

웹GIS를 이용한 실시간 자연재해 피해정보 관리시스템 개발에 관한 연구

(Development of Web-GIS based
Real-Time Natural Disaster Damage
Information Management System)

김 태 훈* 김 계 현**

(Tae Hoon Kim) (Kye Hyun Kim)

심 재 현*** 최 우 정****

(Jae Hyun Shim) (Woo Jung Choi)

요 약 본 연구에서는 태풍, 호우 등의 자연재해에 따른 공공시설물의 피해를 조사하여 광역적 무선통신을 통해 웹GIS의 지도상에 실시간으로 표출함으로써 보다 신속하고 효율적인 피해정보의 제공방안을 연구하였다. 연구 대상지역은 여름철 대형 태풍과 집중호우로 인한 피해가 반복되는 부산시 강서구지역 약 180km를 선정하였으며, 관련 데이터베이스는 GIS 데이터베이스와 재해 데이터베이스로 나뉘어 구축하였다. GIS 데이터베이스는 1:5,000 및 1:1,000 수치지도를 기반으로 행정경계 등 7개의 주제로 구축하였고, IKONOS위성의 1m급 고해상도 위성영상을 이용하여 실제 피해현장과 주변 환경에 관한 정보들을 제공할 수 있도록 하였다. 웹GIS 시스템은 피해현황을 GIS 데이터와 함께 실시간으로 제공함으로써 신속한 현장 파악, 대응책 마련과 복구계획 수립 등을 위한 의사결정에 기여가 매우 높을 것으로 예상된다. 나아가 소방방재청에서 구축하고 있는 NDMS(National Disaster Management System, 국가재난관리시스템)와 연계를 통하여 여러 국가기관에서 얻어지는 다양한 피해정보의 제공 또한 가능할 것으로 사료된다.

키워드 : 실시간 무선통신, 웹-지아이에스, 피해정보, 자연재해, 웹 서비스, 피해조사

Abstract This study mainly focused on the development of real-time based damage investigation

† 본 연구는 소방방재청 국립방재연구소의 피해조사자동화 기술개발 사업과제의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

* 인하대학교 지리정보공학과 석사과정, daphnis83@inhaian.net

** 인하대학교 지리정보공학과 교수, kyeahun@inha.ac.kr(교신저자)

*** 국립방재연구소 연구실장, shim1001@nema.go.kr

**** 국립방재연구소 토목연구원, choiwj@nema.go.kr

논문접수 : 2008.11.03

수정일 : 2008.11.18

심사완료 : 2008.11.19

system using web-GIS. The study area was Gangseo-Gu in Busan where frequently has relatively higher magnitude of damages from natural disasters. GIS DB was built to provide geospatial data such as 1:1,000 and 1:5,000 topographic maps and IKONOS high resolution satellite data. The web-GIS system has demonstrated the higher contribution for the better response and recovery against any type of natural disasters through real-time communication and data dissemination among government agencies and personnel. However, further researches need to be made to improve system capabilities. In addition, for more effective system operation and maximizing the benefits of exploiting web-GIS system, linkage with national DB such as NDMS is essential.

Key words : Real-time wireless communication, web-GIS, damage information, natural disaster, web-service, damage investigation

1. 서론

우리나라는 지리적 요인으로 인해 봄철에는 황사와 가뭄, 여름철에는 편중된 강수분포로 인한 집중호우와 홍수, 등 다양한 형태의 자연재해가 매년 발생하고 있다. 이와 더불어 이상기후로 인한 대형재난이 전 세계적으로 빈번하게 발생하고 있으며, 이로 인한 인명 피해 및 공공시설의 피해가 급증하는 추세이다[1,2].

이러한 자연재해는 신속한 피해지역의 파악과 이에 따른 효율적인 피해복구 계획 수립이 필요하다. 하지만 현재의 피해조사는 전문 인력의 부족과 수동식 피해조사방법으로 인해 정확한 피해조사뿐 아니라 조사된 정보의 관리와 전달이 제대로 이루어지지 않는 실정이다. 특히 신속한 피해상황의 파악은 피해복구와 대책수립에 있어 매우 중요한 역할을 함에 따라 실시간으로 각종 피해정보를 파악하고 제공할 수 있는 실시간피해조사자동화 시스템의 필요성이 절실히 요구되고 있다[2].

위치정보를 기반으로 다양한 관련 정보를 컴퓨터를 이용하여 만들어진 수치지도의 형태로 제공하는 지리정보시스템(Geographic Information System)을 활용한 피해정보의 제공 방안은 매우 효율적이다. 정확한 위치정보와 함께 제반 피해정보의 확보가 필요한 방재분야에서도 이러한 GIS 기반의 활용시스템의 구축이 필수적이다[3].

이와 함께 최근 자연재해 피해조사를 위한 합리적인 방법으로 첨단 IT 기술을 방재 분야에 활용함으로써 각종 피해정보를 효율적이며 신속하게 제공하는 연구가 부각되고 있다. 특히 현재 상용화 단계에 있는 HSPDA(High Speed Downlink Packet Access)와 무선 인터넷 기술인 WiBro(Wireless Broadband Internet)는 매우 신속하며 안정적인 현장 피해 정보의 전송을 가능하게 한다[4].

따라서 본 연구의 목표는 최신 무선통신과 IT 기술을 이용하여 웹서비스를 기반으로 다양한 피해정보와 GIS 데이터를 신속하고 효율적으로 사용자에게 제공할 수 있는

웹GIS 기반의 실시간 자연재해 피해정보관리시스템의 개발에 있다.

2. 연구 개요

2.1 연구 대상 지역

본 연구에서는 시스템 개발과 실용성 검증을 위해 과거부터 자연재해의 피해가 빈번하고 피해규모가 큰 부산광역시의 강서구로 선정하였다. 그림 1에 나와 있는 강서구는 부산시 전체 면적 755km²의 23.7%에 달하는 179.05km²에 달한다. 총 인구는 54,019명으로 지형적으로 낙동강 하류의 농경지에 위치하여 매년 여름 집중호우로 인한 하천범람과 태풍으로 인한 피해가 큰 지역이다.

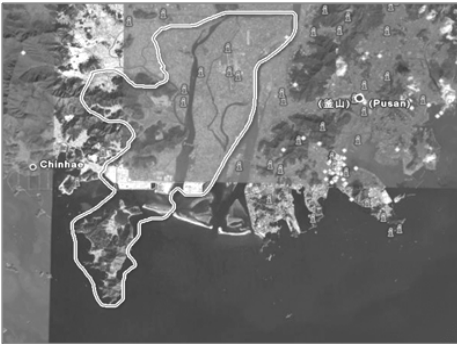


그림 1. 연구 시범대상지역

2.2 연구 범위

본 연구에 앞서 스테레오 영상을 이용한 현장 피해조사시스템 개발에 관한 연구가 수행되었으며, UMPC를 통한 피해지점의 실시간 GPS 좌표와 피해정보를 전송하는 연구가 수행되었다. 또한 재해지역의 특성상 무선통신이 되지 않을 경우를 대비하여 최소한의 정보만을 조사하여 네트워크 가능지역에서 추후 전송이 가능토록 개발되었다[2].

본 연구의 범위는 전송된 피해정보의 공간정보와 속성정보를 웹 GIS 데이터 상에 자동화하여 표출하고 조회가 가능토록 하며 보다 효율적인 피해정보의 제공방안을 주요 연구범위로 하였다.

2.3 고해상도 위성영상 웹서비스

피해지역의 주요 시설물들은 교량, 제방과 같은 대형 구조물과 배수문, 암거 등과 같은 비교적 소형 시설물들이 존재하며 소형 시설물들의 경우 위치와 주변 상황 및 현황들을 제공하기 위해서는 고해상도 위성영상이나 항공사진의 활용이 효과적이다[5]. 본 연구에서는 피해지역 주변에 대해 최대한 가시적이고 효과적인 정보제공과 인근 시설물들에 대한 현황을 정확하게 제공하기 위해서 고해상도 위성영상을 서비스 할 수 있는 시스템 환경을 마련하였다.

위성영상 서비스는 1m급 해상도를 가지는 IKONOS 위성 영상을 이용하여 구축하였으며 제공방식은 영상 스트리밍(Streaming) 기법을 이용하였다.

2.4 재해정보 관리시스템 현황 및 문제점 분석

오늘날 재해정보 관리 전산화에 대한 관심이 높아지면서 홍수 재해정보관리시스템이나 산불재해 관리시스템 등 특정 재해 관리시스템과 소방방재청에서 구축한 국가 재난관리시스템인 NDMS 등이 존재한다. 하지만 기존의 재해정보 관리시스템은 과거 자료를 통한 조회 및 분석에 대한 기능적 한계점을 가지고 있고 NDMS 역시 실시간적인 재해정보의 업데이트는 가능하지만 해당지점의 좌표 등 제반 위치에 관한 정보의 부재로 많은 한계점을 가지고 있다[6,7,8].

3. 시스템 개발

3.1 시스템 구성

그림 2는 본 연구에서 개발된 전체 시스템 구성을 나타내며, 크게 웹 서버단과 맵 서버단으로 나누어진다.

맵 서버단의 웹 서비스는 웹 서버에서 전송한 데이터를 수신하여 맵 서버 DB단 중 맵 서버 DB에 저장하는 역할을 수행한다. 웹 서비스로부터 데이터가 저장되는 맵 서버 DB단은 맵 서버 DB와 백업 DB로 구분되어 저장 및 관리된다. 구축되는 DB는 데이터 전송 프로토콜이자 웹 및 시스템의 표준 프로토콜인 XML 형식으로 구축되었다[9].

통합 관리 응용 프로그램은 수신된 데이터에 대한 모든 처리와 웹 GIS에 반영하는 모든 프로세스를 진행하고 관리한다. 세부적으로 데이터 검출 프로세스, 메시지 처리 프로세서, 공간 DB 편집 프로세스, 속성 DB 편집 프로세스, AXL 편집 프로세스 및 ArcIMS 제어 프로세스 로 구성된다.

맵 서비스 및 구성요소는 웹 GIS를 통해 공간 및 속성 DB를 불러와 웹 표출 프로그램을 통해 지도상에 표출할 수 있도록 기능하는 요소이다. 이는 맵의 레이어 정보를 기록하는 있는 AXL 파일과 맵을 웹으로 전송할 수 있도록 서비스하는 맵 서비스, 그리고 통합 관리 응용 프로그램에서 AXL 파일을 수정하고 신규 데이터를 공간 및 속성 DB에 추가한 결과를 웹 GIS상에 반영하기 위해 필요한 맵 컨트롤 Java 컴포넌트로 구성된다[10].

웹 표출 프로그램은 맵 서비스로 제공되는 웹 GIS를 사용자가 인터넷에서 확인하고 접근 가능하도록 해주는 프로그램으로 ASP와 HTML을 이용해서 구축하였다[11].

3.2 데이터베이스 구축

웹 GIS를 이용한 피해정보 관리시스템은 크게 웹 서비스와 통합 관리 프로그램을 연계해주는 맵 서버 DB단, 웹 GIS의 지도정보 제공에 필요한 데이터를 저장하고 제공하는 공간 및 속성 DB, 그리고 통합 관리 프로그램 상에서 전체 시스템을 제어하고 관리하는데 필요한 시스템

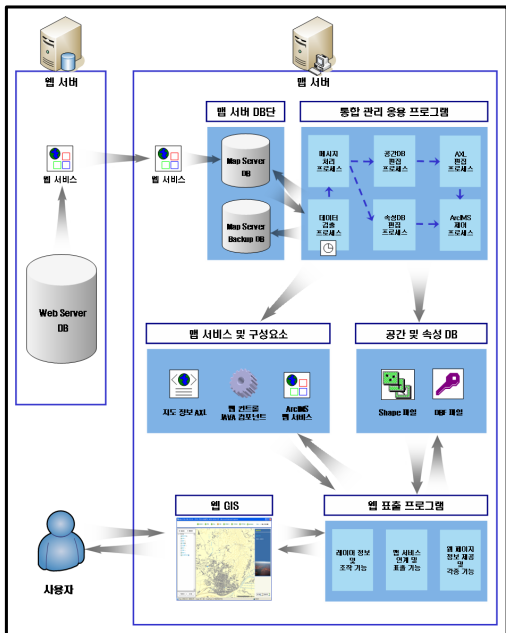


그림 2. 전체 시스템 구성도

DB단의 세 가지로 분류할 수 있다. 표 1은 그 구성 및 역할을 보여준다.

맵 서버 DB는 웹 서비스에서 피해조사 정보를 기록할 때 수시로 DB를 열고 데이터를 추가하여 저장하는 역할을 수행하며 XML 형식으로 구성하였다.

공간 DB는 실질적으로 사용자에게 제공되는 웹 GIS에서 가장 핵심이 되는 공간 정보이다. 구축 방법은 대상

표 1. 전체 데이터베이스 구성

DB단	세부 DB	역할	형식
맵 서버 DB단	맵 서버 DB	- 수신된 데이터의 저장 - 피해조사 위치 및 속성 정보 제공 - 데이터 추가 여부 비교 검색	XML
	맵 서버 백업 DB	- 맵 서버 DB 백업 - 데이터 추가 여부 비교 검색 - 맵 서버 DB와 동일한 구조	XML
공간 및 속성 DB단	공간 DB	- 지도 구성 및 지형 정보 저장 - 피해조사 위치 공간 정보 저장	SHP
	속성 DB	- 지형 지물 속성 정보 저장 - 피해유형 및 원인 정보 저장 - 지형 정보 렌더링	DBF
시스템 DB단	시스템 DB	- 시스템의 기본 설정 값 저장 - 맵 구성 AXI 수정 값 저장 - 추가된 피해레이어 정보 저장	XML
	로그 DB	- 오류 발생 알림 - 오류 발생 시간 저장 - 오류 발생 내용 및 위치 저장 - 통합 관리 프로그램 관리시 이용	XML

지역의 수치지도를 이용하여 수치지도의 기본 좌표계인 TM으로 좌표를 정의한 후, 행정경계 등 필요한 레이어만을 추출 및 가공한 뒤 도형 정보로 제공 가능한 Shape 파일의 형태로 변환하였다. 이렇게 나온 결과물의 좌표는 TM으로 실제로 피해 조사단이 현장에서 GPS를 통해 웹 서버로 전송하는 좌표 체계인 WGS84와 차이가 있으므로 Shape 파일의 결과물을 WGS84로 좌표 변환하였다[3].

속성 DB는 공간 DB와 연계되는 일반적인 형태인 Shape 파일을 사용했기 때문에 Shape 파일과 함께 생성되고 관리되는 DBF를 사용하였다.

시스템 DB는 접근할 수 있는 DB 관련 정보와 AXL 파일 수정을 위한 파일 정보를 저장한다. 아울러 현재까지 정리되어 있는 피해조사 공간 데이터 목록 기록을 통해 중복 및 누락을 방지하는 역할을 한다.

3.3 통합관리프로그램

통합관리시스템은 공간 정보와 연계하여 속성 DB에 속성 정보를 입력하며 업데이트 된 결과를 웹 GIS상에 반영하여 사용자가 웹을 통해 확인할 수 있도록 지원하는 프로그램이다. 이렇게 통합 관리 시스템에서 수행하는 세부 프로세스는 <그림 3>과 같이 데이터 검출 프로세스와 메시지 처리 프로세스, 공간 DB 편집 프로세스, 속성 DB 편집 프로세스, AXL 편집 프로세스 및 ArcIMS 제어 프로세스 등이 있다[12,13].

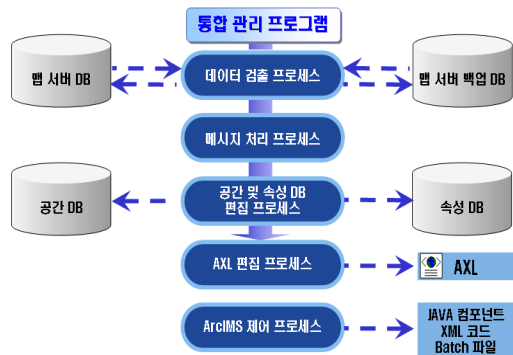


그림 3. 통합 관리 프로그램 프로세스 진행도

데이터 검출 프로세스는 통합 관리 프로그램이 운영되기 시작한 시점부터 타이머를 작동시켜 10초 간격으로 데이터 추가 여부를 검색하여 추가시 해당 데이터를 로드하는 프로세스이다.

공간 및 속성 DB 편집 프로세스는 수신된 피해조사 정보가 신규 정보일 경우에는 새롭게 공간 정보와 속성 정보를 생성하게 된다. 기존에 작성되어 있는 경우에는 해당 도형 및 속성 정보를 열어 레코드를 추가하는 역할을 한다.

ArcIMS내의 맵 서비스는 JAVA 컴포넌트와 XML 코드를 이용하여 공간 및 속성 DB에 데이터가 추가되었을 때 관련 정보를 자동으로 갱신할 수 있도록 하였다.

4. 연구 결과

4.1 시스템 메인 인터페이스

그림 4는 웹 GIS의 인터페이스와 기능을 나타낸 것으로 주로 메뉴 영역, 레이어 트리 영역, 정보표출 영역, 지도 영역으로 나뉜다. 모든 페이지에서 이러한 인터페이스 형식이 동일하게 적용되며 이는 사이트의 통일성, 효율성, 기능성 측면에서도 계속 유지되도록 하였다.



그림 4. 시스템 인터페이스

4.2 피해정보 표출

재해정보는 자연재해원인에 따라 태풍, 대설, 기타, 호우, 폭풍, 태풍호우, 돌풍 7가지로 분류되어있다. 각 재해 피해원인에 따른 재해피해범례는 재해유형 및 피해정도에 따라 색깔을 달리하여 구축 하였다[14].

세부적인 정보는 별도로 구축한 전자재해대장을 통해 표출된다. 화면상에 재해아이콘이 뜨면 정보보기를 누른 후 재해아이콘을 선택하여 해당위치의 재해정보를 확인할 수 있다. 전자재해대장은 피해정보와 현장정보로 나뉘어 제작하였으며 실제 재해대장에 기록되는 항목 뿐 아니라 현장사진 정보와 동영상 등을 제공함으로써 보다 효율적으로 전달이 가능하게 하였다.

4.3 재해이력정보

재해이력정보는 대상지역에 대해 과거 일어났던 각종 재해유형, 피해정보, 복구현황 등에 관한 내용을 실제 양식에 맞추어 제공한다. 본 연구에서는 부산시청에서 제공한 과거 부산시 전체 및 강서구 일대에 관한 문서화된 이력정보를 바탕으로 전산화 하였다. 전산화된 이력정보로는 부산시 및 강서구 상습침수구역정보, 강수량정보, 피해 및 복구현황 등이 있다.

상습침수구역정보는 과거 침수지역의 피해내용, 침수지구 유형정보, 침수이력횟수, 침수이력수심, 침수관련정보, 침수지역 개선소요사업 및 지역 관리자에 대한 정보를 제공한다.

강우량 정보는 부산광역시외의 강우량 관측 지점 총 11 지점 AWS(Automatic Weather System)자료를 일자별, 시간별 강우량 정보를 제공할 수 있도록 개발하였다.

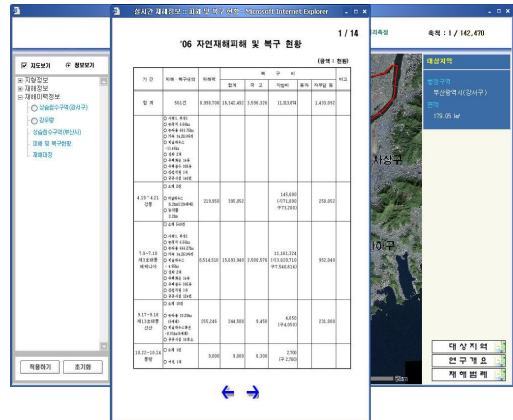


그림 5. 피해 및 복구현황

그림 5는 부산시 전체의 피해 및 복구현황으로 1993년부터 2006년까지 구축된 부산시 전체에 대한 자연재해피해 및 복구에 관한 현황을 전산화하여 구축하였다. 재해 관련 정보는 재해기간, 재해유형피해, 피해액 복구내역, 및 복구비에 관한 정보를 담고 있다.

5. 현장 적용성 검토

5.1 시나리오 작성 및 개요

구축한 피해조사자동화 실용시스템의 운용을 위하여 웹 GIS의 시범 적용한 결과를 바탕으로 현 시스템의 문제점을 분석하고 보완하기 위한 제반 사항을 분석하였다. 구체적 방법으로 시범지역 내에서 태풍'나리'가 발생했다는 가상시나리오를 설정하여 시스템을 현장에 적용하고, 그 결과로서 나타난 제반 문제점을 확인하고 개선방안을 도출하였다.

5.2 시나리오 결과

현장에서 조사된 피해정보들은 무선통신을 통해 실시간으로 메인서버에 있는 피해 DB에 저장되었다. 아울러 웹 GIS 시스템에 있는 통합관리프로그램을 통해 메인화면상에 포인트로 실시간 표출되었다. 조사한 세부항목은 둔치교 인근의 도로, 하천제방, 교량 등의 피해정보로써 각각의 재해유형과 반파, 전파 등 피해규모에 따른 재해범례별로 웹GIS 화면상에 표시되었다.

세부항목은 해당 포인트를 클릭하면 활성화되는 전자재해대장을 통해 확인 가능하였다. 피해정보와 현장정보로 나뉘어 있는 전자재해대장에 피해항목 및 유형, 피해규모, 그리고 피해역에 이르기까지 제반 피해정보와 조사자가 수기로 입력한 현장 메모 및 사진 등을 통해 실시간으로 보다 효과적인 정보 표출이 가능하였다. 그림 6은 둔치교 인근 제방 피해에 관한 전자재해대장 예시이다. 피해길이와 피해액, 해당지역의 좌표 정보 등 제반 피해정보와 현장정보에 조사자가 직접 작성한 현장 메모를 볼 수 있음을 확인하였다.



그림 6. 하천제방 피해정보

6. 결론

본 연구에서는 재해 현장에서 전송된 피해정보를 위치 정보와 함께 제공하는 웹GIS 기반의 자연재해 피해정보 관리시스템을 개발하였다.

웹GIS는 무선통신을 이용하여 얻어진 재해피해정보를 제공함으로써 사용자들에게 실시간 피해정보의 제공이 가능하다. 이와 함께 피해지역의 위치정보를 GIS데이터 및 고해상도 영상을 통해 표출함으로써 손쉽게 전체 피해상황을 파악할 수 있도록 하였다. GIS DB는 수치지형도의 가공을 통해 구축하였고, 이와 함께 1m급 고해상도 위성 영상을 스트리밍 방식으로 제공하여 효율적인 정보 제공이 가능하도록 하였다. 또한 전자재해대장을 통해 세부적인 공공시설물 등에 대한 피해규모, 피해액 등 제반 피해정보를 현장사진 등과 함께 제공하여 보다 정보의 신뢰성 확보를 위한 방안을 마련하였다.

본 연구에서 개발한 웹 GIS 시스템은 도로, 교량 등 응급복구지역 선정 및 향후 전체 복구지침을 마련과 같은 의사결정에 도움을 줄 수 있을 것이라 생각된다. 나아가 방재업무 담당자 외에 관련 정부기관 및 일반 국민들에게도 신속하고 정확한 피해정보의 제공이 가능할 것으로 판단된다. 하지만 보다 효과적인 시스템의 운용과 효율적인 정보제공을 위해서는 사용자가 다양한 정보검색 및 추가할 수 있는 방안에 관한 추가적인 연구가 필요하다. 또한 보다 다양한 피해정보를 손쉽게 공유하기 위하여 기존의 국가차원에서 구축하여 운영 중인 NDMS와 데이터 공유를 위한 방안마련이 필요하다고 사료된다.

참고 문헌

- [1] 국립방재연구소, 공간영상정보를 이용한 풍수해 피해 정보 활용시스템 Prototype 개발, 2006.
- [2] 국립방재연구소, 피해조사자동화실용시스템 시범 구축 (I), 2008.
- [3] 김계현, GIS개론, 대영사, 2004.
- [4] 정보통신연구진흥원, 재난통신용 주파수 확보 및 간 이무선국용 주파수 초협대역화 추진방안 연구, 2002.
- [5] Jensen, J. R, 환경원격탐사, 시그마프레스(주), 2003.
- [6] 국립방재연구소, GIS를 이용한 재난관리체계 구축에 관한 연구, 2003.
- [7] 박태선 외 3인, “홍수 피해 특성 분석 및 홍수 피해지표 개발에 관한 연구”, 국토연구원, 2005.
- [8] 김양수, “홍수재해조사 및 재해자료관리 기법”, 대한지질공학회 세미나자료, 2000, pp.36-51.
- [9] 김유경 외2 인, “웹서비스 개발 프로세스에서 구현전략 결정을 위한 평가지침”, 한국정보과학회논문지, 제33권 제5호, 2006, pp. 460-469.
- [10] 정보통신연구진흥원, 웹서비스 기반 GIS서비스를 위한 관련 국내의 기술표준 동향 및 전망, 2003.
- [11] 김태영, ASP.NET v1.0 with C#, 영진닷컴, 2005.
- [12] 김계현 외 2인, “홍수방재정보 공공화 구현을 위한 웹 시스템 개발”, 한국공간정보시스템학회 학술회의 논문집, 2006, pp. 75-79.
- [13] 프레드 바웰 외 15인, 정보문화사, “Professional Visual Basic .NET,” 2003.
- [14] 행정자치부 행정표준코드관리시스템 “http://code.gc.go.kr/code/index.jsp”