

Unity 3D 엔진을 활용한 강우레이더 자료 시각화 프로토타입 개발*

최형욱¹ · 강수명² · 김경준¹ · 김동영³ · 정윤재^{1*}

Development of the Visualization Prototype of Radar Rainfall Data Using the Unity 3D Engine*

Hyeoung-Wook CHOI¹ · Soo-Myung KANG² · Kyung-Jun KIM¹
Dong-Young KIM³ · Yun-Jae CHOUNG^{1*}

요 약

본 연구에서는 Unity 3D를 활용한 강우레이더 관측정보 시각화 시스템 프로토타입 구축에 관해 서술하였다. 레이더 정보의 효율적 가시화를 통한 사용자 정보제공을 위해서는 지형정보와의 융합이 필수적이다. 하지만 방대한 양의 레이더 관측정보와 대용량 지형정보를 매쉬업하여 서비스 하는 것은 데이터 처리에 있어 과부하가 발생하여 서비스 수준이 낮아지는 경향이 있다. 특히 위성영상, DEM 등을 활용한 3차원 지형정보는 그 자체만으로도 대용량 정보로 분류되고 있어서 신속한 서비스 구현을 위해 비교적 용량이 가벼운 2차원 정보를 활용하는 것이 일반적이다. 본 연구는 이러한 부분을 개선하고자 최근 모바일 게임분야에서 활발히 활용중인 Unity 3D 엔진을 사용하였다. 또한, 대용량 위성이미지 분할기법, 이미지 텍스처 Layer 매쉬업 기법 등을 고안하여 3차원 지형기반으로 서비스 할 수 있는 시각화 시스템 프로토타입을 구축하였다. 본 프로토타입 구축을 통해 향후 전 국토에 분포된 기상관측 레이더 네트워크망 데이터를 입체적 지형 기반의 직관적 정보로 제공함으로써 강우와 관련된 방재업무 분야에 효율적 활용이 가능할 것으로 기대한다.

주요어 : Unity 3D 엔진, 지형정보, 강우레이더 자료, 시각화 시스템

ABSTRACT

This research proposes a prototype for visualizing radar rainfall data using the unity

2015년 10월 7일 접수 Received on October 7, 2015 / 2015년 12월 14일 수정 Revised on December 14, 2015 /
2015년 12월 17일 심사완료 Accepted on December 17, 2015

* 본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(15AWMP-B079625-02)에 의해 수행되었음.

1 (주)지오씨엔아이 공간정보기술연구소 Institute of Spatial Information Technology Research, GEO C&I Co., Ltd.

2 (주)유앤지아이티 공간정보기술연구소 Institute of Spatial Information Technology Research, U&GIT Co., Ltd.

3 한국수자원공사 K-water 연구원 수자원연구소 Water Resource Research Center, K-water Institute, Korea Water Resources Corporation

* Corresponding Author E-mail : chyj@geocni.com

3D engine. The mashup of radar data with topographic information is necessary for the 3D visualization of the radar data with high quality. However, the mashup of a huge amount of radar data and topographic data causes the overload of data processing and low quality of the visualization results. This research utilized the Unity 3D engine, a widely used engine in the game industry, for visualizing the 3D topographic data such as the satellite imagery/the DEM(Digital Elevation Model) and radar rainfall data. The satellite image segmentation technique and the image texture layer mashup technique are employed to construct the 3D visualization system prototype based on the topographic information. The developed prototype will be applied to the disaster-prevention works by providing the radar rainfall data with the 3D visualization based on the topographic information.

KEYWORDS : *Unity 3D Engine, Topographic Information, Radar Rainfall Data, Visualization System*

서 론

1. 연구배경 및 목적

최근 공간정보 기술의 발전으로 레이더 관측 기술을 활용한 다양한 기상관련 데이터 획득이 용이해져 실시간 데이터 관측량이 점차 다양화 되고 동시에 대용량화 되었다. 또한, 공간정보 기술기반의 데이터 관측범위 역시 방대해져 텍스트 형태의 관측 정보를 이해하고 인식하는데 있어 상당한 시간이 필요하게 되었다. 따라서 이러한 한계점을 극복하고 가공된 정보를 사용자에게 신속하고 직관적으로 전달하기 위한 방법으로 데이터 시각화 연구가 활발히 진행 중이다. 특히, 3차원 가시화 도구에 대한 필요성은 최근 다양한 분야에서 그 필요성이 제기되고 있고, 보다 직관적이고 효율적인 분석 및 검증에 3차원 가시화 도구들이 직·간접적으로 활용되고 있는 추세이다(Kim *et al.*, 2013).

데이터의 시각화는 복잡하고 거대한 데이터를 시각적으로 표현함으로써 그 데이터 내부에 내재된 정보를 보다 쉽고 신속하게 파악하고자 하는 목적에서 출발한다. 데이터 시각화의 기법 중 위치정보 기반의 공간시각화 기법은 지도를 기반으로 위치, 영역, 시간과 공간에 따른 차이 변화와 관련된 콘텐츠 데이터를 융합하여 표출

하는 방법이다. 이는 광범위한 공간영역에 대한 데이터를 의사색채, 버블 등의 구분이 가능한 콘텐츠로 표현하여 사용자로 하여금 광범위한 영역에 대한 직관적 정보 습득과 신속한 의사결정을 위한 도구로 많은 분야에서 활용하고 있다.

공간시각화 기법 기반의 콘텐츠 정보 매쉬업을 통한 서비스 구축은 3차원 가시화 도구와 융합을 통해 보다 더 효율적인 정보 분석과 검증에 위한 방법으로 활용되고 있다. 또한, 최근 급격하게 진행되는 기후변화와 이에 따른 기상 이변 현상에 대한 대응방안 구축과 맞물려 방대하고 광범위한 기상관측 정보를 어떻게 분석하고 가시화 하여 사용자에게 제공함과 동시에 의사결정을 위한 도구로 활용할 것인가에 대한 방안 마련에 초점을 맞추고 있다. 특히 인구집중과 개발밀도가 상당히 높은 도시지역은 폭우, 폭설, 가뭄 등의 이상기후 증가와 열대야, 해수면 상승 등 다양한 기후변화의 영향으로 인명 및 재산피해 뿐 아니라 도시민의 건강, 경제, 생태계까지 다양한 피해를 경험하고 있다(Kang and Lee, 2012).

과거 강우관측을 위해서는 지상강우관측소에서의 관측자료가 주류를 이루었고 지금까지도 이러한 자료는 실제 지상에 떨어지는 강수량으로서 활용가치가 매우 높다. 그러나 태풍이나

대류형의 집중호우가 발생하였을 때, 강수 클러스터의 이동경로나 강우량 등을 예측하기 위해서는 강우의 공간분포를 정확히 파악해야 하는데, 이 경우 레이더 등의 원격탐사 자료가 유용하게 활용될 수 있다(Park *et al.*, 2007). 이러한 장점을 활용하여 최근 기상분야에서 강우 모니터링과 예측 분야에 레이더 장비를 적극 활용하고 있으며, 선진국들은 국지성 호우 및 태풍 등과 같은 급격한 기후변화로 인한 피해가 상습적으로 발생하는 도시지역에 더욱 정밀한 소형 강우레이더를 설치하여 실시간 기상 관측을 수행함으로써 기후변화로 인해 발생하는 피해를 최소화하기 위해 노력하고 있다. 하지만 강우레이더를 활용하여 높은 정확성과 시공간 고해상도를 갖는 강우자료를 얻을 수 있음에도 불구하고 이를 정확한 공간적 위치로 정합하여 고해상도의 지도상에서 직관적으로 표출하는 것은 현재까지 잘 이루어지지 않고 있다(Jang *et al.*, 2013). 또한, 현재까지는 관측된 강우자료를 기반으로 관련정보를 시각화할 경우 단순히 표출된 레이더 영상 이미지를 저해상도 국토지도상에 중첩하여 나타내는 정도이다. 따라서 본 연구는 국지성, 기습성 기상변환 관측 및 모니터링을 위해 관측된 강우레이더 데이터를 다양한 플랫폼을 통해 효과적으로 사용자에게 제공 가능한 방법을 제안하고자 한다. 이를 위해 Unity 3D 엔진을 이용하여 공간시각화 기술 기반의 레이더 관측 데이터 표현 기법 및 3차원 지형 매쉬업 기법을 고안하여 시각화 정보 서비스 시스템 프로토타입을 구축하고 시뮬레이션을 수행하였다.

2. 선행연구 및 동향

기상레이더 정보의 시각화와 관련해 미국은 이미 NEXRAD(next generation weather radar system)의 160여 기의 도플러 레이더를 대상으로 정확한 기상레이더 수치해석과 예보 모델을 적용하기 위한 레이더 좌표계와 공간 좌표계의 실시간 좌표변환 및 보간기법과 GIS(Geographical Information System) 기반

의 레이더 자료에 대한 시각화 및 표출 방법에 대한 관심이 증가하고 있다(Jang *et al.*, 2013). 국내의 경우 기상관련 기관들에서는 상용적으로 단순히 표출되는 기상레이더 관측 정보를 저해상도 GIS 상에 도시하여 해석 및 가시화 하는 수준이다. 또한 자료의 전문적인 분석과 수문 모델링을 위한 DEM(Digital Elevation Model) 또는 고정밀의 GIS 정합을 위한 연구가 진행 중이지만 특정 플랫폼에서만 구동되는 한정된 연구로 범용성 부분에서 제한을 보이는 경향이 있다(James *et al.*, 2000; Xie *et al.*, 2005; Hu, 2014; Jang *et al.*, 2014). 하지만 이러한 한계성을 극복하고자 최근 Jang *et al.*(2013)은 다양한 GIS 플랫폼을 위한 고해상도 기상레이더 정보 시각화 기법 연구를 통해 미국 CASA-ERC(Engineering Research Center for Collaborative Adaptive Sensing of Atmosphere)에서 운영하는 IP1(Integrated Phase 1) 테스트베드로부터 획득된 레이더 데이터를 기반으로 레스터 및 벡터 형태의 고해상도 자료구조로 변환하여 GIS 플랫폼 상에서 정확한 좌표위치와 고도에 직관적으로 인지할 수 있는 방법을 제시하였으며, 또한 Jang *et al.*(2014)에서는 3차원 GIS 정합 및 투영에 기반한 사용자 친화적 레이더 자료 표출 기법 연구를 통해 레이더 자료의 표출 기술을 향상 시키고 다양한 GIS 플랫폼과 포맷에 효율적으로 적용할 수 있는 레이더 자료의 사용자 친화적인 실감 GIS 정합 기법을 제안하였다. 본 제안 기법은 기상레이더로부터 관측된 다양한 레이더 변수들을 이용하여 2차원 영상 및 벡터 그래픽 자료를 다양한 고해상도 멀티미디어 자료로 변환하여 GIS 플랫폼 상에서 정확한 좌표로 위치와 고도로 표현하는 방법으로 Google Map을 기반으로 다양한 강수 시나리오에 따른 시뮬레이션을 수행하여 그 결과를 증명하였다.

3. 연구방법

본 연구에서는 Unity 엔진을 활용하여 강우

레이더로부터 관측된 강수데이터를 3차원 지형 정보 기반으로 시각화 하고자 한다. Unity를 활용하여 강우레이더로부터 관측된 데이터를 시각화하기 위해서는 텍스트 형태의 강우분석데이터를 이미지화하고 정확한 좌표를 통해 지형 정보와 매핑하는 과정을 거쳐야 한다. 따라서 먼저 레이더관측 정보를 매쉬업 할 수 있는 3차원 지형정보를 구축한다. 이후 수집된 텍스트 기반 격자형 레이더 강우 자료 이미지 변환 알고리즘을 개발하고 지형정보와 매쉬업하여 시뮬레이션을 수행함으로써 제안 기법을 검증하고자 한다. 이는 다음과 같은 기술 및 기법을 활용함으로써 가능하다.

1) 데이터 시각화를 통한 정보 전달 기법

대규모 데이터를 탐색하거나 이해할 때 가장 좋은 방법은 시각화이다. 시각화란 숫자, 문자 등을 공간에 배치하여 보여줌으로써 그 패턴을 인지하게 만드는 것이다. 즉, 데이터 시각화는 방대한 양의 자료를 한눈에 파악할 수 있도록 하기 위한 최적의 방법이다. 데이터를 시각화하여 제공하기 위한 노력은 과거부터 수행되어왔다. 1800년대 시각화는 커뮤니케이션 수단으로 사용되었으며, 1900년대의 데이터 시각화는 이해하기 쉽고 의미전달이 잘 되도록 하기위해 사용되었다. 또한 1960년대에 들어 데이터를 분석한 뒤 분석한 결과를 표현하는 보조적인 수단으로 사용되었으며, 2000년대에는 정보와 그래픽이 함께 적용된 인포그래픽이 사용됨으로써 정보 전달을 위한 보조 수단이 아닌 표현 자체가 인터랙티브한 정보제공의 수단으로 사용되고 있다.

데이터 시각화는 크게 시간 시각화, 분포 시

각화, 관계 시각화, 비교 시각화, 공간 시각화 5개의 분류로 구분할 수 있다(표 1). 시간 시각화의 경우 시간과 관계된 데이터 즉, 시계열 데이터를 시각화 하는 기법이다. 시계열 데이터에서 가장 특징적인 요소는 경향성이다. 방대한 기간의 시계열 데이터의 시각화를 통해서 시간의 흐름에 따라 변화하는 데이터의 패턴을 쉽게 확인함으로써 과거 모니터링 및 미래 예측을 위한 도구로 활용할 수 있다. 분포 시각화는 시간 시각화와 유사한 기능을 제공하지만 시간 단위의 구분 기준을 적용하는 시간 시각화와 달리 분류, 세부 분류, 선택 가능한 결과 즉, 샘플 측정 범위에서의 분류를 기준으로 한다는 차이점이 있다. 관계 시각화는 두 개 이상의 데이터 간의 관계를 시각화 할 때 활용 가능하다. 여기서 데이터 간의 관계를 정의하면 하나의 항목이 다른 항목에 어떤 영향을 주는 지 파악하는 것을 의미한다.

관계 데이터는 크게 데이터의 관계를 설명하는 상관관계, 데이터의 분포 정도를 나타내는 분포, 데이터를 비교하는 비교로 시각화 한다. 비교 시각화는 다양한 기준으로 집단을 구분한 뒤 아웃라이어를 찾는 것이 목적이다. 따라서 비교 시각화는 하나의 변수가 아니라 다양한 변수의 특징을 한번에 비교하여 전체적인 정보를 알아내고자 할 때 사용한다. 끝으로 공간 시각화의 경우 광범위한 정보를 위치기반 시계열 형태로 제공하는데 있어 가장 효과적인 방법이다. 일반적으로 지도를 기반으로 하기 때문에 위치, 영역, 시간과 공간의 차이에 따른 변화 등을 주로 다룬다. 정보 제공을 위해 지도상에서 색상, 버블, 스몰 멀티플, 그래픽, 애니메이션 등 다양한 형태로 관련 콘텐츠를 매핑할 수

TABLE 1. Types and characteristics of the data visualization techniques

Category	Data type	Features
Time series data visualization	Time series data	Trend
Proportional data visualization	Community data	Classified characteristics
Correlation data visualization	Correlation data	Correlation
Variables data visualization	Data that include diverse variable characteristics	Variables
Spatial data visualization	Data that include the spatiotemporal differences	Location features

있어 방재, 기상, 건설, 교통 등의 다양한 분야에서 활용 가능하다.

2) Unity 3D의 가시화 및 네트워크 기술

Unity는 원래 웹상의 3D 콘텐츠 제작 도구로 출발하였다. 그러므로 Unity는 언리얼 같은 엔진으로 시작한 것이 아니라 플래시와 같은 웹 응용 제작 도구였다. 플래시는 웹에서 2D 애니메이션을 제작하는 도구로 쉽고 빠르게 웹 콘텐츠를 제작할 수 있지만 3D 콘텐츠 제작을 직접 지원하지는 않는다. 이러한 문제점을 해결하고자 하였던 것이 Unity 이다. 따라서 Unity의 경우 플래시를 이용하여 다양한 게임이 많이 제작되었듯이 게임분야의 3D 콘텐츠 제작을 위해 활용되기 시작하였고, 더욱더 실사와 유사한 환경 구현을 위한 사용자의 요구에 따라 많은 3D 기능이 추가 되었다. 또한, 모바일 등 게임 구현의 다양한 사용자 환경에 부합하게 기본적으로 무겁지 않을 뿐만 아니라 Windows, Mac, Unix, Web, iOS, Android 등의 멀티 플랫폼을 지원함은 물론 C#, Java Script, Boo 등의 언어를 사용한 코드 작성이 가능해 스마트폰을 활용한 서비스 구현에 있어서도 그 확장성은 매우 우수하다고 평가 받고 있다. 현재 Unity는 실시간 3D 애니메이션, 건축 건물 시각화, 비디오 게임 등 인터랙티브 콘텐츠를 제작하기 용이한 도구로 물리 엔진이나 라이트 매핑 등의 기능을 기본적으로 제공하고 있다. 또한 인터넷을 통해 어셋 스토어에 연결하여 필요한 모델이나 텍스처, 모션 애니메이션 데이터 등의 리소스를 무료 또는 유료로 활용할 수 있어 콘텐츠 구현에 있어 다양한 정보의 공유가 가능하다는 장점 또한 내재하고 있다.

3) 대용량 위성영상 이미지 분할 기법

일반적으로 실사와 동일한 지형정보 구축을 위해서는 DEM으로부터 생성된 3차원 지형에 대용량 위성영상 이미지 Texture를 매핑 하는 과정을 거친다. 하지만 위성영상 이미지는 그

자체만으로도 대용량 파일로 분류된다. 따라서 사용자 요구에 따라 다양한 콘텐츠 정보를 3차원 지형정보 기반으로 시각화하는데 있어 시스템 과부하 및 시각화 지연 등의 문제를 야기할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 단점을 보완하고자 이미지 분할 기법을 고하였다. 즉, 대용량의 고해상도 위성영상 이미지를 신속하게 시각적으로 매핑 및 표출하기 위해 하나의 단일 위성영상 이미지를 임의의 크기로 분할하는 알고리즘을 탑재하여 분할된 작은 이미지를 순서대로 붙여 처리하는 방법이다. 이러한 기법은 위성영상 이미지를 단계별로 확대할 경우 현재보다 더 작게 분할한 고화질의 이미지로 변경되어 신속하게 화면상에 디스플레이 되고, 분할된 이미지는 단계가 높아질수록 저해상도에서 고해상도로 자동 변경되어 화면에 표시되는 장점을 가진다.

4) 이미지 Texture Layer 메쉬업 기법

지형데이터 기반의 관련 콘텐츠 정보 메쉬업은 좌표의 동일성을 위해 격자형태의 데이터를 활용하여 시각화 하는 것이 일반적이다. 이 경우 각각의 텍스트 격자정보를 이미지로 변환하여 사용자의 요구에 부합하는 정보로 시각화하는 과정을 거쳐야 한다. 이러한 방법은 레이더 관측자료와 같이 높은 해상도를 갖는 데이터를 이미지화 하여 시각화하는데 있어 동일한 프로세싱 과정을 격자의 수 만큼 거쳐야 하므로 디스플레이 속도 저하를 발생시킨다. 따라서 이러한 문제를 해결하고자 본 연구에서는 이미지 Texture Layer 메쉬업 기법을 활용하였다. 이미지 Texture Layer 메쉬업 기법은 각각의 격자에 해당하는 정보를 이미지로 변환한 후 다시 전체 격자를 하나의 단일화된 Quad 형태의 이미지 Texture로 적용 및 저장하여 사용자 호출에 따라 단일화된 이미지 데이터를 불러들여 Layer 형태로 가시화 하는 방법으로 사용자 Viewer에서의 수신시간을 단축시켜 실시간으로 정보를 가시화 하는 장점을 가진다.

3차원 지형정보 구축 및 레이더 관측 데이터 시각화 기법

1. 레이더 데이터의 획득


본 연구에 활용된 강우관측레이더 데이터는 한국건설기술연구원(KICT)에서 수문활용 및 기상 연구를 목적으로 2013년부터 설치하여 운영중인 X밴드 이중편파레이더로부터 관측된 데이터를 활용하였다. KICT의 이중편파 레이더의 자료 처리 과정은 먼저 레이더로부터 획득된 편파에 대한 각각의 이산 신호로부터 지형에코 및 이차에코를 제거하고 속도펼침 등을 기록한 각종 신호처리 및 필터링을 통해 다양한 레이더 변수들을 획득하고 있다. 또한 획득된 변수들을 활용하여 격자 기반의 강우강도 데이터를 산출할 수 있다. 레이더로부터 수신되는 펄스의 크기와 위상에 대해 각각 I, Q 로 표

현되는 시계열 데이터의 처리 과정은 그림 1과 같으며, 다양한 변수를 활용해 산출한 격자기반 강우강도 데이터는 그림 2와 같다. 본 연구에서는 KICT 강우관측레이더를 활용하여 2014년 7월 24일 15시 05분부터 23시(UTC)까지 관측된 서울/경기 지역 강우사상 데이터를 KICT로부터 제공받아 활용하였다(그림 2(a)).

2. 3차원 지형정보 구축

강우레이더 관측 데이터를 사용자가 직관적으로 습득하고 효과적으로 시각화하여 제공하기 위해서는 위치정보 기반의 지형정보와의 융합이 필수적이다. 따라서 레이더 관측데이터와 융합될 지형정보를 구축하여 공간적 인프라를 구축하는 과정이 우선적으로 선행되어야 한다. 본 연구에서는 지형정보 기반의 강우레이더 관측정보 시각화를 위해 Unity 3D 엔진을 활용

TABLE 2. Specification of KICT's X-band dual-polarization radar(Jang *et al.*, 2014)

Category	Specification	Image
Type	Magnetron with solid state modulator	
Weight	633 kg	
Antenna	Parabola / 1.8 m diameter	
Peak Power	8 Kw	
Beam width	1.4°	
Max range	50 Km	
Frequency	9410 ± 30 MHz	
Scan speed	10 rpm(max)	
Resolution	1.2-192m	

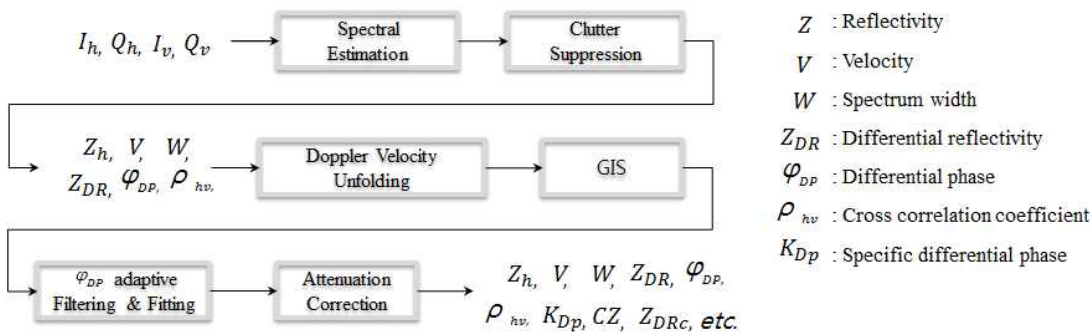


FIGURE 1. Multi-steps for processing radar data provided by KICT(Jang *et al.*, 2014)

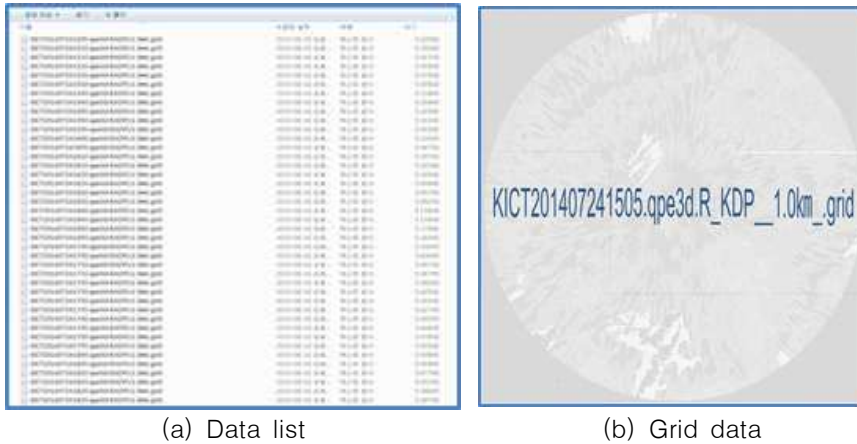


FIGURE 2. Rainfall data provided by KICT radar(KICT, 2014)

하였다.

1) Unity 3D를 활용한 3차원 지형정보 구현 강우레이더로부터 관측된 강우정보의 시각화를 위한 기반 지도 구축을 위해 대상 지역을 선정하였다. 지형정보 구축 대상지역은 KICT 레이더의 설치 위치 및 관측범위에 따라 서울 지역으로 선정하였으며, 3차원 지형 구현을 위한 활용 데이터로 5m 해상도의 DEM과 이미지

매핑을 위한 해상도 2.5m급 위성영상을 활용하였다. 지형정보 구현의 대상지역과 3차원 지형 구축을 위한 활용데이터의 내용은 표 3과 같다.

Unity 3D를 활용한 3차원 지형정보 구현을 위해서는 DEM, 위성영상 각각의 고유 데이터 형식을 바이너리 형태로 변환하는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 Global Mapper을 활용하여 본 과정을 수행하였다. 또한, Unity 상에서 지형정보의 구축을 위해서는 지형정보의 메쉬

TABLE 3. Target area and data

Category	Detail	Attribute
Target Area	Seoul metropolitan	605.28km ²
Data	Satellite image(SPOT-5)	Resolution(2.5m)
	Digital elevation model	Resolution(5m)

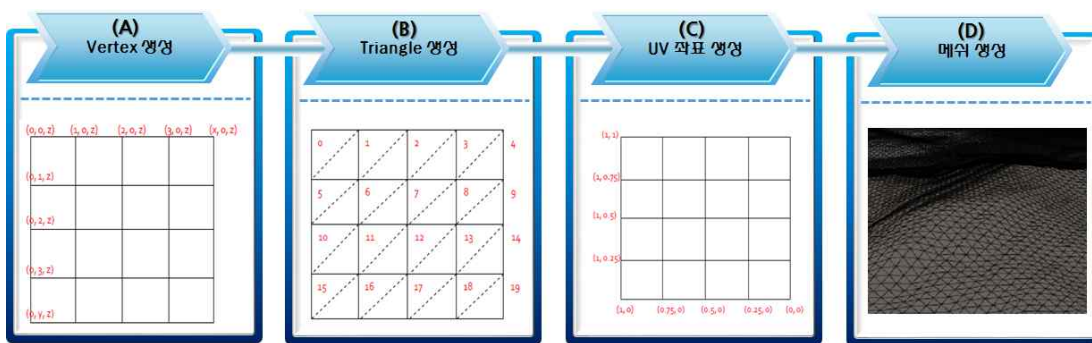


FIGURE 3. Mesh creation for the topographical information

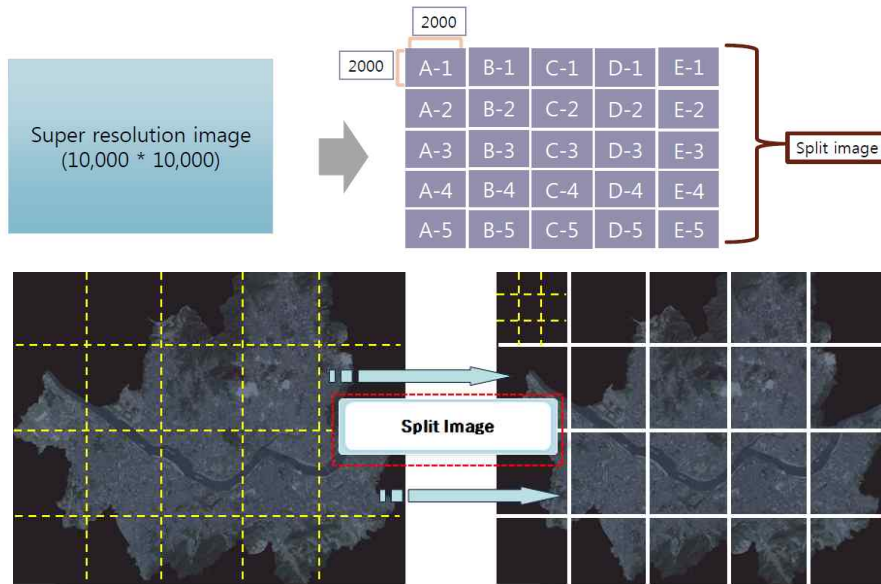


FIGURE 4. Segmentation of the large-volume satellite images

생성 과정을 거쳐야한다. 즉, DEM으로부터 파일을 Export하여 생성된 x, y, z의 그리드 파일의 Vertex 정보를 Unity상에서 Import하여 포지션에 따라 배치하고 메쉬의 면이 생성될 수 있도록 Vertex의 위치에 따라 3개의 점들을 기준으로 연결하여 하나의 Triangle을 생성한 후 지형 이미지 영상과 Texture 매핑이 될 수 있도록 UV 좌표를 생성하였다(그림 3).

또한, 프로토타입 구축을 통한 시물레이션 구

동 시 고해상 대용량의 위성이미지 메쉬업 과정에서 이미지 처리 및 신속한 시각화를 위해 위성 이미지를 임의의 크기로 분할하여 작은 이미지를 순차적으로 병합하여 처리하는 Split Image 기법을 고안하였다(그림 4).

DEM을 가공하여 생성된 3차원 메쉬와 이미지 매핑을 위한 Split Image 기법을 활용해 1개의 서울시 고해상도 위성 이미지를 세부 이미지로 분할하여 Unity 3D viewer에서 나누어

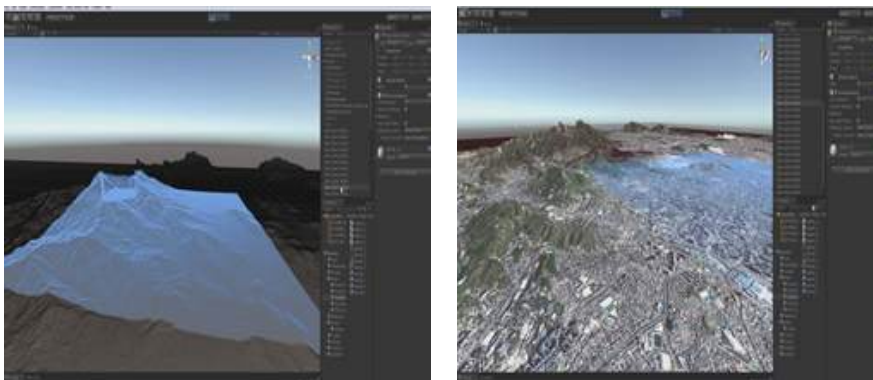


FIGURE 5. 3D topographical information display implementation using the Unity 3D

구현하였으며, 이미지 분할에 따른 단계별 확대를 통해 고화질 이미지로 변경되어 화면상에 보다 더 신속한 표출을 구현할 수 있었다(그림 5).

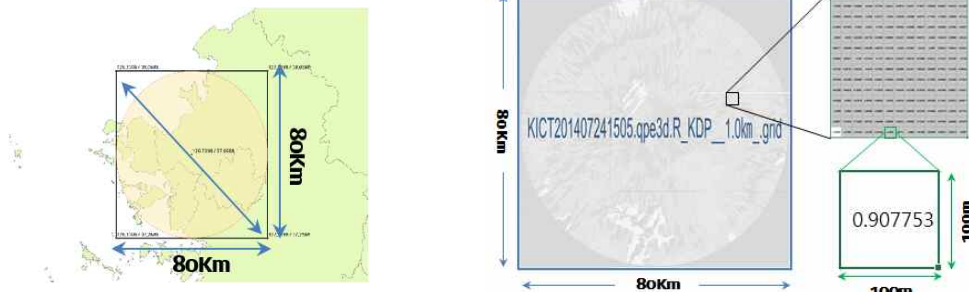
2) Grid 기반 강우레이더 강우사상 정보의 이미지 전환

강우레이더는 기상관측을 위한 수문 측정 장비로 관측된 다양한 값들을 활용하여 다양한 기상관련 분석값을 도출할 수 있다. 그 중 가장 대표적인 분석값이 강우사상 데이터이다. 본 연구에서는 KICT 강우레이더 센터로부터 분석된 5분 단위 강우사상 데이터를 활용하여 사용자 서비스를 위한 시각화 방법 연구를 수행하였다. 강우사상은 시간에 따른 강우량의 패턴을 의미한다(Kim and Park, 2013). 레이더로부터 분석된 강우사상 데이터는 레이더 관측 특성에 맞게 레이더 설치 위치를 중심으로 관측범위에 따라 격자 형태로 그 값을 분석하는것이 일반적이다. KICT 레이더로부터 수집된 강우사상

데이터 역시 관측반경에 따라 레이더를 중심으로 격자 형태로 그 값을 도출하였으며 수집된 데이터를 분석한 결과, 격자는 전체 808*808 (유효범위 800*800) 해상도는 100m 이었으며, 분석된 강우사상 데이터 값은 텍스트 값으로 나타내고 있었다(그림 6).

강우레이더 관측데이터로부터 분석된 강우사상 정보를 사용자에게 시각적으로 제공하기 위해서는 텍스트 형태의 격자 데이터를 이미지로 변환하여 기 구축된 지형정보와 매쉬업하는 과정이 필수적이다. 이를 위해서는 먼저 격자기반 텍스트 강우사상 정보의 좌표값 설정이 우선되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 레이더 관측 자료로부터 분석된 격자기반 강우사상 정보를 격자의 분포, 해상도 및 레이더 설치 위치 정보를 활용하여 지형정보와 매핑할 수 있는 좌표값을 추출하였다(표 4).

또한, 강우사상 정보의 시각화 처리를 위해 Unity 내부의 C# 스크립트를 활용하여 데이터 파싱처리 과정을 거쳤으며, 이를 통해 2차원 텍

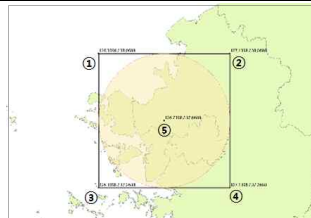


(a) Rainfall radar observation range (b) Rainfall data structure

FIGURE 6. Radar observation range and rainfall information structure

TABLE 4. Coordinate extraction results from the grid-based rainfall information

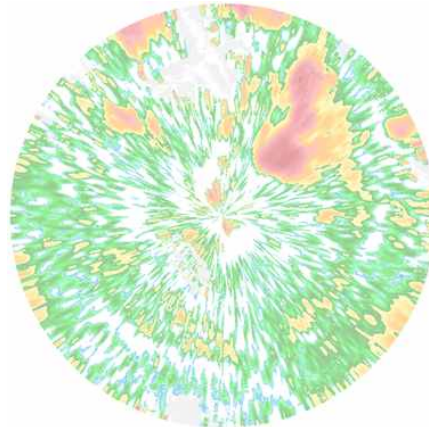
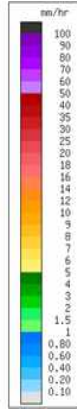
Category	Coordinate(TM)	
	Latitude	Longitude
①	38.0688	126.3398
②	38.0688	127.1398
③	37.2688	126.3398
④	37.2688	127.1398
⑤	37.6688	126.7398



```
string s = text[extrader_num].ToString();
string[] words = s.Split('\n');
rainrate = new float[words.Length - 1];

for (int i = 0; i < words.Length - 1; i++) { //set legend color of rainrate
    string[] words3 = words[i].Split(' ');
    for (int j = 0; j < 808; j++) {
        rainrate[i] = float.Parse(words3[j]);

        Vector4 tmpColor;
        if (rainrate[i] >= 0 && rainrate[i] < 0.1f) { // 224 224 224
            tmpColor = new Vector4(224, 224, 224, alpha);
        } else if (rainrate[i] >= 0.1f && rainrate[i] < 0.2f) { // 195 217 255
            tmpColor = new Vector4(195, 217, 255, alpha);
        } else if (rainrate[i] >= 0.2f && rainrate[i] < 0.4f) { // 62 193 255
            tmpColor = new Vector4(62, 193, 255, alpha);
        } else if (rainrate[i] >= 0.4f && rainrate[i] < 0.6f) { // 7 171 255
            tmpColor = new Vector4(7, 171, 255, alpha);
        } else if (rainrate[i] >= 0.6f && rainrate[i] < 0.8f) { // 0 119 255
            tmpColor = new Vector4(0, 119, 255, alpha);
        } else if (rainrate[i] >= 0.8f && rainrate[i] < 1) { // 0 119 255
            tmpColor = new Vector4(0, 119, 255, alpha);
        } else if (rainrate[i] >= 1 && rainrate[i] < 1.5f) { // 105 252 105
            tmpColor = new Vector4(105, 252, 105, alpha);
        } else if (rainrate[i] >= 1.5f && rainrate[i] < 2) { // 30 242 105
            tmpColor = new Vector4(30, 242, 105, alpha);
        }
    }
}
```



(a) Transformation code

(b) Pseudo color transformation

FIGURE 7. Pseudo color transformation for the rainfall data

스처(800*800)를 생성하고 x, y 좌표 값에 따른 픽셀 데이터를 지정 한 후 기상청에서 권고하는 의사색체 범례로 전환하는 과정을 거친 후 지형정보와 매쉬업 가능한 2차원 텍스처 이미지 데이터로 변환하였다.(그림 7).

Unity 3D 기반 강우레이더 데이터의 웹 표출 시뮬레이션 결과

본 장에서는 앞서 구축된 3차원 지형정보와 래스터 형태로 가공된 위치지반 강우레이더 강우사상 데이터를 Unity를 활용하여 웹을 통해 신속하게 제공하는 시각화 방법에 대한 시뮬레이션을 수행하였다.

1. 개발환경 및 프로토타입 구성

본 연구에서는 강우레이더 데이터 시각화 시뮬레이션을 위한 콘텐츠 저작도구로 플랫폼 독

립적인 Unity 3D를 활용하였으며, 개발환경에 대한 자세한 내용은 다음과 같다(표 5).

시뮬레이션을 위한 프로토타입 구성은 3D viewer를 포함한 Web page, 레이더 관측정보 및 지형정보 가시화를 위한 Unity 3D viewer, 사용자 정보 제공을 위한 Web service, 데이터를 저장하는 Database로 구성하였다(그림 8).

2. 시뮬레이션 구현

본 연구에 활용된 강우레이더 관측지역인 서울지역에 대해 DEM, 위성영상을 활용하여 shape 자료 구조로 이루어진 맵을 Unity상에서 Import 하여 사용하였으며, 서울지역을 벗어난 경기 일부 지역은 Google에서 제공하는 Google Map을 활용하였다. 본 시뮬레이션에서 강우레이더 관측데이터의 시각화는 지형정보와 강우정보가 동시에 표현되는 것이 아니라

TABLE 5. Simulation development environment

Category	Tool
3D Program	Unity 3D
Language	C#
Editor	MS Visual Study, Mono Develop
3D Modeling	3DS MAX

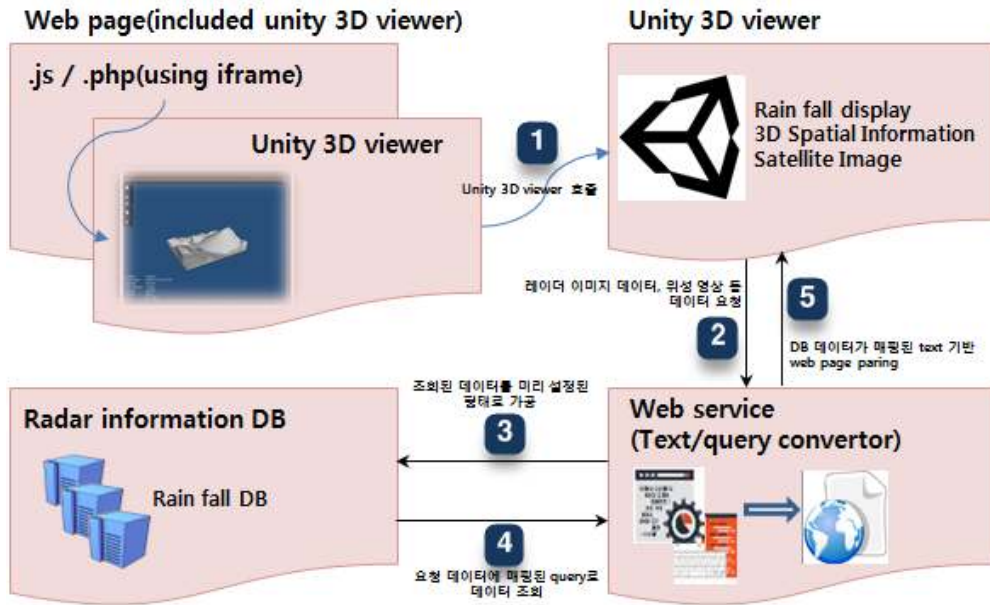
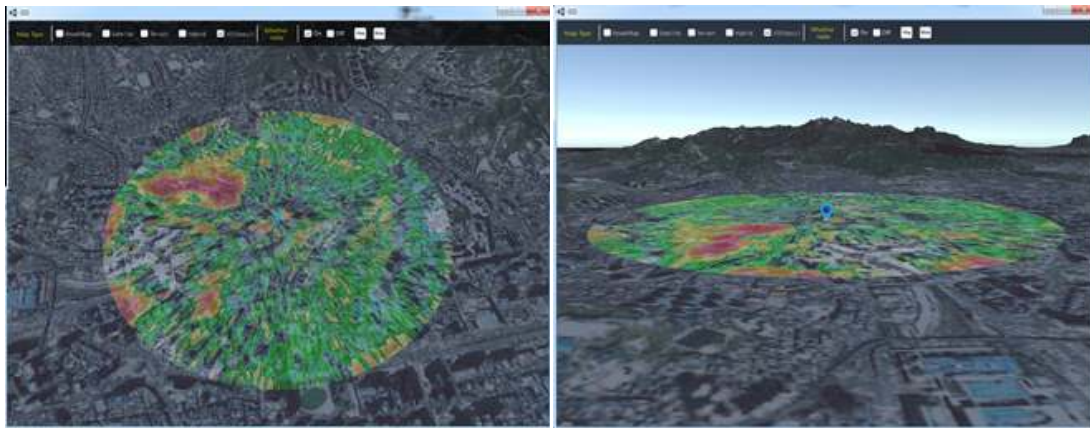


FIGURE 8. Prototype formation and data flow

Layer 형태로 표출되는 기법을 적용하였다. 즉, Unity 3D Viewer를 통해 강우레이더 정보와 관련된 데이터를 Plane 또는 Quad 형태로 생성하여 하나의 이미지 텍스처로 적용하고 표시하였다(그림 9).

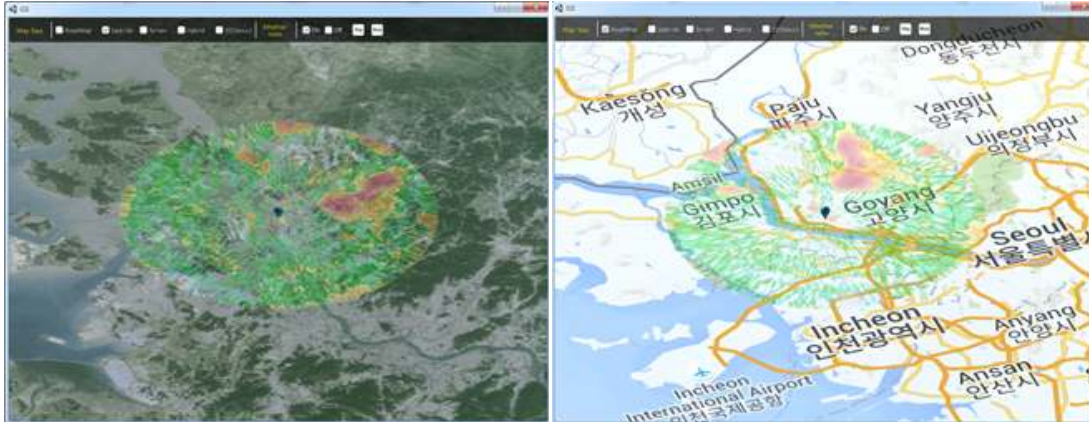
본 기법의 적용을 통해 그리드 형태의 강우

레이더 관측데이터 640,000개의 픽셀 값을 하나의 이미지로 Unity 3D Viewer에 송신할 수 있다. 결국 하나의 이미지로 변경된 레이더 관측정보는 Unity 3D Viewer에서 각각의 픽셀 데이터를 수신/처리하여 시각화 할 때보다 수신 시간 단축을 가능하게 함으로써 사용자 서비스



(a) Based on 3D geographic information

FIGURE 9. Radar rainfall data display simulation



(b) Based on Google 2D map

FIGURE 9. Continued

를 위한 신속한 시각화 부분에서 더욱더 효율적임을 확인할 수 있었다.

결론

본 연구에서는 강우레이더로부터 관측되고 분석한 강우사상 정보를 사용자에게 직관적으로 제공하기 위한 웹 기반 시각화 시스템 프로토타입 구축에 대해 서술하였다. 이를 위해 그래픽적으로 우수한 성능을 나타내고 다양한 플랫폼에서 구동 가능하면서도 비교적 저렴한 Unity 3D 엔진을 활용하였다. Unity 3D를 활용한 강우레이더 관측데이터 시각화 프로토타입 시스템 구축에 따른 결론은 다음과 같다.

첫째, 현재 레이더관측 강우자료의 시각화 제공을 위해 고정밀 GIS 정합을 통한 시스템이 서비스되고 있지만 특정 플랫폼에만 한정되어 구동하는 단점을 내재하고 있다. 본 연구에서는 이러한 단점을 보완하고자 다양한 플랫폼에서 구동 가능한 모바일 게임엔진인 Unity 3D 활용하여 프로토타입을 구축하고 시뮬레이션을 수행함으로써 기존 서비스 체계의 범용성 문제를 보완할 수 있었다.

둘째, Unity 3D기반의 지형정보 가시화 서비스를 위해 SPOT-5 위성영상 이미지, 서울시 DEM(5m)를 활용하여 지형정보 메쉬 생성 기

법과 1개의 대용량 위성영상을 세부 이미지로 분할하여 단계별 시각화를 제공하는 Split Image 기법을 적용하여 3차원 지형정보를 구축하였다. 이를 통해 고해상도 대용량 위성이미지 처리과정의 효율성을 높일 수 있었고, 또한 이미지 분할에 따른 단계별 확대를 통해 고화질 이미지로 변경된 시각화 정보 제공을 가능케 하였다.

셋째, 의사색채로 변환된 640,000의 강우사상 픽셀 정보를 지형정보와 효과적으로 매핑하기 위해 단일화된 하나의 이미지 텍스처로 변환하여 Layer 형태로 표현하였다. 이와 같은 이미지 Layer 전환 및 매핑 기법을 적용함으로써 Unity 3D viewer에서 시각화를 위한 강우사상 데이터 수신시간을 단축할 수 있었고, 신속한 시각화 서비스를 구현할 수 있었다.

이와 같은 정보의 메쉬업은 인터넷 자원을 활용하여 새로운 서비스를 할 수 있기 때문에 다양한 응용분야에 개발 비용과 시간이 절약된다는 장점을 내재하고 있다. 더욱이 본 연구에 활용된 Unity 3D 엔진의 경우 모바일 등 다양한 사용자 환경 및 멀티 플랫폼을 지원하고 있다. 따라서 Unity 기반 시스템 사용자들이 컴퓨팅 환경에 제약 받지 않고 다양한 시각화 정보에 접근할 수 있어 그 확장성은 더욱더 광범위해 질 것으로 기대된다. 또한, 광범위한

콘텐츠 정보의 GIS 정합을 위해 특정 플랫폼에서만 한정적으로 구동되던 시스템의 범용성 문제를 해결할 수 있는 대안으로 활용할 수 있다고 판단된다.

본 연구에서 개발한 수문기상 관측정보 시각화 프로토타입이 강우레이더 관측정보를 시각화 하는데 있어 완벽하다고 볼 수는 없다. 이의 보완을 위해 향후 추가적인 연구를 통한 시스템 구축이 필요할 것이다. 먼저 단일 강우레이더 정보의 시각화가 아닌 전 국토를 아우를 수 있는 강우레이더 네트워크망 정보의 시각화이다. 이를 위해 실시간 관측되는 레이더 네트워크의 내용량 정보를 통합적으로 시각화 할 수 있는 이미지 처리 기법이 개발되어야 하며, 신속한 시각화를 위한 용량 최적화 및 데이터 처리 기법 또한 필수적으로 개발 되어야 한다. 또한, 본 연구는 단지 기상을 관측하는 리모트센싱 장비 중 레이더를 활용한 강우강도 정보만을 시각화한 것이다. 향후 본 연구에서 구축한 시스템을 통해 효과적인 의사결정 도구로 활용하기 위해서는 레이더 관측정보의 신뢰성을 높여줄 위성, AWS(Automatic Weather Station) 등의 정보 또한 통합적으로 제공되어야 한다. 이를 통해 통합적 기상관측정보 제공 및 방재업무 타당성 평가 등의 효과적인 도구로서 사용이 가능할 것이다. **KAGIS**

REFERENCES

- Hu, H. 2014. An algorithm for converting weather radar data into GIS polygons and its application in severe weather warning systems. *International Journal of Geographical Information Science* 28(9):1765-1780.
- James, C.N. S.R. Brodzik, H. Edmon, R.A. Houze Jr. and S.E. Yuter. 2000. Radar data processing and visualization over complex terrain. *Weather and Forecasting*. 15(3):327-338.
- Jang, B.J., K.H. Lee., D.R. Lee and S.H. Lim. 2014. High-precision and 3D GIS matching and projection based user-friendly radar display technique. *Journal of Korea Water Resources Association* 47(12):1145-1154 (장봉주, 이건행, 이동률, 임상훈. 2014. 3차원 GIS 정합 및 투영에 기반한 사용자 친화적 레이더 자료 표출 기법. *한국수자원학회논문집* 47(12):1239-1249).
- Jang, B.J., S.H. Lee, S.H. Lee, K.S. Moon, V. Chandrasekar and K.R. Kwon. 2013. A visualization method of high definition water radar information for various GIS platforms. *Journal of Korea Multimedia Society* 16(11):1239-1249 (장봉주, 임상훈, 이석환, 문광석. 2013. 다양한 GIS 플랫폼을 위한 고해상도 기상레이더 정보 시각화 기법. *멀티미디어학회논문지* 16(11): 1239-1249).
- Jo, Y.W., H.Y. Choi, S.Y. Choi and M.H. Jo. 2014. Conceptual design of damage assessment inventory in response to disaster risk for infrastructures close to river. *Journal of Korean Association of Geographic Information Studies* 17(1): 144-158 (조윤원, 최형욱, 최수영, 조명희. 2014. 수변구조물 재해 위험에 대응하기 위한 피해 평가 인벤토리 개념 설계. *한국지리정보학회지* 17(1):144-158).
- Kang, J.E. and M.J. Lee. 2012. Assessment of flood vulnerability to climate change using fuzzy model and GIS in Seoul. *Journal of Korean Association of Geographic Information Studies* 15(3):119-136 (강정은, 이명진. 2012. 퍼지모형과 GIS를 활용한 기후변화 홍수취약성 평가 -서울시 사례를 중심으로 -. *한국지리정보학회지* 15(3):119-136).

- Kim, B.S. and S.W. Park. 2013. Effect of rainfall-patterns on slope stability in unsaturated weathered soils. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*. 33(3):1027-1035 (김병수, 박성완. 2013. 강우사상의 영향을 고려한 불포화 풍화사면의 안정성. *대한토목학회논문집*. 33(3): 1027-1035).
- Kim, H.G., J.H. Kim, Y.N. Kang, S.C. Shin, I.K. Kim and S.H. Han. 2013. Collaborative visualization of warfare simulation using a commercial game engine. *Journal of the Korea Society for Simulation* 22(4):57-66 (김형기, 김정훈, 강윤아, 신수철, 김임규, 한순홍. 2013. 상업용 게임 엔진을 활용한 전투 시뮬레이션 결과의 협업 가시화. *한국시뮬레이션학회논문지* 22(4):57-66).
- Kim, N.S. and S. Jin 2011. A study on the web-based representation of thematic maps using GeoWeb platform. *Journal of Korean Association of Geographic Information Studies* 14(1): 107-117 (김남신, 김석주. 2011. GIS와 지오웹 플랫폼을 활용한 웹기반 주제도 표현에 관한 연구. *한국지리정보학회지* 14(1): 107-117).
- Kim, S.K., G.S. Song, H.B. Lee, G.H. Kang, K.H. Im and S.H. Kim. 2013. An efficient use method for unity 3D engine. *Proceedings of The Korea Society of Computer Information Conference 2013*, pp.333-334 (김수균, 송기섭, 이희범, 강지훈, 임광혁, 김석훈. 2013. 유니티 3D 엔진의 효율적인 이용 방법. *한국컴퓨터정보학회 2013년 동계학술대회논문집*. 333-334쪽).
- Park, J.H., B.S. Kang., G.S. Lee and E.R. Lee. 2007. Flood runoff analysis using radar rainfall and Vflo Model for Namgang dam watershed. *Journal of Korean Association of Geographic Information Studies* 10(3):13-21 (박진혁, 강부식, 이근상, 이을래. 2007. 레이더강우와 Vflo모형을 이용한 남강댐유역 홍수유출해석. *한국지리정보학회지* 10(3):13-21).
- Xie, H., X. Zhou, E.R. Vivoni, J.M.H. Hendrickx and E.E. Small. 2005. GIS-based NEXRAD Stage III precipitation database: automated approaches for data processing and visualization. *Computer & Geoscience* 31(1):65-76. **KAGIS**