

하수관거 공간DB 구축을 위한 ESRI 공간 파일의 오라클 공간DB 자동 변환 기법

김기욱[†], 황현숙^{**}, 김창수^{***}

요 약

최근 도시침수 방제를 위한 전자재해지도 시스템 구축을 위해 GIS(Geographic Information System)의 활용이 증가하고 있다. 전자재해지도 시스템은 과거 침수지역 및 침수예상지역을 수문학적 모델을 이용하여 분석하고, 침수 위험지역에 대한 정보를 지도를 통해 사용자에게 보여주기 위한 시스템으로 자연재해대책을 통해 작성 지침을 공시하고, 법제화를 추진하고 있다. 전자재해지도의 침수 예측시스템을 구축하기 위해서는 SWMM(Storm Water Management System)등의 유출모형과 침수예측모델을 통한 침수위험 지역을 분석하고, 이를 가시화하는 모듈이 개발되어야 하며, 이를 위해서 도로, 건물 등의 도시시설물과 맨홀, 하수관 등의 도시 관거시스템에 대한 공간 데이터와 유출모형을 통한 수문분석 결과 데이터가 공간 데이터베이스에 구축되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 하수관거 및 도시시설물에 대한 공간 데이터를 구축하기 위해 수치지도 데이터로 가장 널리 사용되는 데이터 형식인 ESRI사의 Shape File을 이용하여 공간 데이터를 자동으로 생성하는 기법에 대한 연구를 수행한다. 이를 위해 ESRI Shape File을 오라클 공간 데이터베이스로 자동 변환하기 위한 알고리즘을 제시하고, 생성된 하수관거 공간 데이터베이스와 연계하여 침수위험지역정보를 가시화하는 프로토타입 시스템을 개발한다.

The Method for Transforming the Shape File in ESRI into the Oracle Spatial DB for the Spatial DB Construction of the Drainage System

Ki-Uk Kim[†], Hyun-suk Hwang^{**}, Chang-soo Kim^{***}

ABSTRACT

Recently, use of the GIS(Geographic Information System) for the disaster of the urban inundation is increasing. The digital disaster map is the system which analyzes the occurrence area of inundation in the past and forecasts the flood areas by the hydrology method. The development of the system which simulates the flood forecast area by the SWMM(Storm Water Management System) and hydrology method and displays the danger areas is required for the construction of the inundation forecast system. And the spatial database which contains information of the urban facilities such as the street and building and the sewer system such as the manhole and drainage and the result of the hydrology analysis is constructed. In this paper, we propose the method for transforming the Shape File in ESRI into the Oracle spatial database to construct the spatial data for the drainage systems and urban facilities using the Shape File format in the ESRI. We suggest the algorithm for the transformation of the data format, and develop the prototype system to display the inundation area using the spatial database.

Key words: Shape File(쉐이프 파일), Spatial DB(공간 데이터베이스), Inundation Analysis System(침수 관리 시스템)

* 교신저자(Corresponding Author) : 김창수, 주소 : 부산광역시 남구 대연3동 599-1(608-737), 전화 : 051)629-6245, FAX : 051)629-6245, E-mail : cskim@pknu.ac.kr
접수일 : 2008년 10월 2일, 완료일 : 2009년 4월 29일

[†] 준회원, 부경대학교 정보공학과 박사과정

(E-mail : dawnlion@daum.net)

^{**} 정회원, 부경대학교 시간강사

(E-mail : hhs@pknu.ac.kr)

^{***} 종신회원, 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수

1. 서 론

최근 GIS를 활용한 방재정보시스템에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 특히 도시침수를 사전에 예방하고 이로 인한 피해를 경감시키기 위해 전자재해대책법 및 소방 방재청을 중심으로 전자재해지도에 대한 작성 지침을 공시하고 있으며, 각 지자체별로 전자재해지도의 개발을 위한 법제화를 추진 중에 있다.

공간 데이터는 도로, 하천 등의 실세계 개체를 점, 선, 면 등의 도형정보와 속성정보로 표현하기 위한 데이터 형식이다. 전자재해지도의 침수예측시스템을 구축하기 위해서는 건물, 도로 및 도시 하수관거에 대한 공간 데이터를 데이터베이스에 구축하고, 데이터베이스의 데이터를 입력 매개변수로 하는 침수예측모델을 통해 침수위험지역을 분석하고, 위험지역에 대한 정보를 사용자에게 가시화하기 위한 시스템의 개발이 필요하다.

GIS를 활용한 도시침수에 관한 연구로 김상용[1] 등은 상습침수지역을 GIS와 연계하여 효율적으로 관리하는 방안을 제시한 바 있으며, 김석규[2] 등은 지형학적 자료와 빈도별 홍수위 자료를 이용하여 전자재해지도를 작성한 바 있다. 김태훈[3] 등은 IT기술과 웹 서비스를 기반으로 다양한 피해정보를 사용자에게 제공하는 자연재해 피해정보관리 시스템에 대한 연구를 수행하였다. 또한 이상신[4] 등은 홍수위험지도 제작을 위한 데이터베이스를 설계한 바 있으며, 박현철[5] 등은 연안지역을 대상으로 연안재해 위험지역에 대한 공간 데이터베이스를 구축하고, 웹을 통해 위험정보를 디스플레이하는 시스템을 개발한 바 있다. 하지만 기존 연구의 경우 연구의 주안점이 강우에 따른 하수관거의 유출현상을 분석하는데 있으며, 위험지역에 대한 정보는 수문학적 유출모형을 통해 침수위험지역을 시뮬레이션하고, ArcView 등의 상용 GIS S/W를 사용하여 시뮬레이션 결과를 표시하는 정도로 표현되고 있어, 시민에게 침수위험도로, 건물의 위치 등의 정보를 지도화면을 통해 제공하기 어렵다. 침수위험지역 정보를 지도 화면을 통해 가시화하기 위해서는 도로, 건물 등의 도시시설물 정보와 맨홀, 하수관거 등의 도시 관거 시스템에 대한 공간 데이터와 유출 모형을 통한 수문 분석 결과 데이터가 데이터베이스에 구축되어야만 한다.

본 논문에서는 하수관거 및 도시시설물에 대한 공

간 데이터를 구축하기 위해 수치지도 데이터로 가장 널리 사용되는 데이터 형식인 ESRI사의 Shape File을 이용하여 공간 데이터를 자동으로 생성하기 위한 알고리즘을 개발하고, 생성된 하수관거 공간 데이터베이스와 연계하여 침수위험지역 정보를 가시화하는 프로토타입 시스템을 개발한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 ESRI사의 수치 데이터 파일 구조 및 오라클 공간 데이터 구조에 대해 설명하고, 제 3장에서는 공간 데이터 자동변환 알고리즘 및 시스템의 설계에 대해 기술한다. 제 4장에서는 프로토타입 시스템의 구현 결과에 대해 기술하고, 제 5장에서 결론 및 향후 연구를 제시한다.

2. 공간 데이터

2.1 ESRI 수치데이터 파일 구조

공간 데이터를 위한 데이터 파일 형식 중 가장 널리 사용되고 있는 데이터 형식은 ESRI사의 Shape File이다. Shape File은 표 1과 같이 지리적 공간 데이터에 대한 기하학적 위치와 속성 정보를 저장 및 제공하는 비위상구조의 데이터형식으로 메인 파일(main file), 인덱스 파일(index file), dBASE table로 구성된다. 메인 파일은 파일 길이, 객체 타입 정보 등을 포함하는 파일 헤더와 해당 개체의 공간 정보를 포함하는 좌표 정보를 제공한다. 인덱스 파일은 메인 파일과 동일한 파일 헤더를 가지며, 메인 파일의 속성 정보를 제공하는 속성 파일과 연결을 위한 레코드 위치정보를 포함한다[6]. 그림 1은 ArcMap을 통해 '건물.shp' Shape File을 조회한 화면으로 '고려 약국'은 메인 파일의 하나의 레코드에 해당되며, dBASE

표 1. Shape File 구성

파일 유형	기능
.shp	· 지리현상의 기하학 정보를 저장하는 파일 · 좌표의 집합을 저장
.shx	· 지리현상의 기하학 정보의 인덱스를 저장하는 파일 · .shp 파일 내부 데이터 구조의 주소를 저장
.dbf	· 지리현상의 속성 정보를 제공하는 dBASE 파일

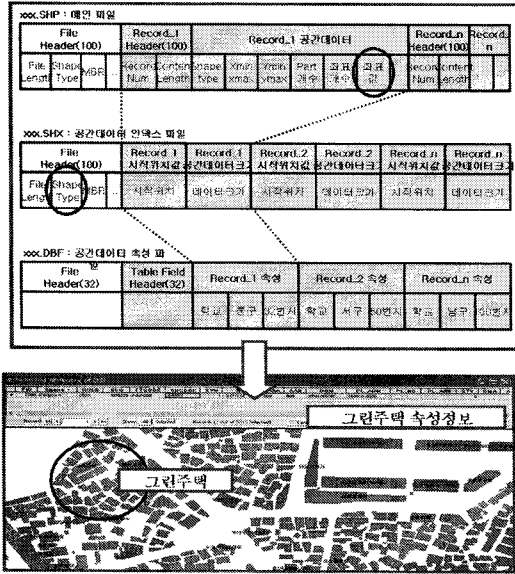


그림 1. Shape File 구조

테이블을 통해 제공되는 레코드 속성정보는 ‘고려 약국 속성정보’의 형태로 ArcMap S/W를 통해 조회할 수 있다.

2.1.1 메인 파일 (.Shp)

메인 파일의 구조는 고정 길이의 파일 헤더와 가변 길이의 레코드로 구성된다. 각 가변길이 레코드는 고정 길이 레코드 헤더의 내용에 따라 정보를 저장하게 되며, 메인 파일 헤더는 공간 데이터의 형식 정보 및 영역 정보 등이 포함되며, 형식 정보가 “1”이면 점 객체, “3”이면 선 객체, “5”이면 면 객체를 나타낸다.

2.1.2 인덱스 파일 (.Shx)

인덱스 파일은 100 바이트 길이의 파일 헤더를 가지며, 헤더 부분 다음에 8 바이트의 고정 길이 레코드가 위치한다. 인덱스 파일 헤더 부분은 메인 파일 헤더 부분과 동일하며 인덱스 레코드에 저장된 내용의 길이는 메인 파일 레코드 헤더 부분에 저장된 값과 같다

2.1.3 dBASE 파일 (.Dbf)

dBASE 파일은 다른 테이블과 합쳐질 수 있는 속성들을 포함하며 파일명은 메인 파일 및 인덱스 파일과 동일하고 확장자는 .dbf이며, 레코드의 순서는 메인 파일의 순서와 동일하다.

2.2 오라클 공간 데이터

실세계 개체를 디지털 지도상에서 표현하기 위해서는 그림 2와 같이 공간 데이터의 구축이 필요하다. 즉, 실세계 개체정보를 점, 선, 면의 공간 도형정보를 지나는 벡터 정보로 단순화 시킨 후, 사물의 위치정보와 공간적 속성 정보를 포함하는 공간 데이터를 구축하게 된다. 이러한 공간 데이터는 일반적으로 관리의 효율성을 높이기 위해 데이터베이스로 저장되어 있다. 그러나 이러한 공간 데이터는 공간적 속성과 연산을 필요로 하기 때문에 기존의 관계형 데이터베이스로 처리하기에는 많은 한계와 어려움이 있다. 즉, SQL 쿼리문 등을 통해 속성정보에 대한 질의는 가능하지만, 선택한 위치에서 인접한 지역 검색 등의 위치관계에 기반한 공간 검색은 기존의 관계형 데이터베이스에서 처리하기가 힘들다. 따라서 최근 이러한 공간 데이터를 효율적으로 관리하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 기존의 관계형 데이터베이스를 확장시켜 공간 데이터를 다루는 방법으로 오라클 데이터베이스 시스템에서는 공간 데이터를 처리하기 위한 데이터 형식을 정의하고 있다[7].

오라클은 공간 데이터를 처리하기 위해 기존 관계형 데이터베이스에서 공간 데이터 처리 모듈을 확장하여 공간 데이터를 다루고 있다. 오라클에서 공간 데이터를 다루기 위한 데이터 형식으로 Geometry 형식의 컬럼을 정의하고 있으며, 데이터 속성정보 및 오라클 공간데이터 구축결과는 그림 3과 같다. 그림과 같이 SDO_GEOMETRY 데이터 형식은 SDO_

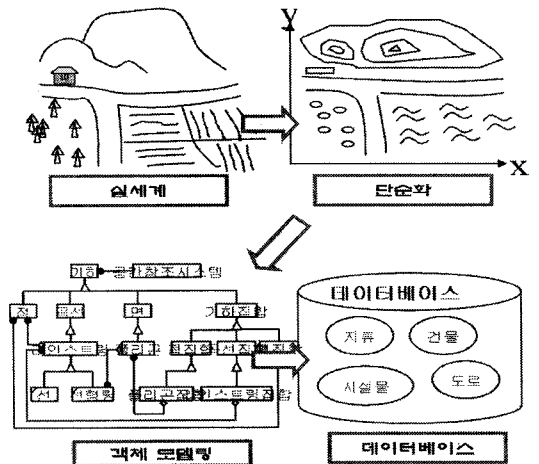


그림 2. 공간 데이터베이스 모델링 개념

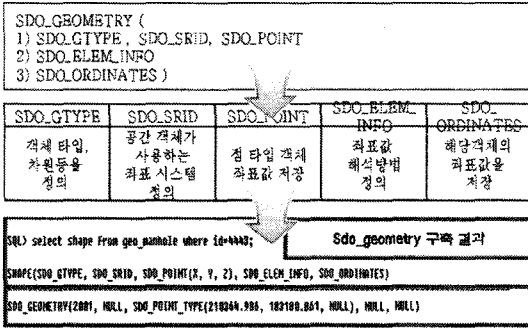


그림 3. 오라클 Geometry 데이터 형식

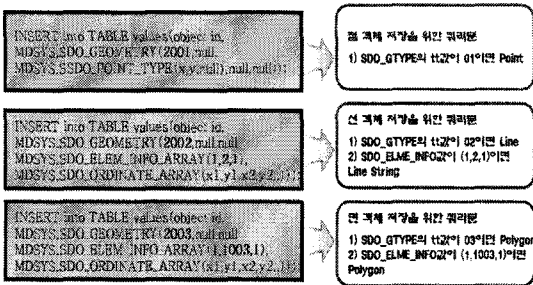


그림 4. 오라클 공간데이터 삽입 구문

GTYPE, SDO_SRID, SDO_POIT, SDO_ELEM_INFO, SDO_ORDINATES 필드로 구성되며, 각 필드에 저장되는 공간 데이터 정보는 다음과 같다. SDO_GTYPE은 해당 공간객체가 몇 차원의 공간객체인지, 그리고 선형참조 여부 및 객체의 모양정보를 저장하며, SDO_SRID 필드는 공간객체가 사용하는 좌표시스템을 정의한다. SDO_POINT 필드는 해당 객체가 점 형식의 객체일 경우 점 객체의 X, Y 좌표값을 저장하며, SDO_ORDINATE 필드는 해당 객체를 구성하는 모든 좌표 정보를 저장한다. 그리고 SDO_ELEM_INFO 필드는 SDO_ORDINATES에 정의된 공간객체의 좌표 값을 해석하는 방법에 대해 기술한다[8,9].

오라클 공간 데이터베이스를 통한 데이터 삽입구문은 그림 4와 같으며, 해당 객체가 점, 선, 면 객체인지에 따라 그림과 같은 삽입 구문이 사용된다.

3. 공간 데이터 자동변환 시스템 설계 및 구현

본 장에서는 Shape File에 대한 오라클 데이터베이스 데이터 형식으로 자동변환 하기 위한 알고리즘

을 제시하고, 공간 데이터베이스 자동 변환 시스템의 설계 및 구현에 대해 설명한다.

3.1 공간 데이터 자동변환 알고리즘

데이터 변환 알고리즘은 그림 5와 같이 Shape File의 메인 파일과 인덱스 파일로부터 선택한 객체의 객체 타입 및 길이, 레코드 수를 분석한 후 Shape 메인 파일로부터 객체의 좌표 정보를 추출한다. 그리고 공간 데이터베이스에 테이블을 생성한 후 분석한 객체 타입에 따라 공간 데이터베이스 테이블에 해당 객체의 좌표 정보를 레코드 개수만큼 저장한다. 알고리즘에 따라 구현한 데이터 변환 시스템은 기존 Shape File에 존재하는 공간 객체 좌표 및 객체 유형 정보를 자동으로 공간 테이블로 변환 시키는 시스템으로 시스템 구성도는 그림 6과 같다. 그림과 같이 공간 객체 타입 분석 모듈, 공간 객체 좌표 추출 모듈, 공간 객체 테이블 생성 모듈로 구성되며, Shape File의 헤더를 분석 후 공간 객체 타입과 좌표를 추출하고(①-②), 객체 타입과 좌표 정보는 공간정보 테이블의 Geometry 테이블에 저장된다(③-④).

3.2 공간 데이터베이스 설계

공간 데이터 저장을 위한 데이터베이스는 그림 7과 같이 맨홀, 하수관, 배출구 및 유역에 대한 속성테

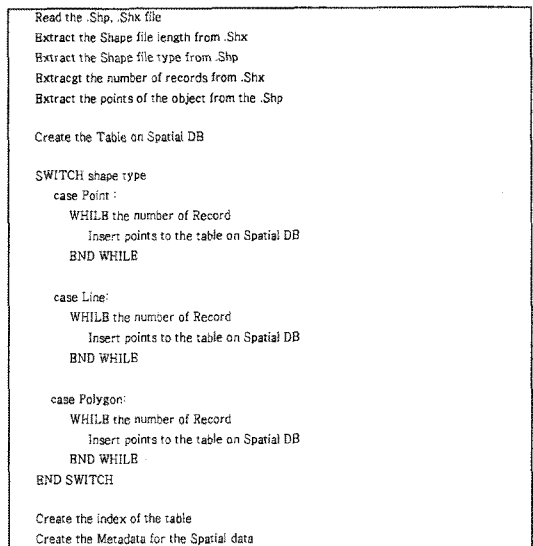


그림 5. 공간 데이터 변환 알고리즘

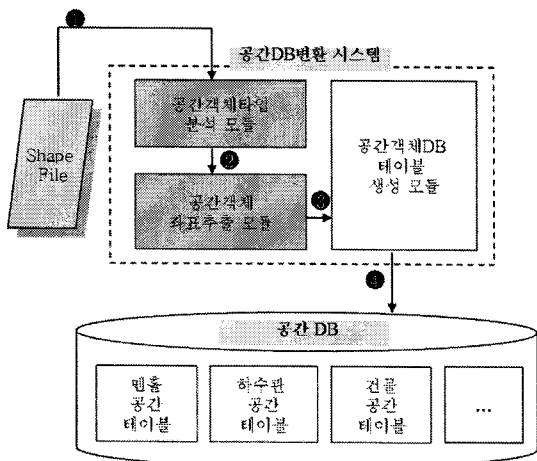


그림 6. 데이터 변환 시스템

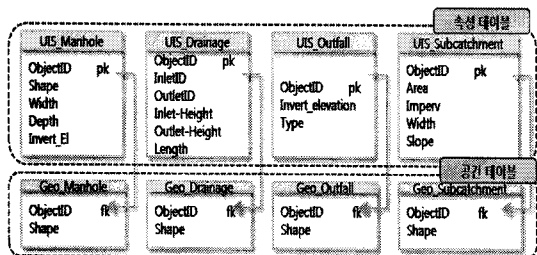


그림 7. 데이터베이스 테이블 구성

이들과 공간 테이블로 구성된다. 각각의 관계형 테이블과 공간정보 테이블은 ObjectID로 연결하여 해당 객체의 객체타입, 좌표정보는 공간 테이블에서 참조하고, 해당 속성값은 관계형 테이블에서 참조되도록 한다. 공간정보 테이블은 ID와 Shape 필드로 구성되며, Shape 필드는 오라클 데이터베이스에서 제공하는 공간객체를 위한 데이터 구조인 MDSYS.SDO_Geometry 데이터형으로 선언한다. MDSYS.SDO_Geometry 데이터형은 2.2절에서 설명한 바와 같이 SDO_GTYPE, SDO_SRID, SDO_POINT, SDO_ELEM_INFO, SDO_ORDINATES 필드로 구성되며, 맨홀, 하수관, 건물 등은 공간 데이터베이스 변환 시스템을 통해 선택된 Shape File의 데이터 유형, 좌표값, 좌표해석 방법 등이 저장된다.

3.3 공간 데이터 정보 분석 및 객체 좌표 추출

공간 객체의 형식 정보는 Shape File 인덱스 파일 헤더의 32번째 바이트에 저장되어 있다. Shape File

```
// 선택한 객체가 Point 객체인지 확인하는 함수
public bool isPoint(string fileName)
{
    int shapeType;
    FileStream fpSHP = System.IO.File.OpenRead(fileName);
    byte[] byteSHP = new byte[fpSHP.Length];
    fpSHP.Read(byteSHP, 0, Convert.ToInt32(fpSHP.Length));
    fpSHP.Close();
    shapeType = Convert.ToInt32(byteSHP[32]);

    if (shapeType != 1) return false;
    else return true;
}

// 선택한 객체가 Polygon 객체인지 확인하는 함수
public bool isPolygon(string fileName)
{
    int shapeType;
    FileStream fpSHP = System.IO.File.OpenRead(fileName);
    byte[] byteSHP = new byte[fpSHP.Length];
    fpSHP.Read(byteSHP, 0, Convert.ToInt32(fpSHP.Length));
    fpSHP.Close();
    shapeType = Convert.ToInt32(byteSHP[32]);

    if (shapeType != 5) return false;
    else return true;
}
```

그림 8. 객체 타입 추출 함수 코드

에서 Shape Type 값이 '1'일때 점, '3'일때 선, '5'일때 면 객체로 Shape File 데이터 파일 형식을 정의하며, 해당 객체 형태에 따라 공간테이블을 생성하는 함수가 호출된다.

Shape File의 좌표추출은 그림 9와 같이 메인 파일의 레코드 필드의 4번째, 12번째 필드를 필드를 참조

```
switch (shapeType)
{
    case 1://SHPT_POINT:
        {
            sfpPoints = new GeoPoint[recordNum];
            string query_Str1 = "insert into manhole_point values (?, ";
            string query_Str2 = "MDSYS.SDO_GEOMETRY(4000, NULL, ";
            string query_Str3 = "MDSYS.SDO_POINT_TYPE( ";
            string query_Str4 = "?, ";
            string query_cdb = "";
            query_cdb = "select NUM from " + dbNameTable;
            conn.Open();
            for (int i = 0; i < recordNum; ++i)
            {
                tap = BitConverter.ToInt32(byteSHP, 10);
                SwapWord(4, ref tap);
                tap = tap * 2;
                sfpPoints[i].x = BitConverter.ToDouble(byteSHP, tap + 12);
                sfpPoints[i].y = BitConverter.ToDouble(byteSHP, tap + 20);
                querycond = query_Str1 + (i + 1) + query_Str2 + query_Str3 +
                    sfpPoints[i].x.ToString() + query_Str4 + sfpPoints[i].y.ToString() +
                    query_Str4 + query_Str3;
                OracleCmd.CommandText = querycond;
                OracleCmd.Connection = OracleConn;
                OracleCmd.ExecuteNonQuery();
            }
        }
}
```

그림 9. 좌표추출 및 공간DB생성 코드

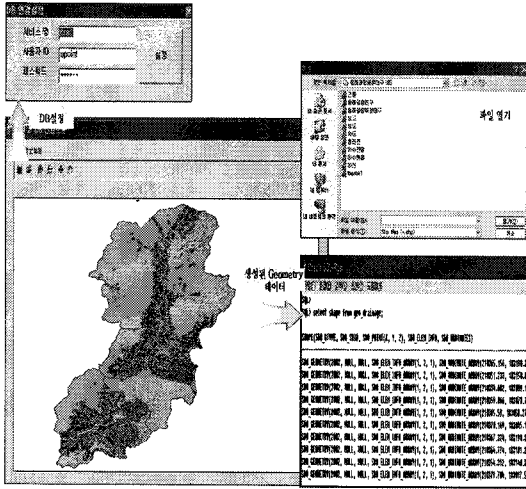


그림 10. 데이터 변환 결과

하여 추출한다. 만약 선택한 객체가 선과 면일 경우는 40번째 바이트 필드에서 선택한 면 객체를 구성하는 좌표의 전체 개수를 계산한다. 그리고 48번째 바이트를 참조하여 객체를 구성하는 좌표값을 추출한다. 그렇지 않고 선택한 객체가 점 객체면 레코드 필드에서 레코드 개수를 확인 한 후 레코드 개수만큼 좌표값을 추출하고, Geometry 필드에 삽입한다. 즉, 점 객체의 좌표값은 X,Y값을 저장하는 구조체에 레코드 개수만큼 저장된다. 추출한 좌표값은 객체 타입에 따라 공간DB 생성 질의문을 이용하여 공간 데이터베이스 테이블의 Geometry데이터에 저장된다.

데이터 변환 알고리즘에 따라 변환된 결과는 그림 10과 같다. 그림과 같이 DB 접속을 하고, 공간 DB로 변환하고자 하는 Shape File을 선택하면 그림과 같이 Shape File의 지도가 화면에 도시화되고, 공간 데이터베이스에 데이터가 생성된다.

4. 프로토타입 시스템 구현 결과

본 절에서는 3절에서 구축한 공간 데이터베이스의 데이터를 이용하여 침수위험지역 관리를 위한 프로토타입 시스템을 설계하고 구현 결과에 대해 설명한다. 프로토타입 시스템은 공간 데이터베이스 기반의 지도 뷰어 모듈과 침수위험지역 표시 모듈로 구성된다. 시스템 개발환경은 C#.Net 2005를 사용하였으며, 공간 데이터베이스 구축을 위해 Oracle 92 및 ADO.NET 컴포넌트를 사용한다.

4.1 공간 데이터베이스 기반의 지도 뷰어 모듈

지도 뷰어 모듈은 공간 데이터베이스 테이블 속성값에 저장된 공간객체를 화면에 보여주고, 조작하기 위한 GIS 뷰어 모듈이다. 지도 뷰어 모듈 실행 시 그림과 같이 공간 데이터베이스 테이블로 구축된 객체가 화면에 표시되며, 툴바 버튼의 이동 아이콘을 이용하여 지도를 이동할 수 있다. 그림 11은 지도 확대 및 축소 결과로 툴바 버튼의 +, - 아이콘을 사용하여 지도를 확대 및 축소한다.

4.2 공간 데이터베이스 기반 범람 위험지역 표시 모듈

범람 위험지역 분석을 위해서 프로토타입 시스템에서는 도시유출 모형인 SWMM 모형과 프로토타입 시스템의 범람위험지역 표시 모듈을 연계하였다. SWMM 도시유출 모형은 하수관거의 모양, 재질, 높이 등의 정보와 유역의 정보를 입력 매개변수로 하여 강우에 따른 하수관거의 유출현상을 모의하는 수문 모형이다[10]. SWMM 모의를 통해 범람발생 맨홀 지점을 분석할 수 있다[11,12]. 그림 12은 범람이 발생한 맨홀 주변을 범람 발생 위험지역으로 분석하고 주변 지역을 지도 화면에 도시화 한 결과화면이다.

범람 위험지역은 그림 13과 같이 유출 발생 맨홀로부터 반경 30m 이내에 위치한 건물을 위험도가 있는 지역으로 설정하고, 지도 뷰어를 통해 위험 범위에 위치한 건물을 가시화한다.

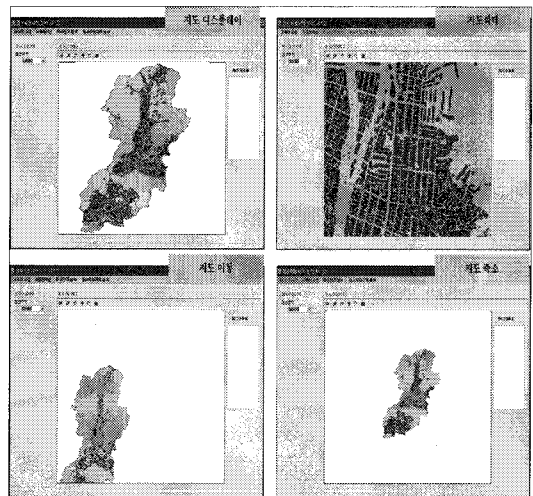


그림 11. 지도 뷰어 모듈 구현결과

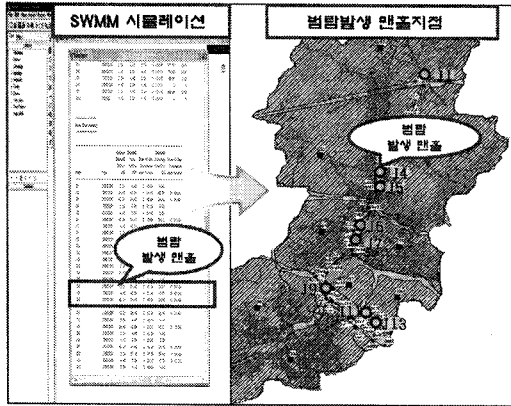


그림 12. SWMM 시뮬레이션 및 결과화면



그림 13. 범람 위험지역 가시화 화면

5. 결론 및 향후연구

GIS 기술의 발전과 함께 공간 데이터를 기반으로 한 도시방재 시스템 구축에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 기존 연구의 주안점은 강우에 따른 유출현상을 분석하는데 있으며, 침수 위험지역에 대한 가시화에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

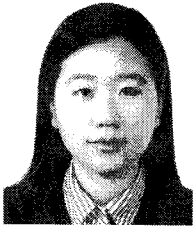
따라서 본 논문에서는 침수위험정보를 시민에게 가시화하기 위해 기존 UIS 시스템을 통해 구축된 도시시설물 및 하수관거 시스템의 수치지도 파일의 오라클 공간 데이터로의 자동변환 시스템을 개발하고, 구축한 데이터베이스를 활용하여 침수예상지역 정보를 가시화하는 프로토타입 시스템을 개발하였다. 본 논문에서 제시한 공간 데이터베이스 자동 변환 알고리즘은 Shape File의 헤더 분석을 통해 공간 데이터 형식과 좌표를 자동으로 추출하고, 해당 객체의 공간

정보를 오라클 공간 데이터베이스에 자동으로 저장한다. 구현한 프로토타입 시스템은 공간 데이터베이스 테이블에서 개체를 지도 화면에 보여주기 위한 지도 뷰어 모듈과 침수위험지역을 표시하는 가시화 모듈로 구성되며, 침수위험지역의 설정은 SWMM 도시유출 모형과 연계하여 유출이 발생한 맨홀 지점을 중심으로 침수위험지역을 표시한다. 개발한 프로토타입 시스템은 전자재해지도의 요소 기술로 활용될 수 있으며, 향후 공간 데이터베이스 기반의 침수예측 모형과 연계한 침수예측시스템에 대한 연구를 수행할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김상용, 정인주, 이정민, 김선용, “수치지도를 이용하여 낙동강수계의 사행에 관한 연구,” 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 2004.
- [2] 김석규, 송인호, 고희용, “지형정보를 활용한 영산강 유역의 재해위험지도 작성,” 한국지적정보학회지, 제9권 제2호, pp. 121-131, 2007.
- [3] 김태훈, 김계현, 심재현, 최우정, “웹GIS를 이용한 실시간 자연재해 피해정보 관리시스템 개발에 관한 연구,” 한국공간정보시스템학회논문지, 제10권 제4호, pp. 103-107, 2008.
- [4] 이상신, “홍수위험지도 제작을 위한 데이터베이스 설계,” 동국대학교 석사학위 논문, 2000.
- [5] 박현철, “Web GIS기반 연안위험지역정보 표출 기법에 관한 연구,” 경일대학교 석사학위 논문, 2005.
- [6] ESRI White Paper, “ESRI Shapefile Technical Description,” 1998.
- [7] P.Rigaux, M.School, A.Voisard, “Spatial Databases with Application To GIS”
- [8] “Oracle Spatial User’s Guide and Reference,” Oracle Part No.A96630-01, 2002.
- [9] K.W.Albert, G.Brent, “Spatial Database Systems Design, Implementation and Project Management,” Springer, Vol.87, pp. 471-522, 2007.
- [10] W.C.Huber and R.E.Dickinson, “Storm Water Management Model User’s Manual,” EAP Technical Manual, pp. 1-249, 2003.

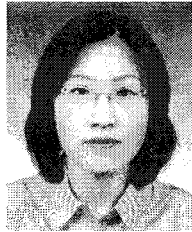
- [11] M.H.Hsu, S.H.Chen and T.J.Chang, "Inundation Simulation for Urban Drainage Basin with Storm Sewer System," J. of Hydrology, Vol. 234, No. 1-2, pp. 21-37, 2000.
- [12] Schmit,T.G., Thomas,M., Ettrich,M.: Analysis and Modeling of Flooding in Urban Drainage System, Journal of Hydrology, pp. 300-311, 2004.



김 기 욱

2001년 부경대학교 전자계산학과 이학사
 2003년 부경대학교 전자계산학과 이학석사
 2005년~현재 부경대학교 정보공학과 박사과정

관심분야 : U-도시방재시스템, 내수침수관리시스템, GIS/UIS, U-City



황 현 숙

2001년 부경대학교 경영정보학 박사
 2003년 8월~2004년 7월 미국 UMKC Post Doc. 연수과정 수행
 2006년 9월~2007년 8월 학술진흥재단 국내 Post Doc. 연수과정 수행

2008년 3월~2009년 2월 부경대학교 BK21 사업단 연구원
 2009년 3월~현재 부경대학교 시간강사
 관심분야 : u-방재시스템, LBS/GIS 시스템, 온톨로지, 데이터마이닝, 유비쿼터스 센서 네트워크



김 창 수

1991년 중앙대학교 컴퓨터공학과 박사
 2006년~현재 유비쿼터스 부산도 시험회 방재분과위원장
 2006년~현재 (사)그레고리장학회 이사
 2009년~현재 한국멀티미디어학회 학술부회장

1992년~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
 관심분야 : 방재 IT, UIS/GIS, 운영체제, 시멘틱 웹, 재난관리, 공간검색, 도시방재 등