

## 섬진강 하구역 Mobile MGIS 구축 연구

박상우 · 김정현 · 김종규<sup>†</sup>  
(주)해양유비쿼터스 · <sup>†</sup>전남대학교

### Mobile MGIS Study for the Seomjin River Estuary

Sang-Woo PARK · Jung-Hyun KIM · Jong-Kyu KIM<sup>†</sup>

(Marine Ubiquitous Research & Survey Co., Ltd., · <sup>†</sup>Chonnam National University)

#### Abstract

The study of Mobile MGIS (Marine Geographic Information System) based on the Android Mobile Platform is mainly performed on effective methodologies which transform real world data to computing world data. Mobile GUI system has its own target on reliable data service by acquisition of geometric information using EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) Model, accurate measurement and graphical visualization. Even simple visualizations can aid in the interpretation of complex hydrodynamic relationships that are frequently encountered in the marine environment.

The Mobile MGIS provides an easy way for hydrodynamics geoscientists to construct complex visualizations that can be viewed with free software. This study proposes a Mobile GUI MGIS using EFDC Model result of Seomjin River estuary. Finally, we design a Seomjin River estuarine Coastal Waters Mobile MGIS integrating above data models. It must adds more ecological information and the various service item for approach more easily in order to user.

**Key words : Marine Geographic Information System, Graphic User Information, Android, Mobile Platform, Seomjin River, Environmental Fluid Dynamics Code Model**

#### I. 서론

최근의 GIS(Geographic Information System)는 정보통신기술의 급속한 발전에 의하여 Mobile GIS로 추세가 확산되고 있으며, 모바일 GIS 시스템의 가장 큰 특징은 이동성, 현장성, 적시성 등으로 공간 및 속성과 관련되는 각종 자료를 현장에서 확인하고, 조사된 자료를 바로 입력할 수 있는 점이라 할 수 있다(Kang, Youngok et al. 2002).

다양한 GIS 분야 중의 하나인 MGIS (Marine

Geographic Information System)는 해양의 특이성으로 인해 주로 해양과 밀접한 관련이 있는 전문가들을 위주로 활용되어져 왔으나, 최근에는 전반적인 해양 중요도와 해양레저스포츠를 즐기는 사람 등의 증가로 인해 Web과 모바일을 비롯한 다양한 환경을 통해 해양 정보를 제공할 필요가 있는 것으로 사료된다. ‘SEDRIS 기반의 대기 및 해양 합성 환경 생성 및 가시화 어플리케이션’, ‘선박운항 시뮬레이터를 위한 해양과 가시화 방안 고찰’, ‘해양과정시뮬레이션의 과학기술적가시화’ 등 현재 MGIS 정보의 가시화 시스템 구축

<sup>†</sup> Corresponding author : 061-659-7155, kimjk@chonnam.ac.kr

※ 이 논문은 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(운용 해양(해양예보) 시스템 연구 (2단계)).

문제에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다 (Hwam, Wong Kyung et al. 2012, Park, Se-Kil et al. 2015). 그 중 본 논문에서 제시하는 Android Mobile Platform을 기반으로 하는 Mobile MGIS 구축도 그 한 예이다.

한편, 연구해역인 섬진강 하구역은 독이 건설 되어있지 않는 우리나라 대표적인 자연형 하구역 으로서 섬진강의 담수유출과 광양만을 통한 여수 해만수의 유입으로 담수와 해수의 혼합에 따른 기수성 생물(brackish creatures)들이 고르게 출현 한다(http://encykorea. aks.ac.kr/). 섬진강 하구역은 담수 유입과 해수유입이 동시에 일어나는 지역이다. 이러한 하구역의 중요성을 인식하여, 섬진강 하구역의 3차원 혼합특성 연구(Kim, Joung-Kyu et al. 2008), 광양만의 섬형태 매립지 주변에서 해수 유동과 해수교환(Park, Il Heum et al. 2008), 등 섬진강 하구역에 관한 다양한 연구가 진행되어 지고 있으나(Kang, Bo-Sik. 2014), 이러한 연구 결과들은 일반적으로 빅 데이터를 포함하는 경우가 많아 실제 현장에서의 확인 및 활용이 실내에 비해 상대적으로 난해한 점이 있었다.

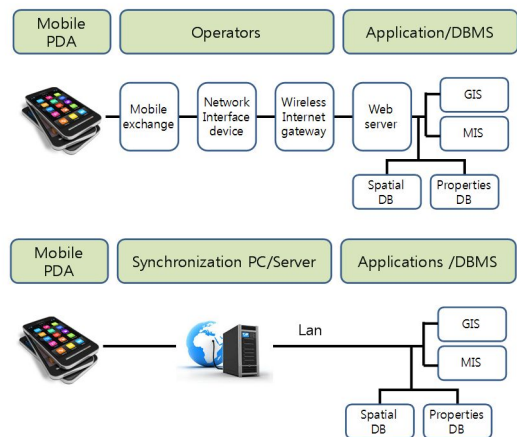
Mobile과 MGIS 기술의 융합은 기존 선박 운항 이나, 어로 활동, 해양 연구 등의 효율성을 크게 높일 수 있을 것으로 예상되며, 기초적인 해양 지식만을 가지고 있던 일반인들에게도 쉽고 간편 하게 유용한 정보를 제공함으로써 MGIS의 대 시 민 서비스 기능의 향상을 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 Android Mobile Platform 상에서 Mobile MGIS를 적용하기 위한 방법을 검토하였고, 섬진강 하구역의 연구결과를 적용하여 다양한 Mobile MGIS 유형의 도출을 통해 현장에서 활용가능한 Mobile MGIS의 가능성을 제시하 고자 한다.

## II. 자료 및 방법

### 1. Mobile GIS

Mobile GIS란 모바일 기기에 지도를 포함한 다 양한 GIS 응용프로그램을 장착하여, 장소 및 시 간의 제약 없이 위치정보 및 지리정보의 획득이 가능한 시스템을 말한다. 모바일 GIS는 초기에 모바일용 컴퓨터에 한정되었으나, 현재는 기존의 GIS 시스템을 휴대용 단말기로 이식시켜 놓은 것 이외에 모바일 컴퓨팅 환경에 적용할 수 있는 시 스템이라 정의할 수 있다. 최근에는 PDA(Personal Data Assistant), 휴대폰, 스마트 폰과 같은 휴대용 단말기의 개발과 대용량의 자료를 전송할 수 있는 무선 인터넷 기술의 발전으로 휴대성과 Wireless를 모두 충족하는 Online Mobile GIS를 일반적인 Mobile GIS 개념으로 사용하고 있으나, Offline Mobile GIS 또한 모바일 GIS 개념에 포함 되며 그 차이는 [Fig. 1]과 같이 Operators와 Synchronization PC/Server의 역할에 따라 구분된 다.



[Fig. 1] Online(upper) and offline(lower) mobile DB/GIS structure

Online Mobile GIS 구조는 휴대용 단말기, 무선 게이트웨이, 무선통신망, 모바일 GIS 응용시스템 으로 구성된다. Mobile GIS 사용자는 휴대용 단 말기를 가지고 통신 사업자가 제공하는 무선 인 터넷망을 통해 원격지의 GIS 응용시스템에 접근

한다. 무선 인터넷망은 GIS 응용시스템쪽 웹서버를 통해 GIS 응용시스템과 통신사업자 사이를 무선 인터넷으로 연결하고, 통신사업자 측에서 제공하는 무선 인터넷 게이트웨어, 네트워크 연동장치, 이동통신 교환기와 각 기지국을 통해 무선으로 휴대용 단말기와 연결되는 구조를 나타낸다.

Online Mobile GIS의 대표적인 활용 방법은 Open 지도 API를 이용하는 것이다. 국내·외 많은 포털사이트에서 지도 API를 제공하고 있으며, 대표적인 API 서비스로 구글, 네이버, 다음 그리고 국가에서 제공하는 브이월드(VWorld)의 지도 관련 API가 있다. 그 중 구글 API는 구글맵(2D), 구글어스(3D)로 제공되며 세계에서 가장 대표적이고, 활용도 또한 높고, 전 세계를 대상으로 서비스하고 있기 때문에 다양한 언어를 지원하고 있다. 레이아웃에서 공간 분포의 이해에 유용한 Heatmap 기능을 사용할 수 있으며, 퓨전테이블과 차트를 활용할 수 있다. 퓨전테이블에서는 자신이 가지고 있는 데이터를 이용하여 다른 데이터와 결합할 수도 있고, 좌표나 주소가 있는 데이터는 지오코딩 기능을 활용하여 지도상에 위치를 나타낼 수 있다. 또한 시트형태의 데이터를 그래프, 차트, 네트워크 그래프, 지도 등으로 구글 chart API를 이용하여 시각화하는 것이 가능하며 포인트 데이터 뿐 아니라 폴리곤 타입의 공간 데이터도 다른 시트 데이터와 연계하여 다양한 지도 작성이 가능하다. 이러한 퓨전테이블과 차트 기능 역시 API를 공개하고 있다(Kang, Youngok et al. 2014). 이러한 구글 API의 장점은 다양한 해양정보의 표현에 있어 다양한 방향성을 내포하고 있다고 사료되며, 세계적으로 가장 활용성이 높은 구글의 지도 API 서비스의 특징이 섬진강 인근 해역의 Mobile MGIS 구축에 적합하다고 사료된다.

Offline Mobile GIS 구조는 휴대용 단말기, 동기화 서버, Mobile GIS 응용 시스템으로 구성된다. 사용자는 휴대용 단말기에 설치된 응용프로그램을 사용하기 위해 GIS 응용시스템에 저장된

공간 자료를 다운로드 받거나, 휴대용 단말기를 이용하여 현장에서 수집한 정보를 GIS 응용시스템에 업로드시켜 사용자가 원하는 작업을 수행한다. 이 작업은 GIS 응용프로그램과 인터넷이나 LAN으로 연결된 동기화 서버를 사용한다.

Offline Mobile GIS의 대표적인 활용 방법은 Mobile Platform으로 개발된 GIS 엔진을 이용하는 것이다. 현재 국내 및 국외에 다양한 종류의 Mobile GIS 엔진이 개발되어 있다. 지도정보는 일반적으로 DXF 나 SHP 확장자로 제작 또는 변환한 후 사용하거나 사용자의 엔진에 맞게 변환하여 사용한다. 개발 및 설치의 PC 환경 및 데이터 네트워크 연결이 가능한 곳에서 이루어지지만, 개발 및 설치가 완료된 후에는 데이터네트워크의 가능 여부와는 상관없이 GIS 기능을 이용할 수 있다. 최근 다양한 기능과 함께 간편한 개발이 가능해진 Open 지도 API와는 달리 Offline Mobile GIS는 Mobile GIS 엔진의 개발 및 활용을 위해서는 해당 분야의 전문가가 요구된다. 사실상 전국도의 무선 데이터 네트워크 작업이 가능한 우리나라의 내륙과는 달리 해양의 특성상 항시 안정적인 무선인터넷의 활용을 담보할 수 없다는 상황을 고려할 때 Offline Mobile GIS 기법도 적극 활용해야 한다.

## 2. MGIS

MGIS는 해양 및 연안의 공간의사결정을 지원하기 위한 공간참조 정보를 수집, 생산, 관리, 유통에 필요한 하드웨어, 소프트웨어, 데이터, 조직 등이 유기적으로 결합되어 나타나는 총체적 시스템 또는 서비스 체계를 의미한다.

MGIS의 주요 구성요소 중 소프트웨어는 데이터와 함께 핵심 요소로 기능하고 있는데 이는 MGIS 소프트웨어가 데이터의 구축, 편집뿐만 아니라 MGIS에서 수행하는 대부분의 작업을 소프트웨어를 거치지 않고는 어려울 만큼 다양한 기능을 수행하고 있기 때문이며, 데이터 모델 및

아키텍처에 따라 다양한 데이터의 이미지화 등이 가능하므로, 소프트웨어와 데이터는 매우 밀접한 관계를 가지고 있다고 할 수 있다. MGIS 소프트웨어의 주요기능은 <Table 1>과 같다(Kim, Jong-Kyu et al. 2005).

가. 섬진강 하구역 지형정보

섬진강은 전라북도 진안군에서 발원하여 한반도 남해안의 광양만으로 흘러들며, 총 유역 면적은 4,900 km<sup>2</sup>이고, 본류의 유로연장이 212 km이다. 내만에서 해수유동의 주 요인은 조석·조류현상이며, 계절적으로 하천유량에 의해 하구역의 흐름이 좌우된다.

섬진강 하구역의 독특한 해양환경을 효율적으로 관리하기 위한 기초연구의 하나로써 해양의 지형정보를 정확히 파악하는 것은 중요하다. 지형정보를 정확히 파악하기 위한 기본 지형데이터로 사용되는 것이 통상 수치도면과 수치표고데이터이며, 여기서는 해양환경관리를 위한 수치도면의 제작을 위해서 현재 육역과 해역의 지형정보를 가장 쉽고 일반적으로 표현하고 있는 수치지도(Digital Map)와 전자해도(ENC : Electronic Navigational Chart) 및 바다지도(Sea Map)을 사용한다. 이러한 도면들은 주요지형, 시설물, 지명

등 각종 지리정보를 수록하고 있으며, 사용목적에 따라 필요한 정보를 제공하므로 양 도면에서 필요한 정보만을 추출해 해양지형도를 제작한다.

나. EFDC Model

본 논문에서는 섬진강 하구역의 염수썩기(Salt Wedge) 거동 특성(Kang, Bo-Sik. 2014)의 유동 결과를 사용하였으며, 최근의 섬진강 하구역의 특성을 잘 나타내고 있으므로, 다양한 사용자들에게 유용한 정보라고 사료되었다. 위 논문에서 사용된 EFDC Model은 연안, 하구, 습지, 저수지 등의 유동 및 물질수송을 모의하는 3차원 수치모델링 시스템으로서 미국 VIMS(Virginia Institute of Marine Science)에서 개발되었으며, 미국 환경청(EPA, USA)의 공인 모델로 지정되어 있다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 해양 지형 및 모델링 데이터정보

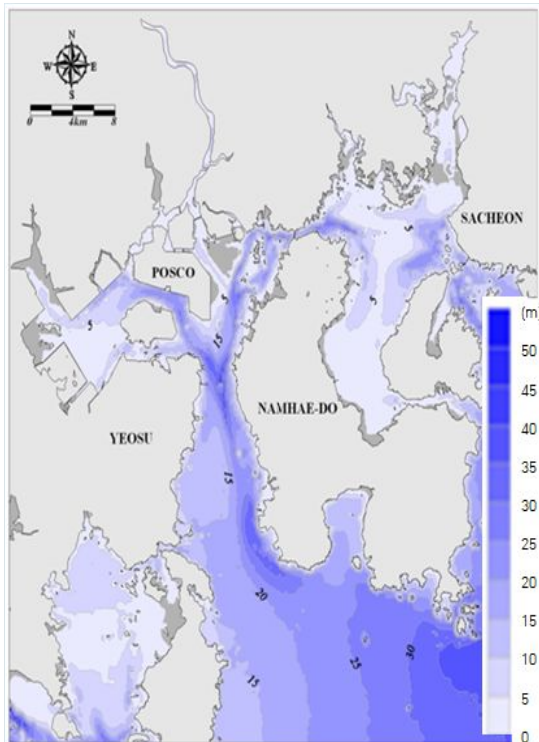
본 논문에서는 섬진강 하구역 인근 해역의 해도 및 ‘바다지도’를 이용하여 기초 지형을 재현하였다([Fig. 2]). EFDC의 모델 결과는 유동 결과를 이용하였으며, 그중 하계 대조기시의 유동 결과를 [Fig. 3]에 나타내었다.

<Table 1> Main functions of MGIS

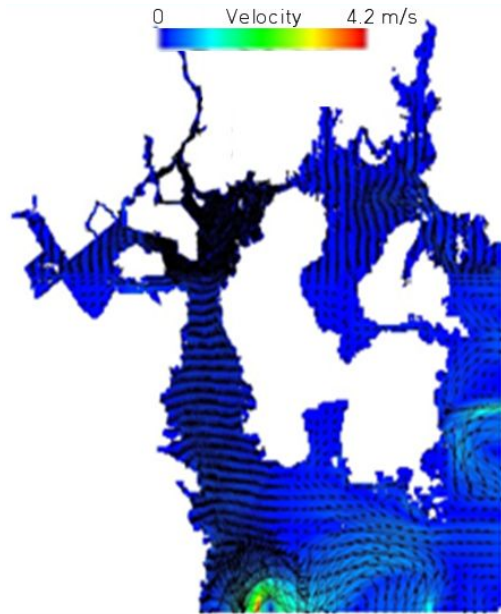
| Type               | Functions   |
|--------------------|---|
| Data Input         | - spatial data input : digitizing, scanning, data conversion, etc.<br>- attribute data input : keyboard, data conversion, etc.<br>- data integration : map and layer merge, coordinate change |
| Data Manage        | - time-series management<br>- data quality control<br>- multi-user management   |
| Data Edit          | - data classification, etc.<br>- data query and search  |
| Spatial Analyze    | - buffering, overlay, neighborhood analysis   |
| Display and Output | - display by variety symbols<br>- display on screen<br>- output by plotter, print, etc.   |

## 2. 데이터 변환

해양지형정보, 모델 결과 정보, 해양 관측 데이터 등 기초적인 해양정보들은 일반적으로 벡터데이터 형식으로 제작되나, 인공위성 영상이나 현장에서 직접 찍은 영상물들은 예외적으로 래스터 형식으로 제작된다. MGIS를 구축하기 위해서는 다양한 형식과 종류의 데이터들을 통합·관리해야 할 필요가 있으며 본 논문에서는 ArcGIS software 툴을 이용하였다. Surfer 소프트웨어를 통해 섬진강 하구역과 인근 해역의 지형정보와 EFDC 모델의 결과값들을 1차 가공 및 통합하여 SHP 파일 형식으로 변환 하였으며, 선행 제작한 기초지형도와 함께 EFDC의 결과를 ArcView 소프트웨어를 이용하여 재통합 및 좌표정보를 보정하였다. 좌표는 Bessel 타원체를 기준한 TM 투영법으로 일원화 하였다.



[Fig. 2] Study area



[Fig. 3] Current fields during spring tide in Summer, EFDC result (Kang, 2014)



[Fig. 4] Application map image

## 3. Offline Mobile MGIS 구축

Offline Mobile MGIS는 Online Mobile MGIS와는 달리 이미 지도 공급자에 의해 구축된 지도를 Online으로 실시간 다운로드하여 사용하는 것이 아닌 직접 제작한 지도를 PDA 또는 스마트폰에 저장해서 사용해야 하므로 지도의 제작이 필수적으로 우선시되어야 한다. 본 논문에서는 섬진강

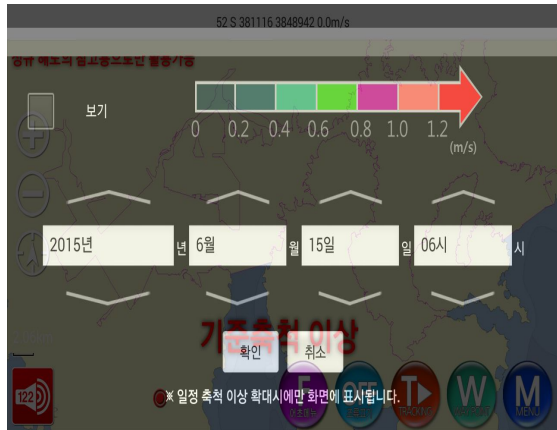
하구역과 인근 해역의 ‘바다지도’를 바탕으로 지형도를 제작하였으며, SHP 형식의 확장자로 파일 변환 후 Mobile용 GIS 엔진을 통해 어플리케이션에 삽입하였다. Offline Mobile MGIS는 PDA나 스마트폰에 설치 이후에는 인터넷 네트워크 상태와 무관하게 데이터의 확인이 가능하다는 장점을 가지고 있다. [Fig. 4]에서는 현재 2015년 ‘한국해양조사협회’가 배포중인 ‘바다지도’ 사용 규정에 따라 Mobile 플랫폼상에 지도를 나타내었다.

#### 4. Online Mobile MGIS 구축

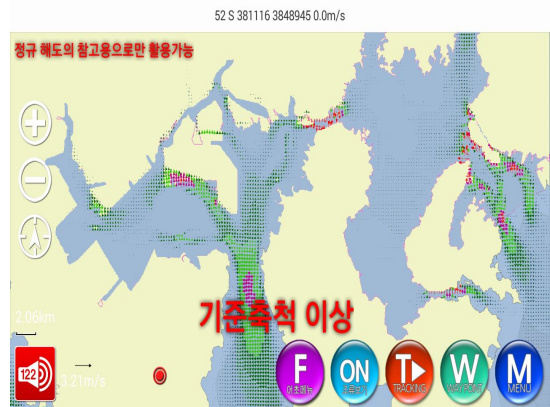
Online Mobile MGIS는 전술한 바와 같이 다양한 활용 가능성을 가진 구글 Open map API와 자체 서버를 이용하여 구축하였다. 구글 map 은 Mobile 플랫폼에 저장되어 있는 수치지도, 전자해도 및 ‘바다지도’를 보조하기 위해 사용되었다 ([Fig. 4]). 서버에서는 유동 결과를 사용자의 Mobile 플랫폼으로 전송하게 된다.

어플리케이션상의 유속세기 표현은 [Fig. 3]과 같이 바다위 배경색과 화살표를 통해 유속의 세기를 구분하는 방법이 있으나, 실제 해상 현장에서의 안전을 위해 해저 등고선 및 수심을 래스터 형식으로 항상 표시해 두어야 한다고 판단하였다. 따라서 어플리케이션 상에서는 0.2m/s 단위로 화살표의 색과 길이로 구분하였다([Fig. 5]). 지도상의 축척과 화살표의 길이를 통해서도 유동의 세기를 구분할 수 있으나 일반 PC 환경이 아닌 모바일 플랫폼의 특성상 넓은 지역의 유동 특성을 확인하고자 할 때 각 화살표들의 길이를 구분하기가 난해하므로 유동의 크기를 가늠하기가 사실상 불가능지는 경향이 있다. 따라서 색으로 구분하는 것이 전반적인 유동의 특성 파악에 적합하다고 판단되었으며, 추가적으로 한시간 단위로 유동의 변화를 확인할 수 있도록 시간의 변경도 가능하게 하였다. [Fig. 6]에서는 [Fig. 4]의 지도 위에 화살표의 크기와 색으로 유속, 유향을 나타내어 보았다. 흐름이 거의 없는 곳은 투명하게

나타났으며, 흐름이 강한 곳은 각각의 색으로 흐름의 세기를 판단할 수 있었다.



[Fig. 5] Flow magnitude and date chart



[Fig. 6] EFDC result overlay (Smart platform)

#### 5. 고찰

초기의 일반적인 LBS(Location Based Service)는 전용 PDA와 소프트웨어가 필요하여 다양한 지리 정보를 활용하기 위한 비전문가들의 접근이 매우 난해하였다. 그러나 최근에는 스마트폰의 보급을 통해 GIS 분야와의 융합이 빠르게 가속화 되고 있으며, 다양한 현장에서 연구자와 실무자들이 기술과 정보의 혜택을 받고 있다. 그러나 육상과 해양의 정보와 그 환경에는 차이가 있으며, 특히 해양의 경우 무선 인터넷 네트워크가 항상 활성화

화 되어 있지 않다는 점을 고려하면 일반적인 Online Mobile MGIS를 사용하기에는 무리가 따른다. 그러나 Offline Mobile MGIS만을 사용하기에는 실시간으로 변화하는 해상 상황을 적절히 반영하기 어렵고, 현장에서의 자료 업로드 및 활용에 스스로 제약을 걸게 된다. 따라서, 지형정보와 같이 급격한 변동이 없는 정보들은 Offline Mobile MGIS 형식으로 제작하되, 실시간으로 정보 교환이 필요한 기상과 환경의 정보 공유 및 기록 등을 위해서는 Online Mobile MGIS의 형식으로 제작되어야 하며, 특히 해양정보가 가지는 빅 데이터의 특성으로 인해 현실적으로 Mobile Platform에 저장 불가능한 정보들은 사용자가 Online을 통해 실시간 취사선택해 확인할 수 있게 해야 할 것이다. 일반인들도 쉽게 활용이 가능하도록 공개된 Open Map API를 이용한 Online Mobile MGIS와는 달리 Offline Mobile MGIS는 Mobile 전용 GIS 엔진과 고급프로그래머의 활용이 필요하므로 Mobile MGIS의 구축전에 활용지역과 환경에 따라 그 활용방법을 달리해야만 하며, Offline Mobile MGIS의 형태에 Online Mobile MGIS의 장점을 수용할 때 보다 좋은 Mobile MGIS의 구축이 가능해 질 것이다.

한편, 본 연구에서 구축한 Android 기반의 섬진강 하구역 Mobile MGIS는 사용자가 해상 및 지상에서 능동적으로 해양정보를 획득할 수 있도록 하여, 실시간으로 변화하는 섬진강 하구역에서 다양한 상황에 대처할 수 있도록 설계되었다. 또한, 다양한 해양환경을 고려하여 Mobile 환경에서 섬진강 하구역의 해양정보를 효과적이고 안정적으로 전달하기 위하여 Online과 Offline에서 유동적으로 활용 가능하도록 MGIS 기능을 Android 환경에서 구현하였다. 그리고 본 연구에서 개발한 섬진강 하구역 Mobile MGIS는 다양한 해양 관련 정보를 제공함으로써, 해양에 대한 관심을 유도하여 인명 및 재산피해를 최소화하고, 한 차원 높은 해양환경 이용에 기여할 수 있다고 사료된다.

#### IV. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 섬진강 하구역과 인근 해역의 다양한 해양정보들을 이용하여 Android Mobile Platform 상에서 Mobile MGIS를 구축하였다. 섬진강 하구역 및 인근 해역의 지형 및 해양정보 DB를 구축하고, Android Mobile Platform 상에서 이를 재구축, 가공하여 Online과 Offline Mobile의 장점을 활용할 수 있는 Mobile MGIS를 완성하였다. 본 논문을 통해서 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 해양정보 데이터를 이용하여 Android Mobile Platform 상에서 Online과 Offline 양쪽의 장점을 융합한 Mobile MGIS로의 구축이 가능하였다.

둘째, Online Mobile MGIS의 구축은 일반 PC 환경과 Mobile Platform 환경, 육상과 해상의 차이점을 이해하고 진행하여야 하며, 특히 사용자의 안전과 정보의 가독성 모두를 만족할 수 있어야 한다. 따라서 Mobile MGIS의 구축 전에 활용해역과 환경에 따라 서로의 장점을 모두 적용하여 구축하는 방안을 적극 고려해야 한다.

한편, 본 논문에서는 기초적인 형태의 MGIS 활용을 위해 Mobile MGIS를 구축하였으나 앞으로 보다 섬진강의 해양환경에 맞는 다양한 서비스 형태의 개발을 포함하여 지형의 정밀도와 로딩시간을 고려한 최적화 기법 등의 연구가 요망된다. 또한, 정보의 가독성이 높은 GUI 기반으로 제작된 Mobile MGIS의 구축은 보다 능동적인 다양한 상황에서의 현장 연구 및 분석에 적극적으로 사용 가능할 것으로 판단되며, 이는 해양 전문 연구자 뿐만 아니라, 일반 수산업 종사자 및 해양 레저인들에게도 능동적으로 활용가능한 유용한 분석 시스템이 될 것으로 판단된다.

## References

- Hwam, Wong Kyung · Chung, Yong Ho · Pyun, Jai-Jeong · Cheon, Sang Uk & Park, Sang Chul(2012). Application for Generation and Visualization of SEDRIS-based Atmosphere and Ocean Environment, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 17(5), 353~363.
- Kang, Bo-Sik(2014). The behavior of salt wedge in Seomjin River Estuary, Chonnam National University Master's Thesis.
- Kang, Youngok & Kim, Hyeon Deok(2014). A Study on Geographic Visualization of Public Data Using Google API in Cloud Computing Environment, The Korean Cartographic Association, 14(1), 1~15.
- Kang, Youngok · Lee, Serkmin · Ahn Jae-Soung & NamGung, Chul(2002). Study on the mobile GIS application, The Seoul Institute, R(39).
- Kim, Jong-Kyu · Kwak, Gyeong-Il & Jeong, Jeong-Ho (2008). Three-Dimensional Mixing Characteristics in Seomjin River Estuary, The Korean Society for marine Environment and Energy, 11(3), 164~174.
- Kim, Jong-Kyu · Park, Sang-Woo & Kim, Jong-Hwa(2005). Visualization of Ocean Environments through VRML, The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 17(3), 427~433.
- Park, Il Heum & Moon Ock Lee(2008). Tidal Flow and Tidal Exchange around an Island Type Reclamation Area in Gwangyang Bay, Journal of Korean island, Vol.17, 52~55.
- Park, Se-Kil · Oh, Jae-Yong & Park, Jin-Ah(2015). A Review on the Visualization Plan of Ocean Waves for Ship Maneuvering Simulator, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, 21(2), 215~222.
- <http://encykorea.aks.ac.kr/>
- 
- Received : 09 November, 2015
  - Revised : 18 December, 2015
  - Accepted : 03 February, 2016