

# A Technology for Water Pollution Diffusion Prevention based on Web Map

Jin Seob Shin\*

## Abstract

An integrated water environment management system is necessary in improving water quality, properly allocating water resources, and supporting socio-economic development. Specifically, water quality management system using web map can be an efficient approach to accomplish this system. This paper aims to construct a dynamic water quality management system to reflect a water environment management system which includes three sub-models with consideration of their interrelationships (a socio-economic model based on dynamic Input-Output model, a water resources cycle model, and a water pollutants flow model). Based on simulation, the model can precisely estimate trends of water utilization, water quality, and economic development under certain management targets, and propose an optimal plan. This study utilized the model to analyze the potential of using reclaimed water to accomplish local water environment management and sustainable development plan while exploring the applicable approaches. This study indicates that the constructed water environment management system can be effective and easily adopted to assess water resources and environment while improving the trade-off between economic and environment development, as well as formulate regional development plan.

▶ Keyword: Web Map, Water Quality, Pollution flow, dissolved oxygen, USN

## 1. Introduction

수질 오염의 원인은 다양하지만 최근에는 유해 화학물질의 관리 부주의, 공장 폐수 및 축산 폐수 등의 방류와 생활 속에서 발생하는 각종 유해물질 등의 무단 방류로 인한 오염이 주를 이루고 있다. 또한 4대강사업처럼 물의 보존적 측면만 강조한 나머지 관리측면의 문제로 오염되는 경우도 최근에는 상당히 많이 존재한다. 특히, 생태계의 근간인 수질유지와 수자원 확보는 기존의 수자원 확보라는 보존적인 측면에서 수질 유지라는 관리하는 측면이 더 중요시 되고 있다.

수질 관리는 사람이 직접 집수하여 분석하고 그 결과를 보여 주던 초기의 수작업 중심의 수질 관리 체계보다는 점차 수질을 측정하는 센싱 기술과 정보전송 기술의 발전으로 인하여 관련 실시간 수질 USN(Ubiquitous Sensor Networks) 모니터링 기능 및 수질오염에 대한 실시간 조기경보 기능을 갖춘 USN 기

반의 실시간 수질 모니터링 시스템 구축을 통한 생태환경의 체계적 관리 체계가 구축되어져 자료를 생성하고 있다.

이러한 기술 발전에 따라 국내의 환경관련기관도 하천 수질측정망에서 수집된 실시간 데이터를 제공하고 있으나 원 자료(raw data)로 공개하고 있어 비환경전문가인 일반 수요자의 지식수준을 고려한 서비스를 제공하지 못하는 한계와 정보가 주는 현재 상태의 수질 데이터가 보여주고 있는 정확한 정보를 이해하는 것도 불가능하며, 또한, 현행 수질정보전달방식인 TMS(Telemetering System)는 조사 지점만의 단편적인 측정치를 보여주는 수준에 머물러 있어 물의 이동에 따른 광역적인 변화추이에 대한 시각적인 정보를 입수하는 데에는 상당한 한계가 있다.

특히, 수질 오염원이 발생하여 수로를 따라 오염원이 이동을 할 경우에 유속과 오염원의 수질에 대한 영향을 빠르게 파악하

• First Author: Jin Seob Shin, Corresponding Author: Jin Seob Shin

\* Jin Seob Shin (jsshin@hit.ac.kr). Dept of Bio information, Daejeon Health Institute of Technology

• Received: 2015. 09. 25, Revised: 2017. 11. 15, Accepted: 2017. 11. 28.

• This paper was supported by Daejeon Health Institute of Technology in 2014.

여 초기 대응체계를 구축하는 것은 매우 중요하다. 따라서 현재의 특정 지점에서 단편적으로 측정하는 관리방식이 아닌 웹 지도를 이용하여 유속에 따른 오염원의 위치 및 이동 경로와 피해예측 정보를 계산하여 어느 특정 지점에서 수로를 차단하여 피해를 최소화 할 수 있는 방법을 찾는 것이 필요하다.

## II. Water Management System

### 1. Korea water Environment Management System

현재 우리나라에는 자연형 하천을 대상으로 하는 수자원공사의 수질사고위기관리시스템 등이 운영되고 있으나, 최근 하천의 수리특성을 반영하는 데는 한계가 있다. 국립환경과학원에서는 댐과 가동 보를 연계한 수질오염사고대응예측시스템을 개발하였다. 이 시스템은 매일 갱신되는 수리모델 기반으로 유해화학물질과 유류유출사고 시 도달시간과 확산농도를 신속하게 예측할 수 있으며, 수질오염사고대응예측시스템(Water pollution Accident Response Management System: WARMS)에는 도달시간과 확산농도를 계산하기 위해서 EFDC(Environmental Fluid Dynamics Code)의 수리모델과 독성모델이 탑재되었다. EFDC 모델은 연안, 하구, 호소, 습지, 저수지 등의 유동 및 물질수송을 모의하는 3차원 수치모형이다. 매일 갱신되는 수리모델 기반으로 유해화학물질과 유류유출사고 시 도달시간과 확산농도를 신속하게 예측할 수 있으며, 4대강에 설치된 16개보와 상류 댐의 방류 가능 양을 종합적으로 고려한 방제시나리오의 비교가 가능하다[1-5].



Fig. 1. System of Korea Water Pollution Prevention

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 상, 하류 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 이루어지지 않았다.

이에 국립환경과학원에서는 하천 네트워크 분석을 지원하고 나아가 WEIS와의 연계 활용을 통해 물 환경정보를 보다 효율적으로 제공하고자 하천 네트워크에 대한 기초 GIS 자료로써 RRF(Korean Reach File)를 구축하였다[12].

RRF는 미국 EPA(Environmental Protection Agency) RRF(River Reach File)를 벤치마킹하여 국내 수질관리 활용 취지에 부합하도록 설계된 GIS 기반의 네트워크 공간자료이다.

RRF는 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 RRF는 GIS 환경에서 특정 스트림 리치의 상류 혹은 하류의 탐색 및 영향권역의 검색을 지원한다.

FID	Shape	RCHNODEID	NUM_RCH	D_RCHID	TM_X	TM_Y
15	Point	1020890 99.99999	1	1020890 80.83623 2	251375.937	350381.903
16	Point	1020870 32.93509	3	1020870 22.62877 1	266613.293	350821.439
17	Point	1020940 00.00000	2	1020870 32.93509 2	266589.176	350831.422
18	Point	1020970 99.99999	1	1020970 71.07520 2	278603.863	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 10.8539	276701.555	8371.541	29479.176
946	Polyline	한강수계	한강	1000010 31.1806	276701.555	2015.962	28277.459
947	Polyline	한강수계	한강	1000010 15.3139	276701.555	3382.238	42373.993
948	Polyline	한강수계	한강	1000010 16.5363	276701.555	2241.854	45758.231
949	Polyline	한강수계	한강	1000010 17.3465	276701.555	968.291	47998.085

Fig. 2. RRF standard data format

### 2. USA Water Environment Management System

미국은 물 환경 관련 연방정부 기관간 기능을 통합·조정하기 위해 1965년에 Water Resources Planning Act를 제정하고, 1969년에 National Environmental Policy Act (NEPA)를 제정하여 연방정부의 의사결정에 경제적·기술적 사항과 더불어 환경적인 사항도 검토하도록 하였다. 미국의 수생태 및 하천 물 환경 관리는 연방정부 위주의 대단위 개발 사업에서 점진적으로 주정부로 이양하는 추세로 1998년 의회의 명령으로 환경보호청(EPA)을 중심으로 관리 체계가 개편되었다. 수자원 관리 측면에서 단순히 수량, 수질, 수문, 수처리 등이 각각 독립적으로 관리 되지 않고, 사회학, 지리학, 경제학, 농학, 공공정책학

등 다양한 부분의 전문가가 참여하여 종합적인 관리를 해오고 있다. 1973년 멸종위기동물보호법이 제정됨에 따라 수자원 정책도 물 환경 및 수 생태 기능에 대한 인식이 크게 증대되었고, 최근에는 생활·공업·농업용수 수요 증대와 물 부족에 따른 물 문제가 중요한 환경문제로 대두되고, 동시에 생태계의 균형 유지를 위한 환경생태용수에 대한 관심 또한 증가하고 있다.

미국의 미래연구 싱크탱크인 밀레니엄 프로젝트는 '11년 15대 세계 도전과제 대응현황에 대한 평가 결과를 발표하면서 수자원 관리를 대응이 잘 이루어지고 있는 분야로 선정 하였다.

미국은 수질보호를 목적으로 수질정화법(Clean Water Act, CWA)과 안전 식수법(Safe Drinking Water Act, SDWA)에 의거하여 다양한 물 환경정보를 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. 3 은 이러한 미국의 물 관리 체계를 개념적으로 나타낸 것이다[7].

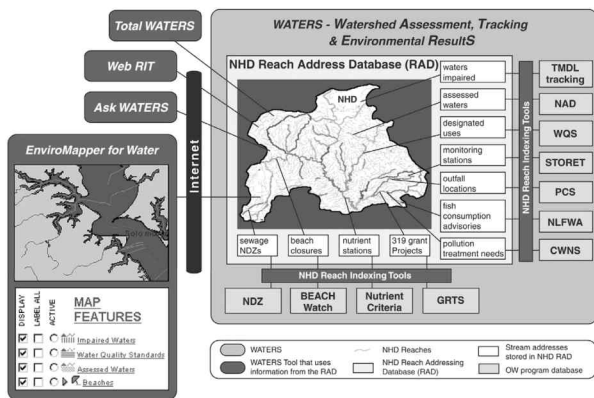


Fig. 3. Step in the U.S. water management

### 3. Web Map Service.

국내 웹 맵 서비스는 2005년 콩나물 지도를 필두로 본격적으로 시작되었으며 전국범위의 배경지도와 위성사진을 WMS(Web Map Service) 기술을 바탕으로 제공되었다. 국내 포털은 신규사용자의 유인과 검색의 다양성 확보를 위해 콩나물지도 서비스 모델을 도입하여 이미지맵, 항공사진, 스트리트뷰, 길 찾기 등의 다양한 하위 서비스를 확충해왔다[10].

웹 맵 서비스의 대표적인 국내업체는 NHN, Daum 등이 있으며, 국외 대표적인 웹 맵 서비스의 국내지도 서비스는 2000년대 초반부터 시작되었다. 2005년부터 서비스를 시작한 Google이 전 세계 점유율 70%로 가장 많이 이용하는 웹 맵 서비스가 되었다. Google 이외에도 Microsoft Bing Map, Nokia Here Map 등이 있으며, 대표적으로 Google Map은 2004년 지도제작회사인 Keyhole을 인수하여 Google Map과 Google Earth를 출시하면서 전 세계적으로 서비스를 시작하였다.

본 논문에서는 OPEN API인 Google Chart API를 활용하여 시스템을 구현하였다. Google Chart는 Google에서 제공하는 API 로서 직관적이고 익숙한 모양으로 데이터를 분석 할 수 있도록 제공하는 무료 Chart 도구로 Pie Chart, Scatter Chart, Gauge, Geo Chart, Table, Treemap, Combo Chart, Line Chart, Bar Chart 등을 제공한다.

## III. Web Map Water Quality Management System

### 1. design of web map water quality management system

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 데이터를 관리하는 과정을 보여주는 구성도이다.

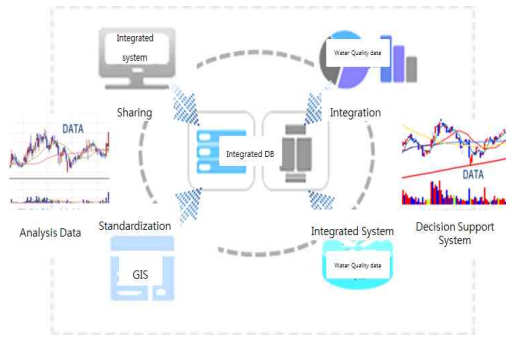


Fig. 4. aggregation of water quality data

2. data processing flow

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 유관부서에서 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.

데이터 처리 과정은 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 오염원자료를 연결하여 오염원의 위치정보를 추출하고 속성자료(MDB 데이터 형식)으로 변환할 수 있도록 구성하였다.

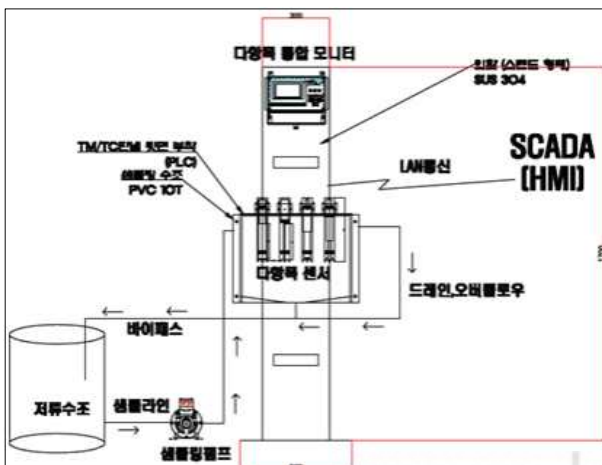


Fig. 5. sensor data processing design

Fig. 5에서 보여주고 있는 다항목 센서에서는 기본적으로 용존산소, 산도, 탁도, 수온 등을 측정할 수 있도록 구축하였으며 다항목 센서에서 추가적으로 12개 이상을 컨트롤 할 수 있도록 구축하였다. 다항목 센서에서 입력된 데이터들은 PLC(Power Line Communication)를 통해 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)로 데이터를 수집한다. 이 수집한 데이터들은 아날로그와 디지털 데이터로서 SCADA를 이용하여 제어한다. 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 삽입되도록 구성하였다

이 시스템은 실시간으로 처리하는 결과로서 SCADA에서 통신 후 받은 데이터를 엑셀 형식의 데이터를 변환하여 출력하게 된다. 이렇게 출력된 정보는 지점정보의 지점 연계코드와 연동되어 주기적으로 데이터베이스화 되도록 구성하였다.

수질통합관리시스템의 상세한 구성과 흐름을 표시하고 있다. 시스템 구현을 위한 데이터 흐름은 Fig.6 과 같으며 다음의 순서에 따라 처리된다.

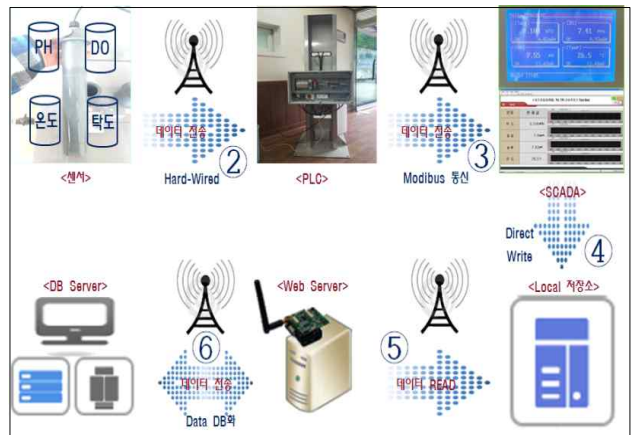


Fig. 6. water quality data flow

- ① 센서가 수질정보를 측정한다.
- ② 측정된 정보는 PLC 로 이동합니다. 이때 PLC와 센서간에는 구리선으로 연동됩니다.
- 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 Loading 한다.
- ⑥ 주기적으로 Loading 된 데이터를 가지고 DB에 특정 양식으로 저장하여 사용자에게 제공한다.

### 3. System Configuration

본 연구에서 사용하는 시스템의 구성은 Java를 이용하여 엑셀파일을 제어하고 Tomcat v7.0을 이용하여 서버를 구축하였다. 데이터베이스는 Oracle 10g를 사용하였으며, 편리하게 운영할 수 있도록 windows7에 JSP를 이용하여 구축하였다.

#### 3.1 SCADA

SCADA는 발전소, 항만, 송배전시설, 석유 화학 플랜트, 제철 공정 시설, 공장 자동화 시설등 여러 산업 현장의 원격지 시설 장치등을 가장 상위에서 집중적으로 감시제어 하는 시스템으로 시스템의 모든 운전 상태를 감시제어 함으로서 설비 운영에 대한 신뢰성과 안정성을 확보하고, 실시간 데이터를 수집, 처리, 분석하여 합리적이고 과학적인 관리가 가능하다. SCADA는 산업자동화 소프트웨어로서 외부 소프트웨어와 인터페이스가 쉽게 구축할 수 있으며 다양한 통신호환으로 통합 네트워크 구축에 자유롭다. 특히 Visual Basic 스크립트 지원, 풍부한 라이브러리 등 사용자 중심의 편리한 기능들을 제공하여 편리하게 센서를 감시, 관리할 수 있다.

이를 위해 각 센서 판넬과 통신을 통해 설정을 할 수 있다. 본 시스템에서는 판넬 4개를 이용하고 있으며, 각 판넬당 4개의 센서를 설정하여 구축하였으며, 각각의 판넬과 1초당 한번씩 이벤트를 컨트롤 할 수 있다.

PLC와 통신을 통해 판넬과 연동한 후 각 판넬에 수질측정을 위한 화면을 구축하였다. SCADA를 통해 각각의 센서값들의 연결 및 제어를 할 수 있도록 구축하였다. 구축된 데이터들은 SCADA 컨트롤 할 수 있는 Visual Script를 작성하여 각각의 데이터들을 설정하고 설정된 데이터들을 엑셀 또는 텍스트파일로 값을 설정하여 저장할 수 있다. 본 연구에서는 센서들에서 입력된 데이터를 엑셀로 구축하였다.

#### 3.2 Construction of Database

엑셀에 추출된 정보들은 실시간으로 오라클 데이터 베이스에 구축되어야 한다. SCADA에서 ODBC를 이용하여 데이터베이스를 구축하면 효율적이지만 SCADA기능상 문제점이 제시되어 엑셀파일로 저장하였으며, JAVA를 이용하여 실시간으로 데이터베이스에 업로드 할 수 있도록 구축함으로써 편리하게 데이터베이스를 구축하였다.

오라클에서 데이터베이스는 지점정보테이블과 지점실시간데이터로 구분하여 구축하였다.

상위 지점의 정보를 먼저 등록하고 지도를 이용하여 지점을 등록하므로 위도, 경도, 시군, 읍면동의 정보는 자동으로 입력이 되고 하위지점의 정보는 상위 지점을 선택하므로 자동으로 상위 지점의 코드가 현재 지점 정보의 내용이 들어가게 설정하였다.

특히 지점연계코드필드의 경우 SCADA에서 실시간으로 데이터를 받는것과 연계되는 것으로 SCADA 결정시 서로 약속된 정보가 들어가며, 엑셀의 각 판넬에서 통신 후 받은 데이터를 실시간으로 데이터베이스화 할수 있다

지점실시간데이터는 지점의 실시간 정보를 데이터베이스화하는 테이블로서 지점정보의 지점순번과 조인되어 데이터가 관리되고 지점별 실시간 데이터가 누락되고 해당 정보를 이용하여 실시간 예측과 각종 통계정보를 확인할 수 있도록 설계 하였다

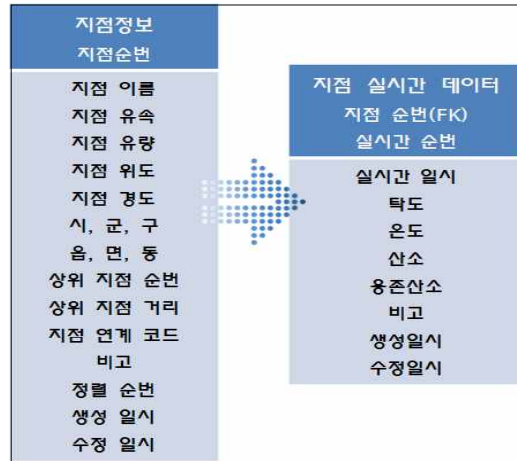


Fig. 7. Relational Database

#### 3.3 Water Quality Verification System

SCADA에서 입력된 데이터를 처리하면서 가장 주요한 문제점이 유속에 따른 예측 결과이다. 500M, 1KM, 5KM 까지의 유속과 유량을 가지고 시간대별로 유속을 체크하여 99.3%의 정확률을 보여주고 있으며, 강의 유형에 따라 약간의 오류율을 가지고 있다. 본 시스템에서는 유속에 대한 정보를 유량과 강폭 등 세부적인 사항에 대한 적용은 불가능한 상태이다. 각 GIS정보 데이터베이스에 유량 및 강폭 등의 정보를 삽입하여 정확도가 조금 더 증가가 가능하게 된다.

본 연구에서는 JSP와 Oracle 10g를 이용하여 15분 간격, 30분 간격, 1시간 간격을 통해 수질정보 예측 시스템을 구축하였다

#### 3.4 Real Time Control Program

실시간제어관리 프로그램은 JSP를 이용하여 구축하였다, 오라클에 설정되어 있는 데이터베이스와 구글 웹 지도를 기반으로 화면을 구성하였다.

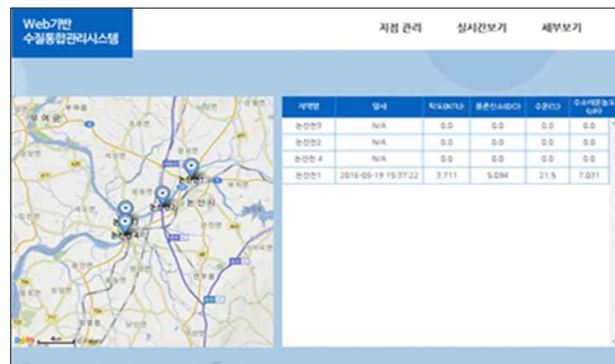


Fig. 8. Integrated Management System

주요 메뉴로는 지점관리, 실시간보기, 세부보기를 구현하였으며, 지점관리에서는 위도와 경도의 위치를 통해 유속  $Q=A*V$ (유량=단위면적\*속력)을 계산하여 센서에서 등록할 수 있도록 구성하였으며, 실시간보기에서는 각 선점된 지점의 실제 값을 보여주며, 또한 예측 가능한 위치의 수치를 실시간으로 예측할 수 있도록 구성하였다. 세부보기에서는 각 판별의 센서에서 들어온 데이터의 수질을 세부적으로 확인할 수 있는 영역이다.

## IV. Conclusions

### 1. Performance Evaluation

WEB 지도기반 수질통합시스템에 대해 성능분석을 하였다. 성능분석으로는 탁도, DO, PH, 온도 등 측정 센서에서 들어오는 데이터에 대한 전송 시간, 웹에서 실시간으로 확인할 수 있는 반응 속도, Web지도의 반응 속도, 그리고 각각의 데이터의 정확성에 대해 실험을 하였다. 각각에 들어오는 데이터의 전송률은 오차범위 1%미만으로 나타났으며, 웹 실시간 반응속도는 3초 이내, Web지도 반응속도는 3초 이내, 그리고 데이터의 정확도는 1회 93%, 2회 99%, 3회 연속 100%를 달성하는 것으로 나타났다.



Fig. 9. Environment of Performance Evaluation

### 2. Conclusions

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

특히, 본 연구를 통하여 이루어진 정보를 기반으로 유속과 수질 오염의 정도를 빠르게 파악하여 초기에 대응할 수 있는 체계를 구축한다면 인간의 가장 기본적인 생존 조건인 수자원

관리에 최적화된 시스템으로 활용이 가능하다.

현재 4대강과 지방하천의 물길 지도가 완성되어져 있으므로 물길 지도를 웹 환경에서 관리할 수 있는 방법은 향후 수자원 관리의 가장 기본으로 활용되어질 것이다.

## REFERENCES

- [1] Munh, Y. S, Jang, J. Y, Ryu, I. G, Kim, J. Y, "Development of Web Based Realtime Water Pollution Accident Response Management System in Rivers," korean society of mitigation vol.12, No. 2: pp 145 ~ 150, 2016.
- [2] Park, K. H, Oh, S. G, Park, S, K, "Development of River Quality Management Information System Using Web-GIS of Nonsan-si(I)," korean society for environmental sanitary engineers vol. 18, No 4, 2003.
- [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, 2013.
- [4] Min Gyu Kim, Soo Hong Park, "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] "Cause of water pollution accident and quick response/bupanyungsa," Journal of Environmental Hi-Technology. No. 20 Vol. 2, pp. 24-28, April, 2012.
- [6] Park, J. H. "Environmental Sensor Technology Trends," Journal of Mechanical Science and Technology, No. 54, Vol. 10, pp.35-38, 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.
- [8] "Federal Geographic Data Committee (FGDC). Geospatial Positioning Accuracy Standards - Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy," FGDC-STD-007.3-1998, FGDC, Virginia, US. 1998.
- [9] Kim, Y. R., Lee, S. H., and Park, S. H. "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, 2012.
- [10] Kim, K. H. "GIS Introduction," Muneundang. 2012.
- [11] Koh, K. D, "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, 2011.
- [12] Kwon, M. J., Kim, K. H., and Lee, C. Y., “Design of GIS based Korean Reach File Supporting Water Quality Modeling,” Journal of Korea Water Resources Association, 45(1), pp. 1-13., 2012
- [13] Lee, B. K.. “Water Quality Management and Water Management Information,” KEI Environment Information, Korea Environment Institute, (5), pp. 9-12, 2010.
- [14] Lee, C. Y., Kim, K. H., Park, Y. G., and Lee, H. “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. 2013.
- [15] Ministry of Land, “Transport and Maritime Affairs (MLTM). National Framework Data Construction Work Guideline,” No. 2012-9, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2012.
- [16] “My WATERS Mapper,” <http://www.epa.gov/waters/enviomapper/>. 2010.
- [17] “National Hydrography Dataset (NHD).” <http://nhd.usgs.gov/>. 2013.
- [18] National Institute of Environmental Research (NIER). “Design of Reach File in Han River Basin and Automatic Generation Module for Water Quality Model's Input Data,” National Institute of Environmental Research, 2010.

## Authors



Jin Seob Shin received the B.S degree in Computer science and Statistics from Chungnam National University, Korea in 1986, the M.S. and Ph.D. degrees in computer science from Konkuk university, Korea, in 1989 and 2000, respectively

Dr. Shin joined the faculty of the Department of Bio information at Daejeon Health institute of Technology, daejeon, korea, in 1994. He is currently a Professor in the Bio information at Daejeon Health institute of Technology. He is interested in Intelligent system, Safety system and IoT(Internet of Things).