

원격탐사와 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용한 실시간 3D 해저지형의 디스플레이 시스템

이종훈[†], 박만곤^{**}

요 약

*최근 클라우드 컴퓨팅 기술의 발전에 따라 해저지도 데이터의 효율적인 측정, 기록 및 업데이트하는 분야에서의 원격탐사 기술과 클라우드 컴퓨팅 기술의 활용이 확대되고 있다. 실제 해양 분야에서 수심측정 및 측정 데이터 관리, 유통, 디스플레이 장비 개발 및 보급에 많은 시간과 비용이 발생하고 있다. 이러한 시스템을 개선하고자 실시간 3차원 디스플레이 시스템을 통하여 해당 위치에서의 측정 활동의 중요도를 판단할 수 있으며, 측정 활동의 시간과 비용 감소로 이어질 수 있다. 해양조사선 및 원격탐사 장비 등 다양한 경로를 통해 측정된 데이터는 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용하여 처리, 관리된다. 본 논문에서는 원격탐사를 통한 수심측정과 동시에 실시간 3차원으로 디스플레이하는 시스템을 제안한다. 제안된 실시간 3차원 디스플레이 시스템은 해저지형뿐만 아니라 육지의 지형 측량 분야에서도 효과적으로 적용될 수 있다.

A Display System of Realtime 3D Bathymetry Using Remote Sensing Exploration and Cloud Computing Technologies

Jong-Hoon Lee[†], Man-Gon Park^{**}

ABSTRACT

Recently, utilization of remote sensing exploration and cloud computing has been extended to efficient measurement, store, and update of bathymetry map data according to cloud computing technology. In the field of real ocean, water depth measurements and measurement data management, distribution, and display equipment for the development and dissemination have generated a lot of time and cost. To improve these problems, through real-time three-dimensional display system at this location, we can determine the importance of measurement activities, and reduce the time and cost of measurement activities. Data measured from marine probe vessels and remote sensing exploration equipments and other various channels can be handled and managed. In this paper, we propose a realtime three-dimensional display system through the depth measurements from remote sensing exploration. The proposed real-time three-dimensional display system can be effectively applied in the field of measurement of the topographical survey of the land as well as bathymetry of the sea.

Key words: Remote Sensing Exploration(원격탐사), Bathymetry(해저지형), Grid Map(그리드 맵), ENC(전자해도), Cloud Computing(클라우드 컴퓨팅)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 박만곤, 주소 : 부산광역시 남구 대연 3동 부경대학교 대연캠퍼스 1호관(웅비관) 1308호실(608-737), 전화 : 051) 629-6240, FAX : 051) 628-6155, E-mail : mpark@pknu.ac.kr
접수일 : 2013년 10월 17일, 수정일 : 2013년 12월 05일

완료일 : 2013년 12월 31일

[†] 준회원, 부경대학교 산업대학원 전산정보학과
(E-mail : karitasnav@naver.com)

^{**} 종신회원, 부경대학교 공과대학 IT융합응용공학과

1. 서 론

최근 육상자원을 대체하고 광물자원의 안정적인 공급을 위해 국제적으로 지구 표면의 70.8%를 차지하고 있는 해양을 개발하기 위한 연구와 개발이 점점 증가하고 있다. 또한 조력, 조류발전 및 파력, 해양 온도차 발전 등 대체 에너지원으로써 바다 에너지가 활용되고 연구의 대상이 되어 왔다. 이러한 바다 자원을 확보하고 바다에 대해 정확히 이해하기 위해서는 해양탐사가 필수적이다[1].

해양탐사는 다양한 관측선에서 해양관측기기를 이용하여 해양의 특성과 현상을 파악하기 위해 다양한 방법으로 자료를 얻는 것을 말한다. 해양탐사는 해양물리학, 해양지질학, 해양생물학 등 과학 분야나 필요에 따라 다른 자료를 수집하고, 연구한다. 해양탐사는 배를 타고 직접 바다에 나가 바다 속에 관측기기를 넣어 탐사하는 방법과, 잠수정을 타고 심해까지 들어가 해저 지형이나 생물자원, 퇴적물 등을 조사하는 방법이 있으며, 인공위성을 이용하여 단시간에 넓은 영역의 자료를 얻는 방법이 있다[2]. 해양조사선을 이용한 해양탐사에서 이용하는 관측기기로는 수온과 염분을 측정하는 온도계, XBT (Expendable Bathythermograph), CTD (Conductivity, Temperature and Depth) 등이 있고, 해류를 관측하는 관측기기로는 해류병, 초음파식 유속계 (ADCP) 등이 있다. 원격탐사에서 이용하는 해양관측기기로는 다양한 인공위성, ARGO float와 같은 부이(부표)가 있다[3].

해양조사선을 이용한 해양탐사에는 많은 시간과 비용이 발생하고, Argo Float등 원격탐사에는 광범위한 영역에 대한 측량이 이루어지는 대신 데이터의 밀집도, 정확성이 상대적으로 떨어질 수 있으며, 원격탐사 기기의 검정/교정이 어렵거나 거의 불가능할 수 있다[3].

본 연구의 목적은 해양 탐사 시간과 비용을 효율적으로 줄이고, 탐사 관측 자료의 고차원적인 해석과 능동적인 활용을 위한 실시간 3차원 GIS 기반의 디스플레이 시스템의 설계와 구축에 있다. 이를 위해 새로운 지도 데이터 구조를 작성하였다. 또한 실시간 디스플레이 시스템의 한계를 이해하고 극복하고자 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용한 3차원 데이터 변환 기능을 추가하기 위한 시스템을 구축하였다. 또한 본

연구는 침식, 태풍 등의 영향으로 수심 변화가 빈번하게 발생하는 연안 해역을 대상으로 수심 측정을 한다는 가정 하에 수심 측정 효율을 높이기 위한 시스템을 제안하며, 어업에 종사하는 중소형 어선이나 레저용 선박을 대상으로 한다.

2. 해저관측 시스템과 3차원 해저지도 제작 과정

전 지구 관측시스템 (GEOSS, The Global Earth Observation System of Systems)은 범지구적 과학 기술 협력 프로그램으로 전 지구적 문제에 대응하기 위해 기획되었고, 전지구계의 해양, 기상, 기후, 육지, 지질, 생태계, 재난 등을 파악하기 위해 포괄적이고 지속적인 관측을 수행하고 있다. GEOSS의 해양관측정보센터인 m-GEOSS에서는 각 국가에서 생산하는 해양 정보를 통합하고, 자료를 교환하여 국가의 해양 정책 결정에 활용하고, 실시간 해양관측자료의 공유를 위해 해양 분야 단위 센터 지정 및 운영 프로그램을 활성화하는 계획을 진행하고 있다. 우리나라에는 해양관측자료를 종합적으로 서비스할 수 있는 KOOFS(국가해양 정보시스템, Korea Ocean Observing And forecasting system)가 있다. 국가해양 정보시스템은 해양 GIS 정보를 기반으로 조석, 조류, 해류 예측정보와 실시간 관측정보, 위성 수온 정보 등을 분석, 서비스하는 시스템이다[4].

연근해 어선의 통합항법시스템을 구축함에 있어 기존의 ECDIS(Electronic Chart Display and Information System)상에서 2차원으로 나타내었던 해상 부분을 보다 효과적으로 활용할 수 있도록 3차원으로 해저지형을 시각화 한다. 3차원 데이터는 TIN (Triangle Illegal Network)을 사용하여 불규칙적인 삼각형의 집합으로 지형을 나타내며, OpenGL 소프트웨어를 이용하여 3차원 시각화를 구현한다[5]. 3차원 해저지도를 제작하는 과정은 아래 그림 1과

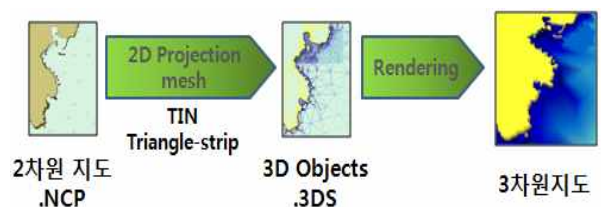


그림 1. 통상적인 3차원 해저 지도 제작 과정

같다.

본 연구에서는 Object 단위로 구성된 3차원 해저 지형 지도를 규격화하여, ECDIS 등의 시스템에 탑재한 후, 수심 측정 시스템을 통해 측정된 위치좌표(longitude, latitude)와 수심(depth)을 해당 Map의 기준 좌표로 Mapping하여 수심을 갱신하는 시스템의 구축과 알고리즘을 그림 2와 같은 프로세스를 거쳐서 완성한다.

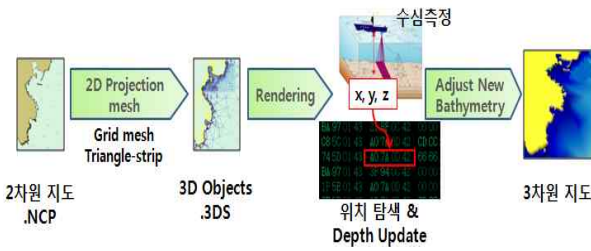


그림 2. 수심 측정 및 3차원 데이터 업데이트 프로세스

3. 3차원 해저지형 실시간 디스플레이를 위한 데이터의 재구성

실시간 3차원 해저지형 시스템을 구현하고 업데이트를 수행하는 프로세스는 그림 3과 같다.

국제수로기구 (IHO)의 표준 전자해도(ENC)는 육상지도와는 달리 해안선 및 주요 섬을 따라 나열되는 특성을 가지고 있으며, 주요 항구와 어항 등에는 상세 지도로 나타내고 있다. 따라서 해당 지도 데이터의 정확하고 원활한 이해를 돕기 위해 별도의 전자해도 인덱스 정보를 항상 파악하고 있어야 하는 점은 단점으로 지적되었다. 표준 전자해도 S-57 Ed.3.1 항해용 종이해도를 편집하여 제작한 전자해도는 그림

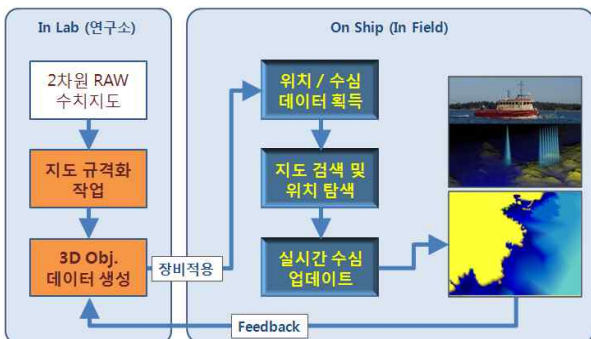


그림 3. 실시간 3차원 해저지형 시스템의 구현 및 업데이트 프로세스

4-5에서처럼 KR1, KR2, KR3, KR4, KR5, KR6 등 총 여섯 단계의 격자형 전자지도를 구성하였다[5].



그림 4. 비규격: 해도색인도 KR264

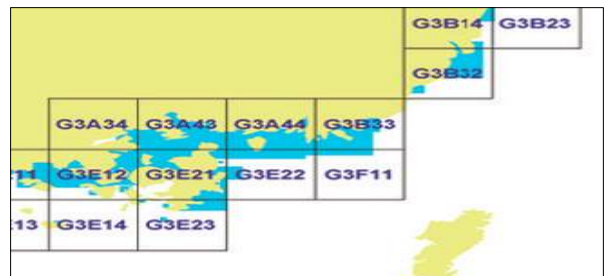


그림 5. 규격: 항만도 Harbor, KR5

3.1 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용한 해양 탐사 데이터의 관리 및 제공

해양탐사를 통해 획득된 데이터는 여러 경로를 통해 전달, 보관, 가공, 관리된다. 미국 NODC (National Oceanographic Data Center)는 국립 해양대기 관리국(NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration)에서 운영하고 있는 데이터 센터 중 하나이다. NODC는 바다의 표면 온도, 해류, 해변지도, buoy, 지연온도 등의 각종 해양데이터를 수집하고 보관하며 처리와 검색이 가능한 데이터베이스를 구축하고 유지, 관리하여 연방정부와 학계 및 해양연구기관에 다양한 경로를 통해 데이터를 제공한다[5]. 일본 JODC (Japan Oceanographic Data Center)는 일본의 해양데이터에 대한 데이터센터로 일본의 정부기관, 대학, 해양데이터센터 등에 의해 생산된 데이터와 다양한 처리 및 분석을 통해 생산된 데이터를 수집, 관리하고 제공하는 기능을 한다[6].

체계적인 데이터 관리를 위해 각국에서 데이터 센터를 운영하는 것으로 조사되었다. 시스템적인 효율성과 데이터의 빠른 전달과 처리를 위해 클라우드

컴퓨팅 기술 도입이 필요하다. 또한 실시간 3차원 디스플레이를 위해 제한적인 구조로 바이너리 데이터를 구성한 약점을 보완하기 위해, IaaS 레벨에서 보다 상세한 1/1000초 단위의 데이터를 보관, 처리, 탐색, 관리할 수 있다. 클라우드 데이터 센터에 저장, 관리되는 전자해도 데이터의 해상도는 약 3.08cm/vertex로, 각 단말에 보급되는 실시간 3차원 디스플레이용 데이터의 해상도(12/100초 단위로 약 3.704m/vertex)보다 약 120배율의 상세한 데이터를 관리한다.

3.2 해저지형 데이터의 분석

실제 지형 표현 기법으로 가장 많이 쓰이는 것은, 광활한 지형을 효과적으로 표현하기 위해 일정한 간격으로 지형의 높이 값을 저장한 Height Field 데이터이다. Height Field 데이터는 지형의 높이를 일정한 간격으로 샘플링한 2차원 형태의 데이터로 저장되어 있다. 지형의 모든 정점(vertex) 정보를 저장하는 방법보다 단순하면서도 메모리를 절약할 수 있는 방법이다. 작업을 위한 Vertex 투영 및 GPS 위치에 따른 해당 도엽 찾기가 어려워지므로, 격자 단위로 구성된 도엽 형태로 변환 작업이 필요하다. 실제로, 2008년 국립해양조사원에서 격자형 전자해도 335 cell을 개발 완료하였다. 그림 6과 같이 지구 표면을 위도와 경도로 구분지어 설명할 수 있는데, 이 때 위도 1도와 경도 1도의 기본 Grid가 형성된다. 이 Grid는 적도 부근에서 면적이 가장 크고, 극지방으로 갈

수록 면적이 좁아지는 단점이 있지만, 이 기본 Grid를 기준으로 규격화된 개별 지도를 생성할 수 있으며, 부분적 업데이트와 데이터 관리가 용이해진다.

규격화된 지도에서는 좌표를 기준으로 해당 지도를 찾기 쉬워진다. 표시할 지도의 영역이 정해져있다면, 해당 영역에서 지도를 찾는 방법은 아래 알고리즘을 통해 이루어진다.

```
//현재 도엽의 기준 좌표를 바탕으로 도엽의 Index를 구한다.
UINT GetMapIndex()
{
//도단위 계산
int nDPos = ((Position_Bottom/10) - AreaBottom) * GridWidth
+ ((Position_Left/10) - AearLeft);

//분단위 계산
int nMPos = (Position_Bottom - ((int)(Position_Bottom/10) * 10))
* MAP_WIDTH_COUNT +
(Position_Left - ((int)(Position_Left / 10) * 10));
return nDPos *
(MAP_WIDTH_COUNT*MAP_HEIGHT_COUNT) + nMPos;
}
```

위도 1도와 경도 1도로 구성되는 하나의 Grid를 100*100으로 나누면 하나의 Grid 내에 10,000개의 단위 도엽으로 구성할 수 있고, 각 단위 도엽은 위도 약 36초, 경도 약 36초로 위도 기준 약 1,111.2m의 기준화된 스케일로 표현이 가능하다. 하나의 단위 도엽을 또 다시 300*300 단계로 Vertex를 생성시키면, 도엽 내에 총 90,000개의 Vertex로 구성된 기본 Mesh를 만들 수 있으며, 각 Vertex 간격은 약 3.704m가 된다.

수심 측정을 통해 획득된 새로운 수심 값을 표시하기 위해서는 해당 좌표 혹은 그 부근에 Vertex 및 Grid가 형성되어야 수심이 적용 가능하다. 하나의 단위 도엽 내 90,000개의 Vertex를 기준으로 기본 지형 Mesh를 설정하고, 그림 7과 같은 기존 2D 해도의 수심 데이터를 참고하여 기초 데이터를 생성시킨다.

지도 규격화로 인한 또 다른 이점은, Face Index 정보를 모든 도엽에서 공유할 수 있다는 점이다. Triangle-Strip으로 구성되는 3차원 오브젝트는 기본적으로 Vertex List와 해당 Vertex의 인덱스로 표시된다. 모든 Vertex를 나열한다는 것은 사실 번거울 뿐 아니라, 데이터 자료구조 면에서도 이득이 없다. Vertex가 서로 중복되지 않는 Vertex List를 기준으로 정점 인덱스를 중복 호출함으로써 메모리 공

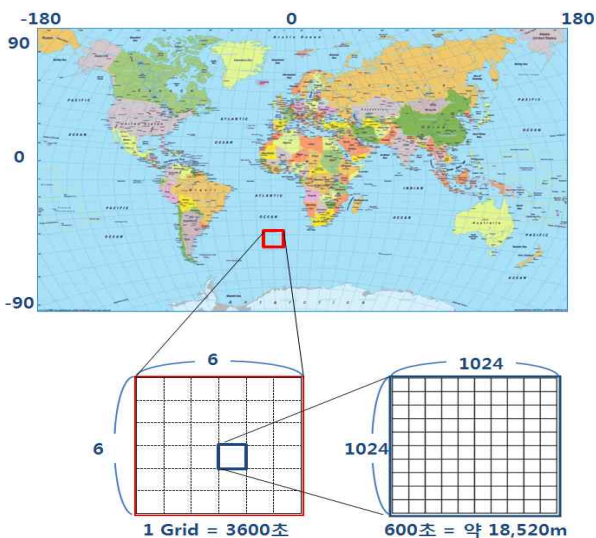


그림 6. 규격화된 지도의 구성

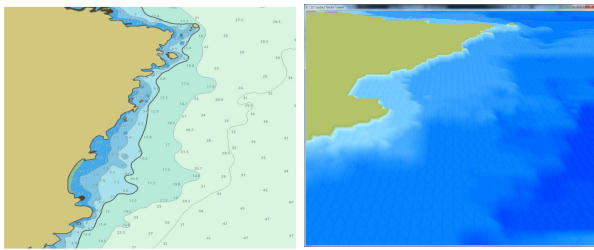


그림 7. 2차원 전자해도 그림 8. Simplified Grid Map (3D)

간을 효율적으로 사용한다. 여기서 각 지도의 섹터는 모두 같은 간격으로 나열된 정점으로 구성되며, 각 섹터의 고도 정보는 Vertex List에서 관리하면 되므로, 공통된 Face Index를 공유할 수 있게 되는 것이다. 해당 Face Index로 구성된 해저지형의 3차원 형상은 그림 8과 같다.

3.3 실시간 3차원 디스플레이 방법

실제 지형기준 데이터가 생성되고, 전자해도 표시 시스템 (ECDIS)에 탑재된 시스템으로 수심 데이터를 측정하는 단계에서, 아래의 기본 데이터가 획득되어야 한다.

- (1) 위치 좌표 (Longitude, Latitude) - 필수
- (2) 수심 데이터 (depth) - 필수
- (3) 측정 일자과 시간 (Date, Time) - 옵션
- (4) 측정 경로와 날짜 정보 등 - 옵션
- (5) 측정 선박의 등록정보 - 옵션

Regular Grid Method에 의해 그림 9에서와 같이 측정된 수심의 위치를 Binary 데이터 상에서 바로 찾을 수 있다. 해당 지점의 바이너리 데이터가 업데이트 되면, 새로운 Vertex가 추가되는 것이 아니며

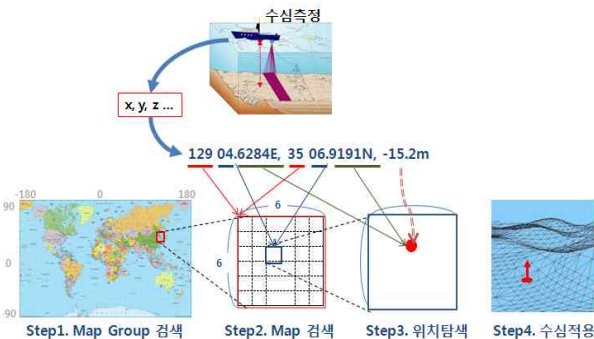


그림 9. 수심 데이터 획득 및 지도 검색



그림 10. 실시간 3차원 디스플레이 프로세스

로, Triangle Strip 수행 없이 바로 Rendering 가능하다. 이것이 실시간 3차원 디스플레이가 가능한 이유이다. 그림 10에서처럼 측정과 디스플레이의 프로세스 사이에서 Binary 데이터를 직접 Access하는 것이다.

하지만, 새로 측정된 데이터를 무조건 적용시킬 수 있는 것만은 아니다. 수심 측정이라는 것은 어디까지나 절대치가 아닌 상대 치이기 때문이며, 조류나 풍속 등, 측정 과정에서의 오차도 있기 때문이다. 또한 기존에 저장된 데이터와 새로 측정된 데이터의 차이를 적절히 유지해야 할 것이다. 평균값 혹은 표준편차를 적용한 수심 값이 적용되어야 할 것이다. 마지막으로 고려해야 할 사항은, 위도, 경도에 의해 처리될 수심점의 수심치와 그 주변 지형의 수심치의 조합이 자연스러워야 한다는 것이다. 일부 수심의 계산과정에서 주변 지형보다 튀어나오거나 꺼져 보이는 현상이 발생할 수도 있기 때문이다[7].

지금까지는 해저지형의 형상을 결정지을 수 있는 좌표, 수심에 대해 논하였다. 사실적인 3차원 디스플레이 효과를 위해서는 Texturing, Coloring 등의 기법이 적용되어야 한다. 해저 수심을 표현할 때는 음영기복도를 사용할 수 있는데, 수심이 변경되었을 경우에는 해당 영역의 음영기복도도 업데이트시켜줄 수 있어야 한다. 해당 영역의 Normal값을 계산하여 새로운 경사도에 따른 그림자를 산출하는 과정으로 음영기복도를 갱신시킨다[8].

3.4 클라우드 데이터 센터에서의 측정데이터 기록 및 관리

측정된 수심데이터는 로그 형태로 파일에 기록된다. 측정된 시간과 날짜, 위도, 경도, 측정된 수심을 기록해두고, 해당 로그파일명은 측정이 시작되는 시점으로 생성하게 한다. 세계 표준으로 사용 중인 NMEA 0183에는 많은 프로토콜이 있지만, 해양관측에 많이 사용되는 프로토콜만 본다면 \$\$SDBK, \$\$SDBS, \$\$SDBT, \$\$SDDPT 이렇게 네 가지가 있다. 로그파일 형식은 아래와 같이 지정한다.

- 형식:[날자],[시간],[경도],[위도],[수심]
(예)20130422,1053,36.292510000,129.357550000,13.9

로그파일 형식에 따르면, 한 지점에서 측정된 로그는 총 45Byte의 데이터를 가진다. 수심의 측정은 1초에 한 번씩 수행한다고 가정했을 때, 1일 평균 조업시간 5시간을 기준으로 측정된 로그 파일의 크기는 약 800KB (5시간*3600초*45Byte= 810,000Byte = 791.016KB)가 된다.

모든 어선은 항구를 통해 출항하고 조업을 마친 후 항구를 통해 입항한다. 출항과 입항 시기에 맞춰 log 파일을 업데이트할 수 있다. 항구에 기준 WI-FI 송수신기를 설치하고, 입항 시 (항구로 되돌아올 때) 수집된 수심정보 log 파일을 자동으로 네트워크로 전송한다. 지역별 가장 가까운 클라우드 데이터 센터에 저장이 되며, 클라우드 컴퓨팅 기술을 통해 해당 지점의 수심 변화량, 조석/조류에 의한 특성 분석, 평균 수심을 계산할 수 있다. 분석된 수심 데이터를 기반으로 항상 최신의 해저지형 수치지도를 확보할 수 있으며, 그림 11에서처럼 클라우드 데이터 센터에 별도로 저장이 가능하다.

클라우드 데이터 센터에 모인 수심 데이터는 단순히 대용량 저장을 목적으로 하지는 않는다. 대용량의 수심 데이터가 매일 업데이트 되고, 기존의 데이터와 유기적으로 처리되어 항상 최신의 수심 데이터가 유지되도록 한다. 그리고 분기별, 연도별 History를 검색하거나 수심 변화량을 체크할 수도 있다.

지리정보 데이터는 대용량 데이터를 기반으로 구성되며, 이를 처리하기 위해서는 고성능의 컴퓨터나 서버급 장비가 필요하기 때문에, 최근 급부상하고 있는 클라우드 컴퓨팅 분야로 이전되고 있는 추세다. GISCloud (<http://www.giscloud.com>), Spatial-Stream (www.spatialstream.com), ESRI 같은 지리

정보를 다루는 몇몇 기업들은 클라우드 컴퓨팅을 통해 서비스를 제공하고 있다. Schüffer는 Amazon Web Services (AWS)와 Google Apps Engine (GAE)의 비교를 통해, Google cloud는 사용하기에 편하고 애플리케이션 개발이 가볍다고 평가했고, Amazon cloud는 조금 더 복잡한 구조를 가지지만, 가용성이 뛰어나다고 평가했다[9-10]. 또한 분산 데이터 저장 및 분산 병렬 데이터 처리 기법을 기반으로 Hadoop 기반 클러스터를 구축하고 성능평가를 수행한 결과, 데이터 저장 측면 6%, 정렬 측면 16%, 검색 측면 38%의 처리 시간 향상 등의 효과를 얻을 수 있다 [11-13].

4. 결론 및 향후 과제

GEOSS의 해양관측정보센터인 m-GEOSS(marine, 해양 분야)에서는 각 국가에서 생산하는 해양 정보를 통합하여, 자료를 교환하고 가공하여 국가의 해양 정책 결정에 활용하고, 실시간 해양관측자료의 공유를 위해 해양 분야 단위 센터 지정 및 운영 프로그램을 활성화하는 데에 노력을 기울이고 있다. 실제로 조위, 파고, 유향/유속, 수온, 염분, 기온, 기압, 풍향/풍속 등의 관측데이터를 온라인상에서 2차원 이미지 형태의 서비스를 하고 있다.

본 연구에서는 해양조사선과 원격탐사를 통한 해저지형 측량과 함께 실시간 3차원 디스플레이 시스템을 제안하였다. 평균 해수면(수심 0m)에서 해저지형까지의 공간을 확보한 후, 수면을 포함한 해당 공간에 많은 관측 데이터를 거의 실시간으로 표시할 수 있는 시스템이 가능해진다. 원격탐사를 통해 수집된 측량 데이터를 기반으로 해양의 변화를 분석하고, 변화가 빈번히 발생되거나 집중적으로 발생하는 지점을 파악하여 해양조사선을 현지 파견하는 등의 부수적인 효과를 얻을 수 있으며, 해양조사선의 탐사 스케줄 관리와 탐사 활동에서 발생하는 시간 및 에너지 소모 등의 비용을 효과적으로 줄일 수 있을 것으로 예상된다. 해수면 온도는 수심 0m를 적용하여 표현하고, Argo Float 등으로 관측되는 중층 해류 등은 해당 수심을 적용해 3차원으로 표현이 가능하다.

또한 클라우드 컴퓨팅 기술로, 복합적으로 발생되는 원격 관측 데이터를 효과적으로 관리 분석하고, 1000분의 1초 단위의 상세한 해양 지오메트리를 Full

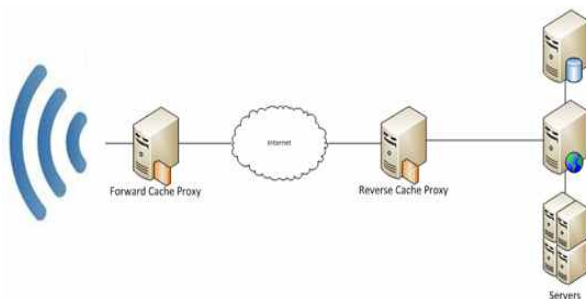


그림 11. 지역별 Cloud Data Center

Grid Map 형태로 상시 보유하고, 이를 수심/고도 변화량을 고려하여 주기적으로 TIN 데이터 메시로 변환시킴으로써 최신의 3차원 해양 수심지도를 제공할 수 있도록 한다. 클라우드 데이터 센터에 기록되는 1/1000초 해상도 (Vertex 당 약 3cm)의 Grid Map은 자세하고 체계적인 지형이 나올 수 있는 장점이 있지만, 데이터 사이즈로 인한 메모리 공간이 낭비되고, 그만큼 처리속도가 느리다는 단점이 존재한다. 이러한 단점을 극복할 대안으로 수심 변화량을 파악한 후, 수심 변화량이 적을 경우, 해당 면적을 하나의 Face로 묶고, TIN으로 다시 변환한다면, 상세 데이터를 기준으로 데이터 사이즈를 줄일 수 있고, Drawing 속도 또한 확보할 수 있다. 서비스 측면에서 재해석하면, 고객의 요구사항에 따라 퍼포먼스를 위한 라이트 버전(최소화된 그리드 메시, Simplified Grid Mesh), 배포판 엔드유저를 위한 스탠더드 버전 (Triangle-Striped Mesh), 정밀도를 위한 풀 버전(풀 버전 그리드 메시, Full Grid Mesh) 등 다양한 버전으로 해당 서비스를 제공할 수 있을 것으로 예상된다. 스탠더드 버전은 연안해를 운항하는 어선 및 선박의 안전사고를 효과적으로 예방하고, 해양 레저 산업의 발달을 촉진시킬 수 있을 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] Ocean Surveyor, http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000919032, 2013.
- [2] Dong Il Kim, Kye Hyun Kim, Sung Joo Lee, and Yong Hyun Park, "Development of 3-D GIS based Expression System for Utilization of Submarine Mineral Resource Exploration Data," *Journal of Korea Spatial Information Society*, Vol. 21, No. 3, pp. 21-30, 2013.
- [3] Introducing ARGO Float, http://kodc.nfrdi.re.kr/page?id=argo_01, 2013.
- [4] Mun-Ki Bae, Hyeong-Il Shin, Dae-Jae Lee, Il-Kwon Kang, Yoo-Won Lee, and Kwang-Sik Kim, "Three Dimensional Visualization of Seafloor Topography for the Application of Integrated Navigation System," *Journal of Korea Society of Fisheries Technology*, Vol. 42, No. 2, pp. 104-110, 2006.
- [5] National Oceanographic Data Committee of the Netherlands, <http://www.nodc.nl>, 2013.
- [6] Japan Oceanographic Data Center, Retrieved from <http://jodc.go.jp>, 2013.
- [7] Norbert Pfeifer, "A Subdivision Algorithm for Smooth 3D Terrain Models," *Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Vol. 59, No. 3, pp. 115-127, 2005.
- [8] A. Bernik and Z. Sabati, "Generating Terrain and HI Details using Texture Maps," *Tiskarstvo and Dizajn*, pp.75-81, 2013.
- [9] Bastian Baranski, Bastian Schaeffer and Richard Redwick, "Geoprocessing in the Clouds," *OSGeo Journal*, Vol. 8, pp. 17-22, 2011.
- [10] Byung Kwan Lee, Eun Hee Jeong, and Seung Hae Yang, "A DDMPF (Distributed Data Management Protocol using FAT) Design of Self-organized Storage for Negotiation among a Client and Servers based on Clouding," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 15, No. 8, pp. 1048-1058, 2012.
- [11] Seung-Tae Hong, Young-Sung Shin, and Jae-Woo Chang, "Optimization and Performance Analysis of Cloud Computing Platform for Distributed Processing of Big Data," *Journal of Korea Spatial Information Society*, Vol. 19, No. 4, pp. 55-71, 2011.
- [12] Muzafar A. Bhat, Razeef M. Shah, and Bashir Ahmad, "Cloud Computing: A Solution to Geographical Information Systems (GIS)," *International Journal on Computer Science and Engineering*, Vol. 3, No. 2, pp. 594-600, 2011.
- [13] Sean Marston, Zhi Li, S. Bandyopadhyay, J. Zhang, and A. Ghalsasi, "Cloud Computing-The Business Perspective," *Decision Support Systems*, Vol. 51, No. 1, pp. 176-189, 2011.



이 종 훈

2014년 2월 부경대학교 산업대학원 전산정보학과 (공학석사 학위취득 예정)
2004년~현재 (주) 삼영이엔씨 근무
관심분야: 지리정보시스템, 무선 센서네트워크 및 멀티미디어정보처리기술



박 만 곤

경북대학교 수학교육(이학사)
경북대학교 전산통계학(이학박사)
Philippine Women's University (국제행정학석사)
University of Rizal System, Philippines (명예 기술학박사)

Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Kansas (Post Doc.)
1981년~현재 부경대학교 IT융합응용공학과 교수
2008년~현재 한국멀티미디어학회(KMMS) 회장 및 명예회장
2002년~2007년 정부간 국제기구 CPSC (콜롬보플랜기술교육대학) 총재 (Director General and CEO)
2004년~2007년 Asia Pacific Accreditation and Certification Commission (아태지역 인증 및 검증위원회) 위원장
2005년~2007년 유네스코 (UNESCO-UNEVOC) 자문위원, 아시아개발은행 자문관
관심분야: 소프트웨어 신뢰성공학, 비즈니스 프로세스 재공학(BPR), 소프트웨어 공학 및 재공학, 멀티미디어정보처리기술, 정보시스템 성능평가 기법 및 도구, ICT-based HRD System