집중호우에 따른 차량 혼잡구간 정보수집을 위한 스마트 폰 애플리케이션 개발*

천영학¹ · 권원석² · 김창수¹※

Development of Smart Phone Application for Information Collection of Traffic Congestion Section Caused by Heavy Rain*

Young-Hak CHUN¹ · Won-Seok KWON² · Chang-Soo KIM¹※

요 약

집중 호우로 인한 침수, 산사태와 같은 자연 재해는 인명, 재산 피해 뿐만 아니라 교통혼잡 및 고립과 같은 피해를 주게 된다. 도로 공간에서 운전자들은 이러한 재해정보를 인지하지 못할 시 해당 위험지역으로 진입하게 되며 그 피해는 시간이 지날수록 확산된다. 본 논문에서는 이러한 위험지역에 대한 정보를 수집하기 위하여 스마트폰 애플리케이션과 전송받은 데이터를 관리하기 위한 C/S기반의 시스템을 개발하였다. 전송받은 데이터를 이용하여 위험지역을 분석하고 분석된 위험구간정보에 대한 공간데이터베이스를 지도 서버를 이용하여 스마트 폰 애플리케이션 상에서 표출 할 수 있어 보다 효율적인 정보 제공이 이루어 질 수 있을 것이라 생각된다.

주요어 : 지리정보시스템, 자연재해, 재해영향지역, 지도 서버, 공간데이터베이스

ABSTRACT

Flooding caused by torrential rains and landslide causes the deaths of people and property damage as well as traffic congestion and isolation. Driver enters the dangerous area when driver doesn't recognize disaster information on the road and the damage is spread over time. In this paper, we will develop a smart phone application to collect dangerous disaster area information and a system based on C/S to manage the data received from the smart phone application. This system can analyze dangerous disaster

2012년 4월 17일 접수 Received on April 17, 2012 / 2012년 6월 8일 수정 Revised on June 8, 2012 / 2012년 6월 11일 심사완료 Accepted on June 11, 2012

* 이 논문은 2011년도 부경대학교 기성회계의 학술연구비(C-D-2011-0472)의 지원으로 수행된 연구임.

1 부경대학교 IT융합응용공학과 Dept. of IT Convergence and Application Engineering, Pukyong National Univ.

2 부경대학교 정보시스템협동과정 Interdisciplinary Programs of Information Systems, Pukyong National Univ.

※ Corresponding Author E-mail : cskim@pknu.ac.kr

areas using the data received from the smart phone application and the spatial database analyzed dangerous disaster areas is displayed in the smart phone application using a map server. We think that the suggested system provides more efficient information to user.

KEYWORDS : GIS, Natural Disaster, Affected Disaster Areas, Map Server, Spatial Database

서론

태풍과 호우는 매년 여름마다 발생하고 증가하며 이에 따른 피해도 점차 큰 형태로 나타난다. 실제로 2009년 여름 부산 수영구에서는 시간당 90.0mm의 게릴라성 폭우가 있었고(부산광역시, 2009) 2011년 여름 서울 강남구를 비롯한 많은 지역에서도 국지성 호우가 내려 수많은 피해를 입혔다.

자연 재해가 입히는 피해는 인간에게 직접적인 피해를 주는 인명피해 뿐만 아니라 건물, 재산 등의 파손으로부터 생기는 재산피해, 통신 설비 파손, 도로 설비 파손 등으로부터 파생되는 시간적, 공간적 피해까지 고려할 수 있다. 특히 설비의 파손으로부터 파생되는 피해는 그 규모가 크고 연결된 다른 교통/통신망 전체로 피해가 확산되는 특징이 있기 때문에 조기 대응 및 복구 절차에 막대한 비용과 시간이 투자된다. 이와 같은 자연 재해의 피해를 최소화하기 위하여 활발한 연구가 진행되어지고 있으며 특히 종래부터 눈에 띄는 발전을 해 온 IT 융합분야에서는 IT와 토목, 환경 등의 학문과의 융합으로 자연 재해에 대비하고자 하는 연구를 진행해왔다. 그 결과로 전자재해지도, 재난 관제 시스템 등을 통해 재난 관리가 이루어지고 있으며 그 외에도 다방면의 IT 기술이 자연 재해에 대해 예방하고 대비하기 위해 융/복합되어 연구되고 있다.

자연재해관리를 위하여 예측 및 표출과 같은 연구는 종래로부터 이어진 연구 중 하나지만 이러한 정보들이 일반 사용자들에게는 효율적으로 제공되지 못하기 때문에 위험정보를 인지하지 못하는 사용자는 재해지역 접근을 통해 정체 또는 고립과 같은 피해를 입게 된

다. 따라서 본 논문에서는 이러한 위험정보를 사용자들에게 제공하기 위한 방법으로 휴대성, 위치기반 등의 강점을 가지고 있는 스마트폰 애플리케이션을 사용하여 위험정보를 수집하며 수집된 정보와 관리자에 의해 가공된 정보들을 다시 사용자에게 제공하기 위한 시스템을 제안하고자 한다. 사용자들에 의해 수집된 정보와 관리자에 의해 가공된 정보들을 토대로 재해 영향권을 분석하게 된다면 사용자들은 현재 위치에 따라서 위험정보와 위험구간에 대한 정보를 제공받을 수 있으며 재해구간 진입을 줄일 수 있어 더 추가적인 피해를 예방할 수 있을 것이라 생각한다.

관련연구

1. 재난대응 교통관리체계

기존 방재시스템에서의 교통관리의 중요성을 제시하고 교통방재 개념을 정립하였으며 화재, 침수지역, 위험물 수송 차량과 같은 사례를 들어 교통방재의 적용방안을 제시 하였다(윤재용 등, 2010). 이러한 개념을 바탕으로 재해와 관련지어 교통관리 운영방안에 관한 연구들이 진행되었다. 또한 현재 재난관리 단계인 예방, 대비, 대응, 복구에 따라서 교통방재시스템에 대한 설계 방향을 제안하였으며 재난 예방 및 대비 단계에서 재난 영향권을 설정하여 1차, 2차, 3차 영향권에 대하여 구분하고 각 영향권에 따라 재난 정보제공에 대하여 제시하였다(신성일, 2007). 그리고 청주시를 대상으로 제시한 설계 방향에 따라 재난 영향권과 방재경로, 대피경로를 선정하고 CORSIM을 이용하여 해당지역에서의 신호 운영방안에 대한 효과를 분석하였다(손영태 등, 2009). 재난 지역 구분 시 재난발생지역,

재난영향지역, 재난안전지역으로 구분하였으며 재난발생지역이란 재난이 발생한 지점으로 직접적으로 재난의 영향이 미치는 지역을 말하며 재난영향지역은 직접적인 피해와 추후 영향을 미칠 수 있는 간접적으로 영향을 받는 재난발생 주변지역을 말한다. 마지막으로 재난안전지역은 재난발생으로 직접적, 간접적으로도 영향이 미치지 않는 지역이라 정의를 내리고 있으며 또 다른 연구에서는 1차~3차 영향권으로 구분지어 1차 영향권은 사건으로 인해 도로 기능이 바뀌는 곳, 2차 영향권은 대피차량으로 인해 교통혼잡이 발생하는 구간, 3차 영향권은 추후 영향권의 범위가 확대될 가능성이 있는 구간으로 정의하고 있다. 그리고 재해 발생 구간에 대하여 각 노드로의 대피경로를 분석하여 교통 혼잡을 최소화하기 위한 연구가 진행되었다.

2. 재해관리시스템

GIS를 활용한 산사태 위험 지역 및 해일 피해 예상지역 등 이러한 분석에 관련된 연구는 국내·외로 많이 연구되고 있으며 최근 IT 기술과 융합한 재난관리시스템에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다. 국내의 재해지도는 2000년부터 홍수지도 작성으로 시작되어 최근 지방 자치 단체별로 구축되어지고 있다. 충청남도에선 재해이력자료를 기반으로 Web GIS기반으로 재해가 발생한 지역을 표시해주며 침수 위주로 작성이 되어 있고 전라북도 김제군 역시 재해이력 자료를 바탕으로 재해가 발생되었던 지점에 대하여 영역을 표시하는 서비스를 하고 있다. 산사태, 침수, 풍해, 해일 4가지 재해 종류에 따라 부산에서 발생했던 재해정보들을 재해대장을 기반으로 데이터베이스화 시켜 구축하였다. 구축된 데이터들을 사진 및 기타 상세내역에 대한 정보들을 검색하고 표출할 수 있도록 ArcGIS를 이용하여 재해이력표출시스템을 개발하였고 이는 지도 기반으로써 재해정보들에 대하여 공간 검색이 가능하다. 또한 공간데이터베이스를 활

용하여 GIS기반에서 침수 모델과 같은 시뮬레이션을 통하여 위험지역을 표출 할 수 있다(김기욱 등, 2008). GIS를 이용한 재해관리에 관한 연구는 증가하고 있으며 지방자치단체별로 구축되어지고 있다(이명진과 이정호, 2011). 이러한 시스템들은 위험지역과 과거 정보들을 검색할 수 있다는 장점이 있으며 이를 활용하여 인명 및 재산 피해에 대하여 대비할 수 있지만 현재 이러한 정보들이 교통정보와는 연계되지는 않고 있다.

3. 스마트 기기 활용 위치기반 관제 시스템

재난 정보의 신속한 획득을 위하여 최근 스마트폰 기기를 이용하여 재난 사진을 제보하는 형태의 시스템이 사용되고 있다. 스마트 기기에는 위치정보를 포함하는 사진을 찍을 수 있는 카메라가 포함되어있기 때문에 재난이 발생한 위치를 사진과 함께 제공할 수 있다는 장점이 있다(이중기, 2012).

스마트 기기를 활용한 재난 정보의 전송 시에는 웹 서비스를 이용하게 되는데 웹 서비스는 SOAP(Simple Object Access Protocol)와 REST(Representational State Transfer) 기반의 웹서비스 방식 중 REST 방식으로 구성하고 있다. REST 기반 웹 서비스의 장점은 리소스 중심의 전달 및 접근 방식 특성을 가지기 때문에 URL만 알고 있으면 웹 서버의 제약 없이 정보의 전달과 접근이 가능한 것이다. 쉬운 접근 방식을 가지고 있기 때문에 많은 웹 서비스에서 REST를 활용하고 있다. 빠르고 정확한 재난 정보가 사용자로부터 직접 제보되는 시스템을 구현하기 위해 스마트 기기가 웹 서비스를 사용하기 때문에 REST 방식의 웹 서비스가 더욱 유용하게 사용될 것이다.

4. 사진과 위치정보의 연계

본 연구에서 차량 혼잡구간 정보수집을 위한 수단으로서 스마트폰을 이용한 사진 촬영 방법을 사용하고 있다. 이를 위해서 사진 파일에 위치 정보를 포함시키는 기술이 필요한

데 이를 구현한 것이 EXIF(EXchangable Image File format)이다. EXIF는 디지털 카메라에서 이용되는 이미지 파일 포맷으로 사진 및 카메라에 대한 전반적인 정보를 포함하고 있다(서태웅 등, 2012). 이 태그를 프로그램에서 제어할 수 있는 라이브러리(EXIF Library)가 개발되어 무료 배포중이기 때문에 본 논문에서는 이를 이용한 스마트폰 애플리케이션을 개발하였다.

차량 혼잡 구간 정보 수집 시스템 설계

1. 시스템 구성 및 개발환경

본 연구에서 제안한 시스템은 정보를 수집하고 서버로 전송하기 위한 스마트폰 애플리케이션과 수집된 정보를 바탕으로 표출하고 분석하기 위한 GIS기반의 응용프로그램으로 구성된다. 그림 1과 같이 스마트폰 애플리케이션에서는 재해현장사진을 촬영하고 서버로 전송할 수 있는 모듈로 구성되어있으며 이때 서버로 전송하기 위해 REST 웹서비스 방식을 이용하여 전송할 수 있도록 하였다.

GIS기반의 응용프로그램의 구성은 좌표를

바탕으로 포인트 생성 모듈, 생성된 포인트를 통해 재해 영역을 생성하는 모듈, 재해 지점에서 노드 검색 및 재해영향권 분석 모듈로 구성되어있다. 스마트폰에서 전송받는 좌표정보를 이용하여 재해 지점의 위치인 포인트 데이터 생성하고 관리자는 재해 위치와 사진을 토대로 재해공간을 생성한다. 생성된 재해공간을 바탕으로 재해 영향권이 분석되며 분석된 결과는 WMS(Web Map Service)의 형태로 발행하여 스마트폰 상에서 영역을 표시해주며 영역에 따른 정보를 받을 수 있다. 이러한 시스템 개발환경으로 스마트폰 애플리케이션은 안드로이드 2.2 기반으로 ESRI사의 ArcGIS Mobile API통해 개발하였으며 .Net Framework 3.5 기반의 C#과 ArcGIS Engine을 이용하여 GIS 응용프로그램을 개발하였다. 그리고 데이터베이스 관리를 위하여 Oracle 10g와 기본지도와 재해공간과 같은 공간데이터베이스를 관리하기 위하여 ArcSDE 9.3을 사용하였다.

2. 재해공간생성

재해 공간을 생성하기 위하여 스마트폰 애플리케이션을 통하여 전송받는 위치로 생성하

FIGURE 1. 전체 시스템 구성

는 방법과 관리자에 의해 직접 영역을 지정하여 폴리곤 타입의 재해공간을 생성할 수 있도록 하였다. 먼저 일반 사용자에게 의해 전송받는 위치를 생성하기 위해서는 전송 받는 위도와 경도 좌표를 기반으로 생성하게 되며 이때 Arcobjects의 인터페이스를 활용하여 구현하게 된다. 관리자에 의해 직접 영역을 지정하게 될 때는 ArcSDE에서 제공하는 버저닝(Versioning)¹⁾이라는 기능을 통해 재해공간을 직접 그릴 수 있으며 공간데이터베이스에 저장되게 된다.

3. 재해 영향 구역 자동 설정 방법

재해 공간을 스마트폰 애플리케이션으로부터 전송받았을 때 재난으로 인해 침체되는 구간 설정에 대한 정확한 위치 정보가 필요하다. 스마트폰 애플리케이션으로 재난 정보를 제보하는 위치는 침수가 발생한 도로가 아니라 주

변의 인도일 가능성이 높기 때문이다. 그렇기 때문에 사진과 함께 전송된 GPS 위치 정보가 침수된 도로구역이라고 할 수 없다.

이를 해결하기 위하여 사진의 EXIF 태그 내의 피사체 방향을 조사하였다. 사진 내에 포함되는 태그인 EXIF 태그에는 사진이 찍힌 날짜, 위치 등의 정보를 포함하고 있으며 이를 이용하면 사진이 어떤 방향을 바라보고 찍은 사진인지 파악할 수 있다. 그리고 이를 이용하여 이 방향에 있는 도로를 침체 도로로 선정하여 정보를 수정하여 배포하면 사진을 찍은 위치의 GPS 정보가 아닌 실제로 침체된 도로의 GPS 위치 정보를 사용자에게 배포할 수 있다.

표 1은 실제 EXIF 태그 중 GPS에 관한 정보만 요약한 것으로 EXIF 태그는 이와 같은 형식으로 GPS 정보를 기록하고 있다.

이 중 ID 10, ID 11에 입력되는

TABLE 1. GPS Info 태그

ID	변수명	변수타입	크기	설명
00	GPSTimeStamp	REAL	4	GPS version
01	GPSLatitudeRef	ASCII	2	N, S
02	GPSLatitude	RATIONAL	3	위도
03	GPSLongitudeRef	ASCII	2	E, W
04	GPSLongitude	RATIONAL	3	경도
05	GPSAltitudeRef	ASCII	1	고도와 해수면의 관계
06	GPSTrack	RATIONAL	1	GPS 수신기의 방향
10	GPSImgDirectionRef	ASCII	2	피사체의 방향 부호
11	GPSImgDirection	RATIONAL	1	피사체의 방향
12	GPSMapDatum	ASCII	무관	지정학적 위치에 관한 정보

FIGURE 2. 재난 영역 자동 설정의 예

GPSTagDirectionRef는 사진이 찍혔을 때 바라보고 있는 방향, 즉 피사체의 방향 부호를 의미하고 GPSTagDirection는 범위 값을 가지고 있으며 0~359.99까지의 값을 가질 수 있다. 이 두 태그를 이용하여 재난 정보 제보를 위한 사진을 촬영하는 순간의 바라보는 방향 및 각도를 파악할 수 있으며 인접한 도로를 재난 영역으로 설정할 수 있다.

그림 2와 같이 스마트폰 애플리케이션을 사용하여 사진을 찍었을 때 사진을 찍은 실제 위치는 인도 위가 되겠지만 실제로 침수가 발생한 구역은 그 곳에서 떨어진 도로가 된다. 위 사례에서 저장된 값의 의미는 다음과 같다.

- ① GPSTagDirectionRef = T : 저장된 방향의 부호는 True Direction 값을 가진다.
- ② GPSTagDirection = 30 : True Direction 30도 방향에 피사체가 있다.

스마트폰 애플리케이션을 이용하여 찍은 사진의 EXIF 태그를 이용하면 방향을 알 수 있기 때문에 실제로 침수가 일어난 구간을 선택할 수 있다.

4. 재해영향권 분석

FIGURE 3. 한 지점에서의 재해영향지역

FIGURE 4. 재해발생이 폴리곤 형태일 때의 재해영향지역

본 연구에서는 재해 영향권 설정에 있어서 먼저 재해발생지역과 재해영향지역으로 구분하였다. 재해발생지역은 사용자에게 의해 전송 받는 위치를 포함하는 링크와 관리자에게 의해 입력받는 재해공간으로 지정하였으며 재해영향지역은 신호로 운영되는 교차로부터 재해지역으로까지 연결되는 도로구간으로 설정하였으며 2차 재해영향지역으로는 1차 재해영향지역 교차로부터 접근 가능한 다음 교차로까지의 각 방향별 교차로들을 말한다. 스마트폰 사용자에게 의해 재해발생 지역을 전송하였을 경우 한 지점일 때는 그림 3과 같이 전송받은 위치를 포함하는 링크가 재해발생지역으로 설정된다. 하지만 침수와 같은 자연재해는 재해면적이 점차적으로 늘어날 수 있기 때문에 관리자에게 의해 재해공간을 입력할 시 그림 4와 같이 재해발생지역의 링크가 늘어나게 되며 1차, 2차 재해영향지역 역시 늘어나게 된다. 이러한 영향권을 분석하기 위하여 ArcGIS 모델 빌더를 이용하여 앞에서의 단계를 수행하기 위한 모델을 그림 5와 같이 생성하였다. 사용된 링크와 노드는 지능형교통체계 표준노드링크관리시스템에서 제공하는 링크와 노드를 사용하였으며 이 때 노드는 속도의 변화가 발생하는 곳을 말하며 링크는 노드와 노드를 연결

FIGURE 5. 재해 영향권 처리 과정 모델

한 선으로써 실세계의 도로를 말한다.

차량 혼잡 구간 정보 수집 시스템 구현

1. 교통 혼잡 구간 정보 수집 애플리케이션

부산에서 많은 지역이 CCTV와 센서들을 이용하여 교통관리가 되어 지고 있다. 하지만 모든 지역이 관리가 되어 지고 있는 실정 아니라서 관제 영역 밖의 지역에서 재난이 발

생 하였을 경우 대처가 어렵다. 따라서 이러한 경우를 위하여 스마트 폰 또는 SNS와 같은 일반 사용자에게 의해 정보들이 수집되며 관리 되어져야 할 필요성이 있다. 본 연구에서 구현된 스마트 폰 애플리케이션은 크게 정보 수집 및 제공 기능을 가지고 있다. 먼저 호우와 같은 자연재해로 인한 위험지역에 대하여 사진과 위치정보를 전송하게 된다. 그림 6에서처럼 사용자는 간단한 사진과 위치만을 전송할 수 있다. 사용자에게 의해 전송받은 재해 정보는 관리자에 의해 시스템 내에서 재해발

FIGURE 6. 정보 수집을 위한 애플리케이션

생각 위치와 사진과 같은 영상정보를 검색 할 수 있다. 전송받은 위치정보는 좌표정보와 영상정보만을 가지고 있기 때문에 이러한 데이터를 지도상에 표출하기 위해서는 위경도 좌표를 기반으로 공간을 생성해야한다. 전송받은 데이터를 기반으로 생성된 공간과 영상정보는 그림6과 같이 검색하여 나타낼 수 있다.

2. 재해 위험지역 분석 - 부산광역시 수영구 수영로 구간 분석

재해 위험지역을 분석하기 위하여 수집된 스마트폰 위치정보를 이용한 방법과 관리자에 의해 재해공간을 직접 입력하여 분석을 하였다. 먼저 스마트 폰 위치정보를 이용한 방법으로 스마트폰 위치가 포함하는 구간을 찾게 되며 해당 링크는 재해발생지역으로 지정된다. 다음으로 다음 노드까지의 연결된 링크를 찾아서 1차 재해영향지역과 2차 재해영향지역을 검색하게 된다. 그림 7은 검색 결과로서 재해발생구간은 총 2개의 링크가 검색되며 1차 재해영향지역은 10개, 2차 재해영향지역은 20개의 링크가 검색된다.

다음으로 관리자에 의해 침수와 같은 재해

공간을 입력하게 될 시 그림 8과 같이 분석되어 지며 이때 재해발생구간은 재해공간과 접하는 모든 링크를 지정하게 되며 앞에서 재해영향지역 분석과 마찬가지로 같은 방법으로 분석하게 된다. 분석 결과 앞서 분석된 한 지점보다 재해공간이 넓으므로 16개의 재해발생구간인 16개의 링크와 1차 재해영향지역은 24개, 2차 재해영향지역은 30개의 링크가 검색된다.

3. 위험정보제공

분석된 재해 발생지역과 재해 영향 지역을 스마트폰에서 서비스하기 위하여 먼저 데이터베이스 서버로 저장되게 된다. 저장된 공간데이터베이스는 바로 스마트폰이나 웹상에서 표출 할 수 없으므로 지도 서버를 통하여 OGC (Open Geospatial Consortium)의 표준 포맷으로 생성해야 되며 본 연구에서는 지도 서버로 ArcGIS Server를 사용하여 WMS(Web Map Service)의 포맷으로 생성한다. 그림 9에서처럼 C/S기반의 시스템에서 분석 한 결과를 스마트 폰 애플리케이션을 통하여 확인 할 수 있으며 사용자의 위치에 따라 해당 재해영

FIGURE 7. 스마트폰을 통하여 전송받은 위치에 대한 위험지역분석

FIGURE 8. 관리자에 의해 재해공간 입력 후 위험지역분석

향권에 대한정보를 전송받게 된다. 따라서 일반 사용자는 재해 정보에 따라서 각 구간에서 대비할 수 있다.

결론

도로 공간에서 발생하는 재해는 사용자들에게 위험정보가 제대로 전달되지 못할 경우 점차 더 큰 교통 혼잡을 가져 올 수 있다. 이러

한 점을 보완하기 위하여 시스템을 개발하였으며 본 시스템의 장점은 일반 사용자들에 의해 실시간으로 정보 수집을 할 수 있으며 위험정보를 제공받을 수 있는 스마트폰 애플리케이션을 개발하였으며 이러한 정보를 바탕으로 관리, 분석을 할 수 있는 C/S기반의 시스템을 개발하였다는 점이다. 또한 본 연구에서 개발한 스마트폰 애플리케이션은 기존의 구글 지도에서 제공하던 API의 한계를 벗어나 공

FIGURE 9. 각 지점에 따른 위험정보 전송

간데이터베이스를 사용하여 C/S기반의 시스템과 같은 데이터를 표출 할 수 있도록 하였으며 관리자는 위험정보에 따라서 재해영향지역을 GIS 애플리케이션 상에서 확인 할 수 있으며 추후 다 구간에서 재해발생 시 통제구간을 정하기 위하여 유용한 정보가 될 것으로 생각하며 기존 연구에서 제시된 바와 같이 재해지역에 대하여 비상 신호와 같은 신호 조절을 하게 된다면 보다 더 큰 피해를 예방할 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 스마트 폰으로 전송할 시 실시간이라는 장점을 가지고 있으나 자연재해와 같은 현상은 한 지점보다는 더 큰 면적으로 발생하기 때문에 향후 연구에서는 재해정보를 수집함에 있어 재해면적을 실시간으로 입력 받을 수 있는 방법에 대한 연구가 필요할 것이라 생각된다. 또한 스마트 폰을 통해 전송된 사진과 위치 정보에 오류가 포함되어 있을 수 있다. 이와 같이 정보의 오류를 발견하고 수정할 수 있는 방법에 대한 연구 또한 필요할 것이라고 사료된다. 본 시스템은 일반 사용자들이 직접 재난 현장을 촬영하고 전송해야하기 때문에 그 특성상 카메라+네트워크의 기능이 구비된 기기에서만 동작할 수 있다. 또한 그 기기를 휴대함에 있어서도 경량화가 요구될 것이다. 이에 가장 적합한 기기는 스마트폰이며 최근 수요가 늘어나고 있는 태블릿 PC도 무방하다. 하지만 그 외 기기를 사용할 시 재난 상황을 촬영하고 전송하는데 어려움이 있을 것으로 예상된다. **KAGIS**

주

- 1) ArcSDE의 버저닝(Versioning) : Geodatabase에 저장된 벡터 및 속성 데이터를 편집하기 위해 해당 데이터를 버저닝에 등록하게 되면 SQL로서 접근하는 클라이언트가 직접 그 데이터에 대해 조회, 편집, 질의 등을 수행할 수 있다.

참고문헌

- 강연수, 강경표, 최정민, 김범일, 김현미. 2008. 재난대응 첨단교통관리체계 구축방안 연구. 한국교통연구원.
- 권원석, 김창수. 2012. 재해정보를 이용한 우회경로 및 대피경로 안내시스템 개발. 한국지리정보학회지 15(1):34-42.
- 김기욱, 이정은, 황현숙, 김창수. 2008. UIS기반 홍수관리 시뮬레이션을 위한 입력 데이터 자동생성 시스템 개발. 멀티미디어학회 논문지 11(2):247-256.
- 부산광역시. 2009. 부산시 풍수해 저감특성조사 및 피해영향분석 연구용역 최종보고서.
- 서태웅, 이성렬, 배병철, 윤이중, 김창수. 2012. 스마트폰을 이용한 재난 영상의 위치변조에 대한 검증에 관한 연구. 한국멀티미디어학회 논문지 15(2):242-249.
- 손영태. 2009. 지역 특성을 고려한 교통방재시스템 구축 및 활용에 관한 연구. 한국도로학회 논문집 11(1):217-231.
- 신성일. 2007. 교통방재의 추진방안과 사례. 한국방재학회지 7(4):8-15.
- 양충헌, 손영태, 양인철, 김현명. 2009. 재난·재해 시 대피 및 우회차량 경로 제공 알고리즘 개발. 한국도로학회 논문집 11(3):129-139.
- 윤재용, 전중수, 권영혁, 이의은. 2010. u-T 환경하에서 재난/재해시 교통관리지침 개념 정립에 관한 연구. 대한토목학회지 30(3D):331-338.
- 이명진, 이정호. 2011. GIS를 이용한 기후변화 연동 지하수 함양량 산성 모델 개발 및 검증. 한국지리정보학회지 14(3):36-51.
- 이상건, 김호정, 오성호, 정선영. 2005. 국가간교통망의 유고 대응전략 연구 - 도로 재난 관리시스템을 중심으로. 국토연구원.

- 이중기. 2012. 스마트 폰을 사용한 GIS 기반의 재난정보수집 및 서비스 구현. 부경대학교 대학원 석사학위논문. 79쪽.
- 황현숙, 최은혜, 김창수. 2011. 지리정보시스템을 활용한 재난피해자 관리시스템. 한국지리정보학회지 14(1):59-72.
- ESRI. 2010a. Introduction to Programming Arcobjects Using .NET Framework.
- ESRI. 2010b. Introduction to ArcGIS Server.
- Jeon T.G., H.S. Hwang, and C.S. Kim. 2010. A UIS-based system development to express the damage history information of natural disasters. Journal of Korea Multimedia Society 13(2):1739-1747.
- Kim, K.U., H.S. Hwang, and C.S. Kim. 2007. A prototype of the urban flood warning system using sewer networks. ACIS International Journal of Computer & Information Science 8:474-482.
- Niko, D.L., H.S. Hwang, Y.Y. Lee and C.S. Kim. 2011. Integrating User-Generated Content and Spatial Data into Web GIS for Disaster History. In: Roger Lee(Ed.) Computers, Networks, Systems, and Industrial Engineering 2011, Studies in Computational Intelligence(Springer), pp.245-256.
- 지능형교통체계 표준노드링크관리시스템. <http://nodelink.its.go.kr/>.