

# 도시침수 통합관리 시스템 구축을 위한 공간DB기반 Map Viewer 프로토타입 설계

## A Prototype of the Map Viewer based Spatial DB for the Integrated Urban Flooded Area Management System

김기욱\* · 서태웅\*\* · 김창수\*\*\*

Kim, Ki Uk · Seo, Tae Woong · Kim, Chang Soo

### Abstract

Recently the life and property damage caused by urban inundation have increased. In order to prevent the damage by inundation the researches for displaying the flooded areas through integrating SWMM and GIS have been progressed. However most of flood analysis systems only have used the GIS to display the flooded areas, and don't provide the integration disaster information to prevent the inundation. In this paper, we design a prototype for the Map Viewer based Spatial DB for the integrated urban flooded area management system. And we implement the spatial DB conversion module.

**key words** : Urban Flood Warning System, Spatial Database, GIS(Geographic Information System)

### 요약

최근 이상기후 등의 영향으로 도시침수로 인한 인적·물적 피해가 증가하고 있다. 침수위험지역 관리를 위해 SWMM 등의 유출모형과 GIS (Geographic Information System) 기술을 결합하여 위험지역의 정보를 사전에 제공하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 대부분의 침수위험지역 관리 시스템의 GIS는 유출모형 등을 통한 수문분석결과를 가시화하는 정도로 활용되고 있으며, 침수관리 시스템을 통한 침수위험지역의 예방/대응 등의 통합된 방재정보를 제공하지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 도시침수 통합관리 시스템 구축을 위한 모듈로 공간DB기반의 Map Viewer 시스템의 프로토타입을 설계하고, Shape File 포맷의 지도정보를 공간DB로 변환하는 모듈을 구현하였다.

## 1. 서론

지구 온난화, 이상기후 등으로 미국, 인도, 폴란드, 독일 등 세계 곳곳이 홍수, 침수로 인한 인명 및 재산피해를 입고 있다. 국내의 경우, 지난 2003년 태풍 매미, 2007년의 집중호우 등으로 인해 갑자기 불어난 수위로 인해 많은 인명피해를 겪기도 했으며, 수해로 인한 재산 피해는 우리나라 복지예산의 20배가 넘는 규모이다 (정문섭, 2006)

이에 국내·외로 침수지역 분석 및 관리에 관한 연구가 활발히 진행 중 이다. 지난 2003년부터 5차년에 걸친 도시홍수 재해관리기술연구사업단의 연구를 통해 도시홍수 재해해석, 예·경보 시스템, 재해경감 등에 관한 연구가 수공학, 토목분야를 중심으로 활발히 진행되고 있다. 또한 최근 GIS(Geographic Information System) 기술의 발달에 따라 수문모형 등을 통해 분석된 침수위험지역을 ArcView/Info등의 GIS Tool을 이용하여 가시화 하려는 연구가 활발하다. 특히 국내 순수 GIS 엔진을 기반으로 한국건설기술연구과 (주)지오매니아에서 개발한 HyGIS는 하천 침수 등을 분석할 수 있는 TopModel, SWAT, HMS등의 수문모형을 HyGIS엔진에 연

\* 부경대학교 정보공학과·박사과정·E-mail: dawnlion@daum.net

\*\* 부경대학교 컴퓨터멀티미디어전공

\*\*\* 정회원, 부경대학교 정보공학과·교수

계시킨 프로그램을 개발하였다. 하지만 현재 국내 침수분석에 관한 연구는 수문 모니터링, 재해해석, 침수에 측모형 등 개별 시스템 위주로 연구가 진행되고 있다. 최근 U-Eco/City 및 건설교통부의 재난방지시스템에 관한 연구방향을 고려할 때 현재 개별로 진행되고 있는 침수시스템의 모듈을 연계·통합함으로써 통합된 재난관리 시스템에 구축에 관한 연구가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 도시침수 통합관리 시스템 구축을 위한 모듈로 공간DB기반의 Map Viewer시스템의 프로토타입을 구현하였다. 이를 위해 부산시 UIS Shape파일로부터 UIS DB를 구축하고, 침수위험지역 분석을 위한 공간분석을 위해 공간DB기반의 Map Viewer의 프로토타입을 설계하였다.

## 2. 관련연구

### 2.1 도시침수 관리시스템에 관한 연구

최근 도시침수를 사전에 분석하고 피해를 최소화하기 위한 연구가 활발하다. 국내 침수에 관한 국내 연구는 침수예측을 위한 침수해석 모형 및 입력매개변수 선정에 관한 연구, 기상 및 강우 모니터링에 관한 연구 그리고 GIS와 연계된 침수관리 시스템에 관한 연구로 크게 분류된다. 국내 한건연, 이창희등은 SWMM(Storm Water Management System)과 연계하여 2차원 침수해석 모형을 개발하고 건물 및 유출된 강우의 재유입의 영향을 고려한 침수해석에 관한 연구를 수행하였다(한건연, 2006). Hsu등은 SWMM모형을 이용하여 맨홀에서의 유출이 배수 펌프시설의 유무에 따른 침수해석을 2차원 확산방정식을 활용하여 분석하였다(Hsu, 2000). 또한 SWMM등의 수문모형의 입력 매개변수의 적정성은 수문해석 결과에 중요한 인자이다. 따라서 국내 이상호등은 DEM(Digital Elevation model)를 사용하여 안양천 유역을 대상으로 SWMM용 입력 매개변수의 적정성에 관한 연구를 수행하였다. 이범희, 이길성등은 전문가 시스템을 이용하여 매개변수의 추정 및 검증방법을 제시하였다(이상호, 이정민, 이길성, 2006). 수문 모니터링에 관한 연구로 서규우 등은 시범유역에 설치된 실시간 강우 관측장비를 활용하여 수문자료를 모니터링 하고, 이를 통해 획득된 데이터로 도시유출 현황 분석 및 유출억제에 관한 연구를 수행하였다(서규우, 2005). 현재 시범유역에 대한 실시간 모니터링 시스템은 건설기술연구원에서 운영중인 수문관측 및 유량계측 시스템, 해양 및 해양기상 모니터링을 위한 실시간 해양.해양 기상 모니터링 시스템, 21세기 프론티어 사업의 연구성과인 호주 멜번 수문 모니터링 시스템등이 운영되고 있다. 유환희 등은 3차원 GIS를 적용한 홍수재해관리 시스템에 관한 연구를 수행하였고(유환희, 2004), 이성민등은 예상 강우량 및 지속시간에 따른 홍수피해지역을 분석하는 홍수관리 시스템에 관한 연구를 수행하였다. 이민우 등은 도시유출모형과 GIS를 통합한 시스템을 구축하고, 토지이용과 지형적 요소에 따른 홍수 위험지역을 분석하는 시스템을 개발하였다(이성민 2002).

### 2.2 공간 데이터베이스

지리정보시스템에서 표현되는 공간정보는 실세계 개체에 대한 공간정보 및 각 개체에 대한 속성정보로 구성된다. ESRI의 ArcView/Info등의 Tool 및 많은 GIS Tool에서 사용되는 Shape File은 실세계 개체를 'shp', 'shx', 'dbf'의 3가지 파일로 분류하여 객체의 공간정보 및 속성정보를 표현한다. 공간정보에 대한 데이터베이스 구축은 크게 3가지 형태로 분류할 수 있다. 즉, 기존 관계형 데이터베이스를 사용하여 공간객체에 대한 데이터베이스를 구축하는 방법과 관계형 데이터베이스 및 파일을 결합하여 공간객체를 구축하는 방법, 그리고 기존 DBMS를 확장하여 공간객체를 지원하는 방법으로 분류된다. 기존 관계형 데이터베이스를 통해 공간객체를 표현하기 위해서는 실세계 개체의 공간정보 및 속성정보 각각을 테이블로 구축해야 하며, 공간 검색 및 수행에 많은 시간이 소요되며 공간정보를 구축하는데도 많은 어려움이 있다. 이에 현재 ArcInfo, MGE등에서 사용하는 방법은 관계형 데이터 베이스와 파일을 혼합하여 사용하고 있으며, 기존 관계형 데이터베이스에서 구축하기 어려운 기하학적 공간정보는 파일 형태로 구축한다. 하지만 이 경우 이중의 데이터 모델이 동시에 존재함으로써 DBMS 쿼리, 복구 등의 기능에 제약이 있다. 최근 DBMS에 공간데이터모델을 확장하여 사용하려는 연구가 진행 중이다(P.Rigaux, 2002).

### 3. 공간DB기반 Map Viewer 시스템

#### 3.1 전체 시스템 구성도

공간DB기반 Map Viewer 시스템의 프로토타입은 (그림 1)과 같다. 침수분석을 위한 공간데이터는 부산광역시 남구 대상지역에 대한 하수관, 맨홀, 배구구역, 건물, 도로 등의 UIS Shape파일로 구축하였다. 공간DB기반의 Map Viewer 시스템은 UIS Shape file을 공간데이터베이스에 구축하기 위한 공간DB모듈과 공간 데이터베이스에 구축된 공간정보를 이용한 GIS Engine, 공간분석 모듈, 그리고 침수 시뮬레이션을 위한 SWMM 시뮬레이터 연동모듈로 구성된다.

공간DB 모듈은 Line, point, polygon 공간객체에 대한 공간 DB변환 모듈로 UIS Shape의 하수관, 도로, 건물, 맨홀 등의 공간정보를 해당 좌표와 속성정보로 분리하여 공간 데이터베이스에 구축한다. GIS Engine 모듈은 공간 데이터베이스에 구축된 공간객체의 기하학정보 테이블을 이용하여 지도 display, zoom-in, zoom-out, move 등의 GIS Engine 기능을 제공하며, 공간 분석 모듈은 SWMM 실행결과와 공간쿼리 결과를 연계하여 침수위험지역을 분석한다. 시뮬레이션 연동 모듈은 SpatialDB에 저장된 정보를 조합하여 SWMM Simulator 입력파일을 자동생성 한 후 SWMM 시뮬레이션을 수행하고, 수행결과를 Spatial DB의 결과 테이블에 저장한다.

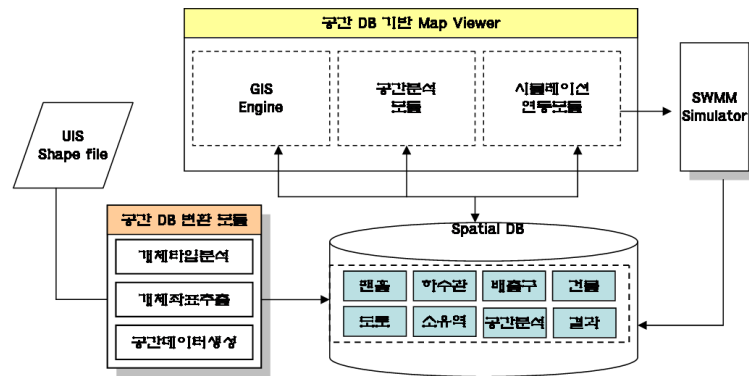


그림 1 전체 구성도

#### 3.2 공간DB 변환 모듈

본 논문은 Oracle DB를 기반으로 공간DB를 구축하였다. 오라클 DB에서 정의된 공간데이터 형태는 (그림 2)와 같이 SDO\_GEOMETRY 필드에 저장되며, 공간객체의 데이터 형태, 좌표정보 등을 저장한다. 선택된 객체의 점,선,면의 유무는 SDO\_TYPE 및 SDO\_ELEM\_INFO 속성을 통해 식별하며, 실제 좌표값은 SDO\_ORDINATES 속성에 저장된다.

```

SDO_GEOMETRY(
1) SDO_GTYPE,SDO_SRID, SDO_POINT //공간객체 타입 및 좌표시스템 지정
2) SDO_ELEM_INFO // 공간객체의 좌표해석 방법 지정
3) SDO_ORDINATES //공간객체의 좌표값
    
```

그림 2 오라클DB의 공간정보 데이터 포맷

해당 Shape File을 공간DB형태로 변환하기 위해 공간DB모듈은 선택된 Shape file의 형태를 식별하며, 해당 객체의 좌표를 Shape파일의 데이터 구조에서 추출한다. 선택된 Shape 파일이 맨홀 등과 같이 point 객체일 경우 Point의 x,y 좌표값을 GEOMETRY속성에 자동입력하며, 건물, 하수관 등의 Polygon 및 Line의 경우 각 객체의 모든 x,y 좌표값을 Geometry 속성에 입력한다.

#### 4. 프로토타입 구현결과

공간DB 변환 및 공간검색 수행 결과는 (그림 3)과 같다. 그림과 같이 Map Viewer를 통해 Shape 파일을 선택함과 동시에 해당 Shape 공간객체는 오라클 공간 DB에 하나의 레코드로 생성된다. 구축된 공간DB로 선택한 공간객체에 대한 공간분석 기능을 수행할 있으며, 두 객체 사이의 거리를 검색한 결과는 (그림 3)의 아래와 같다.

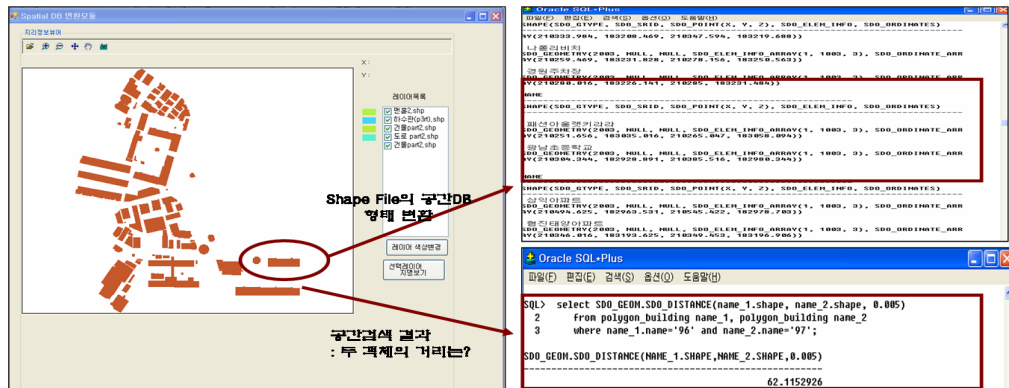


그림 3 공간DB변환 및 공간검색 수행 결과

#### 5. 결론

본 논문에서는 도시침수 통합관리 시스템 구축을 위한 모듈로 공간DB기반의 Map Viewer모듈을 설계하고 공간DB변환 모듈을 구현하였다. 공간DB기반의 Map Viewer를 구축함으로써 ArcView 등의 상용 tool에서 제공되던 공간분석 기능을 Map Viewer모듈에서 제공할 수 있으며, 이는 침수위험지역 분석 시스템에 활용될 수 있다. 향후 연구로는 본 연구에서 설계한 공간DB기반 Map Viewer모듈을 통한 공간분석 모듈과 SWMM 시뮬레이터를 연계하여 침수위험지역을 분석하고자 한다.

#### 참고문헌

1. 정문섭, 김광익, 이영주(2006). “방재국토 구축을 위한 GIS 활용방안 연구(II)”, 국토연구원
2. 이창희, 한건연, 최규현(2006), “SWMM을 연계한 DEM기반의 도시침수해석 모형”, 한국수자원학회논문집, 제 39권 제 5호, pp 379-387
3. Hsu,M.H, Chen,S.H, Chang T.H, "Inundation simulation for urban drainage basin with storm sewer system", Journal of Hydrology, Vol 234, Issue 1-2, pp 21-37
4. 이경민, 이상호, 이길성 (2006), “물 환경 건전화를 위한 도시하천의 물 순환 모의”, 한국수자원학회논문집, 제 22권 제 2호, pp 349-357
5. 서규우, 나현우, 김남길 (2005), “도시홍수방재를 위한 수문모니터링시스템의 적용”, 동의대학교 산업과학기술연구소 논문집, 제 19권, pp 41-48
6. 유환희, 김육남, 김성남, 정동기 (2004), “홍수재해관리를 위한 3차원 GIS적용”, 한국지형공간정보학회 논문집, 제 12권 제 1호, pp 21-29
7. 유환희, 이민우, 이성민 (2002), “도시홍수재해 관리시스템 구축”, 대한토목학회 논문집, 제 22권 제 3-D호, pp 561-569
8. P.Rigaxu, M.Scholl, A.Voisard, "Spatial Database with Application to GIS", Elseviser