결 정보를 저장하고 관리하는 'RAD(Reach Address Database)'이며, 셋째는 WATERS 내 다양한 프로그램을 통해 개별적으로 구축된 '프로그램 DB'이고, 넷째는 WATERS의 운영 및 모델링 분석 업무 지원을 위해 개발된 다양한 '어플리케이션(applications)'이다. Fig. 1 은 네 가지 구성요소를 포함하는 WATERS의 구조를 개념적으로 나타낸 것이다.

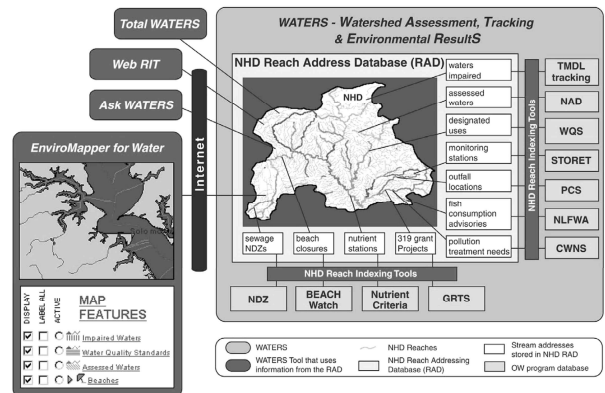


Fig. 1. Step in the U.S. water management business

WATERS는 RF 및 NHD를 중심으로, 여러 프로그램 DB가 연계되어 있으며, 다양한 주제의 물환경정보를 다양한 어플리케이션을 통해 입체적으로 제공한다. RF 및 NHD는 모든 지표수(surface water)의 하천 흐름(stream flow)을 스트림 리치 단위로 구분 및 정의하고, 각 스트림 리치의 고유식별자인 '리치 코드(reach code)' 혹은 '리치 아이디(reach ID)'를 개별 하천구간의 공간주소(spatial address)로 활용한다. 리치 코드는 각 프로그램 DB에 저장된 물환경 관련 이벤트(event) 정보의 공간 인덱스(spatial index) 역할을 수행하게 된다. RIT(Reach Indexing Tools)라는 어플리케이션은 특정 하천 구간 위에 존재하는 이벤트 정보의 검색을 가능하게 하기 위해 모든 프로그램 DB 내 '개별 레코드의 고유식별자'와 '리치 코드'로 구성되는 연결 관계정보를 생성한다. RIT에서 생성된 연결 관계 정보는 RAD에 저장 관리되며, RAD는 인트라넷 혹은 인터넷을 통해 연결된 여러 어플리케이션의 접근을 관리한다. 이러한 연계 체계는 GIS 환경에서 특정 스트림 리치를 선택함으로써 해당 스트림 리치에 대해 다양한 프로그램 DB에 저장된 자료를 검색 및 조회하고 임의의 주제도로 즉시 표출하는 것을 지원한다. 또한 GIS기반의 수질예측 및 모델링 자동화를 위해 개발된 다양한 어플리케이션들은 모델링에 필요한 기초 입력 자료를 자동 조회하고 생성하는 것을 지원함으로써 관련 업무 및 연구에서 효율성 및 정확도를 향상시키는데 기여한다.

2. Korea Water's Environment information Management System

환경부는 수질오염총량관리제도(Total Maximum Daily Loads, TMDLs)를 효율적으로 추진하기 위해 수질관리에 필요한 오염원 및 부하량 자료, 유량 및 수질 자료 등 다양한 물환경정보를 수집하고 있다. 수집된 물환경정보는 국립환경과학원 내 구축된 물환경정보시스템(Water Environment Information System, WEIS) 데이터베이스(Database, DB)에 저장되고 있으며, WEIS DB에 저장된 물환경정보는 WEIS 내 다양한 정보 검색 및 조회 기능을 통해 실무에서 공유되어 활용되고 있다. 아울러 최근에는 보다 직관적인 자료의 검색 조회가 가능하도록 GIS(Geographic Information System) 기술을 적용하여 지도상 특정 지점을 선택하여 정보를 검색하고 조회하는 기능도 개발하여 제공하고 있다(NIER, 2012; WEIS, 2013).

그러나 현재까지 개발된 시스템은 사용자가 지도 위에서 관심 지점 혹은 구역을 직접 찾고, 이를 하나씩 선택하여 자료를 검색 조회하는 수준으로 개발되었다. 이는 하천 구간 단위로 자료를 검색하고 조회해야 하는 경우 활용하기 불편하고, 또한 자료 검색 과정에서 일부 누락의 가능성도 배제할 수 없다. 예를 들어, 하천 네트워크상에서 수질오염원을 추적한다거나 수질오염의 영향구간을 확인해야 하는 경우에는 상하류 방향으로 연결된 하천 구간의 탐색과 탐색된 구간에 관한 수많은 자료의 검색 및 제공이 필요하다. 기존 시스템에서는 이러한 하천 네트워크 분석과 이를 기반으로 하는 자료 검색 및 제공은 이루어

지지 않았다.

이에 국립환경과학원에서는 하천 네트워크 분석을 지원하고 나아가 WEIS와의 연계 활용을 통해 물환경정보를 보다 효율적으로 제공하고자 하천 네트워크에 대한 기초 GIS 자료로써 KRF(Korean Reach File)를 구축하였다(NIER, 2010,

2011). KRF는 미국 EPA(Environmental Protection Agency)

RF(River Reach File)를 벤치마킹하여 국내 수질관리 활용 취지에 부합하도록 설계된 GIS 기반의 네트워크 공간자료이다.

KRF는 국가 및 지방 하천을 스트림 리치(stream reach) 단위로 세분하여 연결한 도형자료와, 스트림 리치 간의 연결성과 방향성에 관한 위상(topology) 정보 및 다양한 주제 정보 등을 저장하는 속성자료로 구성된다. 따라서 KRF는 GIS 환경에서 특정 스트림 리치의 상류 혹은 하류의 탐색 및 영향권역의 검색을 지원한다(Kwon et al., 2012; Lee et al., 2013).

한편, 이러한 GIS 기술을 물환경 분야에 최초 적용한 미국은 과거 RF를 구축하면서 이미 이를 다양한 프로그램의 물환경정보 DB와 연계함으로써 TMDLs 업무 지원을 위한 자료 제공에 활용하고 있다. 나아가 최근에는 RF를 유역도, 시설물도 등과 통합하여 NHD(National Hydrography Dataset)를 구축하고, 이를 관련 업무 및 분석에 활용하고 있다(BASINS, 2013; NAWQA program, 2013; NHD Plus, 2013; Samuel et al., 2006; WATERS, 2013). 우리나라도 TMDLs의 업무 개선 및 고도화를 위해서는 미국과 같이 KRF를 자료 관리를 위한 도구로 활용하여야 한다. 그러나 KRF가 구축된 이래 현재까지 KRF와 연계한 통합 물환경 정보 관리시스템 구축은 이루어지고 있지 않으며, 구축 방안에 대한 체계적인 고찰도 부재한 실정이다

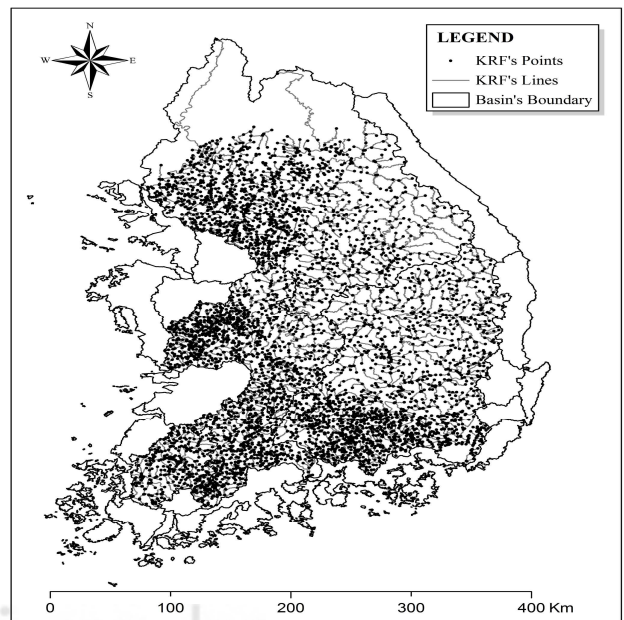


Fig. 2. Regional network of KRF

FID	Shape	RCHNODEID	NUM_RCH	D_RCHID	TM_X	TM_Y
15	Point	1020890 99.99999	1	1020890 80.93823 2	251375.897	350381.903
16	Point	1020870 92.99509	3	1020870 22.82877 1	269613.293	350381.438
17	Point	1020940 00.00000	2	1020970 82.99509 2	269599.178	350381.422
18	Point	1020870 99.99999	1	1020870 71.07520 2	278603.883	351095.09
19	Point	1020900 99.99999	1	1020900 00.00000 3	253030.54	351653.743

FID	Shape	BASIN_NM	STR_NM	RCHLINEID	SEG_LEN	RCH_LEN	CUM_LEN
945	Polyline	한강수계	한강	1000010 10.6539	276701.555	8371.541	29479.776
946	Polyline	한강수계	한강	1000010 31.1806	276701.555	2015.962	86277.459
947	Polyline	한강수계	한강	1000010 15.3139	276701.555	3382.238	42978.989
948	Polyline	한강수계	한강	1000010 16.5363	276701.555	2241.854	45756.231
949	Polyline	한강수계	한강	1000010 17.3485	276701.555	980.291	47896.065

Fig. 3. KRF regular data

3. Water environment systems abroad.

미국은 RF 및 NHD를 구축하면서 이를 WATERS 내 여러 프로그램 DB와 연계하여 TMDLs업무 활용을 위한 자료 제공에 활용하고 있다. DB 관리용, 업무 지원용, 분석용 등 다양한 GIS기반 어플리케이션을 개발하는데 이를 활용하였고, 이를 운영하기 위한 자료관리 체계 및 부처 간 협업 체계도 잘 갖추어져 있음이 확인되었다. 반면, 우리나라는 KRF를 활용한 GIS기반 물환경정보 관리시스템 구축은 아직 시작단계에 머물러 있다고 판단되었다.

KRF와 연계하여 다양한 물환경정보를 효율적으로 관리 및 제공하기 위해서는 다양한 주체의 자료를 KRF와 연계하여 검색 및 조회할 수 있는 DB 시스템의 구축이 요구되며, 이를 위해서는 활용 목적에 최적화된 데이터 연계 모델 및 DB 설계가 선행되어야 한다. 미국에서는 RF에서 NHDPlus까지 발전해오는 과정에서 여러 형태의 데이터 모델이 개발되었다. 하천 네트워크 뿐 아니라 시설물도, 모니터링 지점도 등과의 연계를 고려하여 데이터 모델이 개발되었고, 이를 바탕으로 하천 네트워크와 연계된 주제도들이 하나의 데이터셋(dataset)으로 구축되었다. 따라서 우리나라도 KRF와 연계가 필요한 GIS 자료들을 선별하고, 이를 KRF와 연계 활용할 수 있도록 데이터 모델이 개발되어야 한다. 특히 WEIS에 다양한 주제도 및 모니터링 지점도가 이미 저장되어 있는 만큼 이들에 대한 연계 활용을 먼저 고민해야 한다. 또한 타 부처와의 협업을 통해 국토교통부 하천정보관리시스템(River Information Management Geographic Information System, RIMGIS)이나 국가수자원관리종합정보 시스템(Water management Information System, WAMIS) 등에 저장된 GIS 자료 및 DB와도 연계 활용이 가능한 데이터 모델 개발이 필요하다.

데이터 모델 개발 이후에는 KRF와 연계한 DB 시스템의 설계 및 구축도 필요하다. DB 시스템을 새롭게 구축하면 많은 비용이 소요되므로 데이터 모델 개발 경우와 같이 최대한 기존 시스템을 활용하는 방향으로 DB 시스템의 개발이 이루어져야 한다. WEIS에 이미 다양한 주체의 물환경 정보가 10년 이상 체계적으로 축적되어 있는 만큼 이를 최대한 활용하는 방향으로 시스템 설계 및 구축이 진행되어야 한다. 아울러 물환경정보

가 물환경관리 실무 혹은 연구에 활용되기 위해서는 GIS기반의 다양한 어플리케이션 개발도 필요하다. 미국에 대한 벤치마킹을 통해 BASINS나 RiverSpill과 같은 TMDLs 지원 및 수질사고 대응을 위한 어플리케이션의 개발이 필요하다. 나아가 KRF와 연계한 물환경정보 관리시스템이 지속적으로 운영 및 활용되기 위해서는 미국처럼 지속적인 개선 및 유지보수 연구도 수행되어야 한다.

III. Water Quality Management System

1. Efficient integrated management system water based on web

본 시스템은 센서 및 네트워크를 통해 얻은 데이터를 가공하여 지도기반 웹 서비스로 제공하며 제공된 DB를 통계 분석 후 데이터마이닝을 통한 수질오염원, 오염가능지역 및 부하량 등 예측이 가능하여 수자원의 관리 및 모니터링이 가능한 시스템이다

최신 Web지도를 활용한 실시간 수질변화 정보를 이용하여 수집·생산·활용함으로써 체계적인 수질관리체계를 구축하고 국민의 알권리를 충족하기 위한 서비스를 제공하는 과정이라고 정의할 수 있다. 실시간으로 Web지도 기반의 수질데이터를 공개하고 수질통합관리에 필요한 정보화 기반 시스템을 구축하였으며, 특히 Web기반 수질관리시스템의 구현은 사용자와 인터페이스의 설계 등의 절차를 거쳐 웹상에서 구현하는 방식으로 수질 관리 업무의 정보화 기반 조성, 수질 관리 업무의 표준화 기반 조성, DB구축 방안, 업무활용 서비스 개발로 구성하였다.

본 연구를 수행하기 위해 시스템 구축과 시스템을 운영하기 위한 인프라 구축으로 나누었으며 fig. 4은 수질통합관리를 위한 전체적 시스템이 구성도이다.



Fig. 4. water management information system model figure

2 Integrated management system water quality data processing

수질 관리 업무의 정보화 기반 조성하기 위해 체계적인 수질 관리를 위해 수질·유량, 유역 및 각종 측정망 등을 통합 관리할 수 있는 시스템을 구축하고, 이러한 자료를 관련기관 및 유

관부서에서 업무에 활용할 수 있도록 웹 기반 수질 관리정보시스템을 구축한다.

수질 관리 업무의 표준화 기반 조성을 위해 공간정보(도형정보)와 속성정보(전산파일 및 문서자료)의 유기적인 연결을 위하여 DB관리가 용이하도록 자료에 대한 표준코드를 입력하며, 기본주제도인 하천, 권역에 대한 자료는 국가표준코드를 사용하여 공간정보들에 대한 자료 연결이 가능하도록 데이터를 구축하고, 데이터 표준화 및 정형화를 통한 메타 DB를 구축하여 정확한 자료확보 기반을 제공하며, 정확한 수질측정결과와 오염현황 등을 기반으로 하는 수질환경 분석 모델을 개발하여 예측과 결과 추적 등의 시뮬레이션이 가능하도록 하였다.

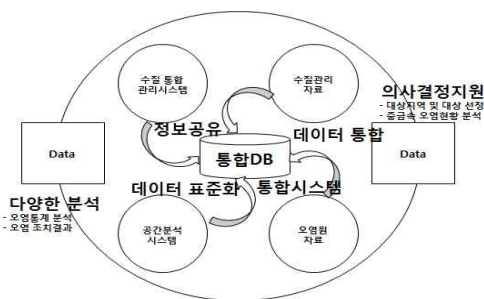


Fig. 5. standardized data integration system

fig. 5 는 목적과 내용을 확인하여 자료 수집방법을 수립하고 자료를 수집하며, 데이터 설계서를 기준으로 실제 서비스 및 연계를 위한 충분한 검토 및 보안을 통해 완성도 높은 DB를 설계하였다. 본 DB는 기본도, 주제도, 유역환경 등을 충분히 표현하고 처리 할 수 있으며, 이를 통해 공간자료로 지적도와 오염원 자료를 연결하여 오염원의 위치정보를 추출하고 속성자료(MDB 데이터 형식)으로 변환할 수 있도록 구성하였다.

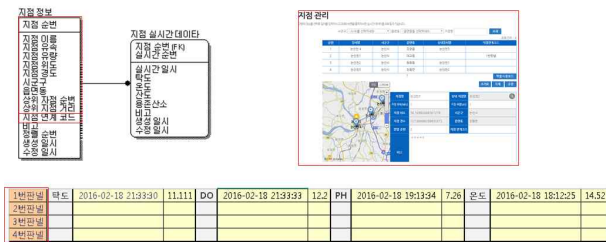


fig.6. relation with database

Fig. 6의 지점정보 테이블에서 상위 지점의 정보를 먼저 등록하도록 구성하였다. 이때 지도를 이용하여 지점을 등록함으로써 위도, 경도, 시군구, 읍면동의 정보는 자동으로 입력되며, 하위 지점 정보의 경우 상위 지점을 선택하도록 구성되어 있어 상위 지점의 코드가 현재 지점정보의 내용에 삽입되게 구성하였다. 지점정보의 지점연계코드 필드는 SCADA에서 실시간으로 데이터와 연계되는 것으로 SCADA 설정시 약속된 코드가 삽입이 되도록 구성하였다

이 시스템은 관별 1부터 4까지 실시간으로 처리결과로서

SCADA에서 통신 후 받은 데이터를 엑셀 형식의 데이터를 변환하여 출력하게 된다. 이렇게 출력된 정보는 지점정보의 지점연계코드와 연동되어 주기적으로 데이터베이스화 되도록 구성하였다.

수질통합관리시스템의 상세한 구성과 흐름을 표시하고 있다. 시스템 구현을 위한 데이터 흐름은 Fig.7 과 같다.

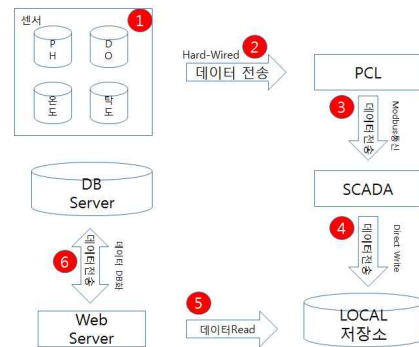


Fig. 7. data flow diagram

- ① 센서가 수질정보를 측정한다.
- ② 측정된 정보는 PCL 로 이동합니다. 이때 PCL 와 센서 간에는 구리선으로 연동된다.
- ③ 연동된 센서의 수질 정보는 PCL 를 통해 SCADA 로 이동합니다. 이때 데이터 연동 방법은 Modbus 통신을 이용한다
- ④ SCADA 프로그램은 자기 Local 에 특정 장소에 통신으로 받은 정보를 입력한다
- ⑤ 구현된 Web Server 에서는 특정 저장소에 저장된 정보를 주기적으로 Loading한다
- ⑥ 주기적으로 Loading 된 데이터를 가지고 DB에 특정 양식으로 저장하여 사용자에게 제공한다.

3. System Configuration

본 시스템을 구현하기 위한 개발환경은 Table 1과 같다.

Table 1. developing information for system implementation

구분	정보	세부정보
SVN URL	https://192.168.1.169/svn/geowater	ID : water, PW : water1234
OS	Windows 7 or 8.1	
언어	Java 1.6	
DBMS	Oracle 10g	ID : water, PW : water1234 192.168.1.169/xe, 포트:1521 문자집합: AL32UTF8
WAS	Tomcat v7.0	
Frame work	Spring, Maven	

OPEN API인 Daum Map API의 활용하여 예측모델을 구현

할 수 있다. 이 Daum Map 은 Daum에서 제공하는 지도 API 로서 여러 가지 기능들을 제공하며, 웹에서 URL을 통한 API 연동방식으로 도구들을 제공하고 있다.

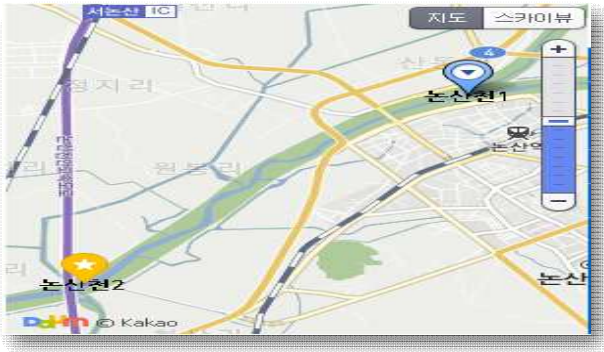


Fig. 8. point information registration that utilize the Daum Map Api

Fig 8은 Daum Map API를 활용하여 논산천 1과 논산천 2의 두군데 지점정보를 등록하여 등록된 논산천1 과 논산천2의 정보중 유속을 이용하여 두 지점의 평균 유속을 계산하고, 두지점의 위도, 경도를 가지고 거리를 측정하여, 측정된 거리와 계산된 평균 유속을 가지고 논산천1의 수질 정보가 논산천2 지점에 도달하는 데 걸리는 시간을 계산하여 시간을 통해 수질 변화를 예측한다.

NO	프로세스ID (프로세스명)	화면명	화면 ID	설명
1	PMS-1000	메인화면	PMS1000Q	
2	PMS-1200	지점관리	PMS1200Q	
3	PMS-1201	지점영역팝업	PMS1201Q	
4	PMS-1300	실시간정보보존	PMS1300Q	
5	PMS-1400	실시간예측검색	PMS1400Q	
6	PMS-1500	막도	PMS1500Q	
7	PMS-1600	DD	PMS1600Q	
9	PMS-1700	수온	PMS1700Q	
10	PMS-1800	DE	PMS1800Q	

Fig. 9. screen designs for real-time prediction search model

Web지도상의 두군데 지점정보를 등록하고, 등록된 지점1과 지점2의 정보중 유속을 이용하여 두 지점의 평균 유속을 계산하여 두지점의 위도, 경도를 가지고 거리를 측정한다.

측정된 거리와 계산된 평균 유속을 가지고 지점1의 수질 정보가 지점2에 도달하는 데 걸리는 시간을 계산하여 수질 변화를 예측한다.



Fig. 10. screen designs for real-time prediction search model

Fig. 10 는 실시간 예측 검색에 따라 탁도, 수온, 수소이온농도, 용존산소량을 확인할 수 있다.

IV. Discussion

본 연구는 Open API를 활용한 Web 지도기반의 수질통합관리시스템으로 국민 누구나 쉽게 접근하여 인근 강 유역의 수질을 확인하고 나아가 개선방안을 마련하기 위해 구축된 시스템이다.

Web지도 기반에 의거한 수질통합관리시스템이 실무에 활용될 경우 각종 수질데이터가 실시간으로 분석될 뿐만 아니라 일반 국민이 웹상에서 공간적 지리적 분포상태를 육안으로 확인하여 과거 전문가들만 접근할 수 있었던 정보들을 본 연구에서는 Web 지도 기반으로 구현했기 때문에 누구나 자유롭게 원하는 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다

국립환경과학원에서는 4대강 수계에 보의 건설로 하천의 수리특성이 크게 변화된 시점에서 수질오염사고에 적극 대응하기 위하여 웹기반의 수질오염사고대응예측시스템을 개발하였다.

이 시스템은 현재 4대강 뿐만 아니라 지방하천의 물길지도 관리서비스, 수산정보 관리서비스 등 자연, 생태현황정보의 오염현황 및 인문지리 정보 현황과 내수면의 환경 및 수질정보를 실시간으로 측정하고 사전 방지할 수 있는 확장이 가능하다. 또한 기술활용 방안으로는 단순 지리정보 시스템 개발이 아닌 솔루션 개발을 통한 해양, 수로, 하수/폐수, 환경/생태연구 등 다양한 분야의 패키지로 서비스 확대가 가능하며 국가 및 공공기관과의 실시간 데이터 연동을 위한 인터페이스 환경 구성, 측정망으로부터 얻은 데이터의 안정적 수신을 위한 GPS 및 USN 센서 네트워크를 활용한 데이터의 무결성확보 등 안정화된 플랫폼 개발 기반 마련하였다.

수질 관리시스템 사업 참여 및 지속적 R&D 투자를 통한 수자원 통합관리 솔루션 개발을 통한 사업성 확대 및 수질분야만이 아닌 다양한 분야의 패키지로 서비스 확대가 가능할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] Munh, Y. S, Jang, J. Y, Ryu, I. G, Kim, J. Y(2012), Development of Web Based Realtime Water Pollution Accident Response Management System in Rivers, Korean society of mitigation vol.12, No. 2: 145 ~ 150 April 2012 pp 145 ~ 150
- [2] Park, K. H, Oh, S. G, Park, S, K(2003) Development of River Quality Management Information System Using Web-GIS of Nonsan-si(I), Korean society for environmental sanitary engineers vol. 18, No 4.
- [3] Jung Sup Um, So Eun Shin, Development of a user-friendly information system for river water quality using Web GIS, The Journal of GIS Association of Korea, Vol. 10, No. 1, pp 45~59
- [4] Min Gyu Kim, Soo Hong Park(2014) Construction and Application of POI Database with Spatial Relations Using SNS, Journal of Korea Spatial Information Society Vol.22, No.4 : 21-38, August 2014
- [5] Better Assessment Science Integrating point & Non-point Sources (BASINS). (2013). <http://water.epa.gov/scitech/datatit/models/basins/index.cfm/>.
- [6] Chol Young Lee, Kye Hyun Kim, Yong Gil Park, Hyuk Lee* Construction Schemes of GIS-based Integrated Water Environment Information Management System Linked with Korean Reach File (Received 16 November 2013, Revised 17 February 2014, Accepted 17 February 2014)
- [7] Dewald, T. and Roth, K. (1997). The National Hydrography Dataset Integrating the US EPA Reach File and USGS DLG, Proceedings of the 16th ESRI International User Conference, ESRI, San Diego, July 8-11. EnviroMapper. (2013). <http://www.epa.gov/emefdata/em4ef.home/>.
- [8] Federal Geographic Data Committee (FGDC). (1998). Geospatial Positioning Accuracy Standards - Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy, FGDC-STD-007.3-1998, FGDC, Virginia, US.
- [9] Kim, Y. R., Lee, S. H., and Park, S. H. (2012). Development of Rule-Set Definition for Architectural Design Code Checking based on BIM - for Act on the Promotion and Guarantee of Access for the Disabled, the Aged, and Pregnant Women to Facilities and Information, Korean Journal of Construction Engineering and Management, 13(6), pp. 143-152. [Korean Literature]
- [10] Kim, K. H. (2011). GIS Introduction, Munundang. [Korean Literature]
- [11] Koh, K. D. (2011). Status and Enhancement Plan of Information System for Rural Water, Rural and Environmental Engineering Journal, (109), Korea Rural Community Corporation - Rural Research Institute, pp. 91-105. [Korean Literature]
- [12] Kwon, M. J., Kim, K. H., and Lee, C. Y. (2012). Design of GIS based Korean Reach File Supporting Water Quality Modeling, Journal of Korea Water Resources Association, 45(1), pp. 1-13. [Korean Literature]
- [13] Lee, B. K. (2000). Water Quality Management and Water Management Informationization, KEI Environment Information, Korea Environment Institute, (5), pp. 9-12. [Korean Literature]
- [14] Lee, C. Y., Kim, K. H., Park, Y. G., and Lee, H. (2013). A Study to Improve the Spatial Data Design of Korean Reach File to Support TMLD Works, Journal of Korea Water Resources Association, 46(4), pp. 345-359. [Korean Literature]
- [15] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (MLTM). (2012). National Framework Data Construction Work Guideline, No. 2012-9, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. [Korean Literature]
- [16] My WATERS Mapper. (2013). <http://www.epa.gov/waters/enviomapper/>.
- [17] National Hydrography Dataset (NHD). (2013). <http://nhd.usgs.gov/>.
- [18] National Institute of Environmental Research (NIER). (2010). Design of Reach File in Han River Basin and Automatic Generation Module for Water Quality Model's Input Data, National Institute of Environmental Research. [Korean Literature]
- [19] National Institute of Environmental Research (NIER). (2011). Construction of Korean Reach File in Nakdong River & Yeongsan River Basin, National Institute of Environmental Research. [Korean Literature]
- [20] National Institute of Environmental Research (NIER). (2012). Construction of Water Environment Information System (VII),
- [21] National Institute of Environmental Research. [Korean Literature]
- [22] National Water-Quality Assessment (NAWQA) Program. (2013). <http://water.usgs.gov/nawqa/modeling/>.
- [23] National Hydrography Dataset Plus (NHD Plus). (2013). <http://www.horizon-systems.com/NHDPlus/index.php/>.
- [24] National Hydrography Dataset Tools (NHD Tools). (2013). <http://nhd.usgs.gov/tools.html/>.

- [25] Park, Y. G., Kim, K. H., and Lee, C. Y. (2010). Study on GIS based Automatic Delineation Method of Accurate Stream Centerline for Water Quality Modeling, Journal of Korea Spatial Information Society, 18(4), pp. 13-22. [Korean Literature]
- [26] Rineer, J., Miller, A. M., Sinnott, J., and Plastino, M. (2004). WebRIT: An EPA Enterprise Tool for Web-Based Locational Data Improvement, Proceedings of the 24th ESRI International User Conference, ESRI, San Diego, August 9-13.
- [27] Samuels, W., Amstutz, D., Bahadur, R., and Pickus, J. (2006). RiverSpill: A National Application for Drinking Water Protection, Journal of Hydraulic Engineering (ASCE), 132(4), pp.393-403.
- [28] The Geography of WATERS. (2013). <http://water.epa.gov/scitech/datait/tools/waters/docs/geography.cfm/>.
- [29] The Reach Address Database (RAD). (2013). <http://www.epa.gov/waters/doc/rad/index.html/>.
- [30] United States Environmental Protection Agency (U.S.EPA). (1994a). History of U.S. EPA's River Reach File: A National Hydrographic Database Available for ARC/INFO Application, U.S.EPA.
- [31] United States Environmental Protection Agency (U.S.EPA). (1994b). U.S. EPA Reach File Version 3.0 Alpha Release (RF3-Alpha) Technical Reference, U.S.EPA.
- [32] Water Environment Information System (WEIS). (2013). <http://water.nier.go.kr/>.
- [33] Watershed Assessment, Tracking & Environmental Results System (WATERS). (2013). <http://water.epa.gov/scitech/datait/tools/waters/>.

Authors



Ho Sung Choi received the B.S., and M.S. degrees in Bachelor of Science in Statistics from Daegu University, Korea, in 2002 and 2012, respectively.

M.S. Choi joined the faculty of the Korea Association of University, Research Institute and Industry, in 2006.

He is currently a Support Team Leader at Korea Association of University, Research Institute and Industry.

He is interested in Information Management and Cloud computing and Mobile computing



Jin Young Jung received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in computer science from Hannam university, Korea, in 1992, 1994 and 2002, respectively.

Dr. Jung joined the faculty of the Department of Bio information at Daejeon Health institute of Technology, daejeon, korea, in 1997.

He is currently a Professor in the Bio information at Daejeon Health institute of Technology.

He is interested in Operating System and Object Oriented system, and Real Time System.



Koo Rack Park received the B.S. degree in Electrical engineering from chung-ang university, Korea in 1986. the M. S. degree in Computer science from soongsill university, in 1988. and Ph. D degree in Science Compute from kyonggi university in 2000.

Dr. Park joined the faculty of the Department of Computer Science & Engineering at Kongju national university, Kongju, Korea, in 1991. he is currently a Professor in the Department of Computer Science & Engineering, Kongju national university.

He is interested in Information and Communication and Management information and e-commerce