

u-GIS를 위한 스마트 동기화 기법

조 대수* 김 동현** 김 진덕***

◇ 목 차 ◇

1. 서론
2. 연구동향

3. u-GIS 스마트 동기화 기법
4. 맺음말

1. 서 론

유비쿼터스(Ubiquitous)는 1991년 마크 와이저에 의하여 처음으로 제안된 개념으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 기존의 기술들을 사용하여 인간에게 편안한 생활공간을 제공하기 위한 것이다. 이를 위하여 센서, 태그 등의 소형 칩들을 물리적인 환경에 삽입시키고 칩들간의 네트워크 통신을 통하여 정보를 수집, 가공하여 사용자에게 서비스로 제공한다. 따라서 유비쿼터스 기술은 스마트 장치, 네트워크 그리고 이동성을 제공하기 위한 기술들로 주로 구성되며 특히 무선 통신과 소형 컴퓨팅 클라이언트 기술들이 주요 기술로 부각되고 있다 또한 사용자에게 적절한 서비스를 제공하기 위하여 지도 또는 위치 정보를 수집, 가공하여 제공하는 기술이 주요 이슈로 떠오르고 있다[1].

기존의 무선 네트워크와 모바일 클라이언트 기술은 음성 통신을 주 대상으로 삼고 있었기 때문에 저품질, 저용량 데이터만 전송하여 처리하는 것으로 충분하였다. 그러나 유비쿼터스 환경에서는 주변 장치들로부터 고용량, 고품질의 디지털 데이터를 전송받아 처리해야 하기 때문에 모바일 클라이언트들이 다양화되고 고성능화되었으며 무선 네트워크도 기존에 비하여 대용량의 디지털 데이터를 고속으로 전송할 수 있게 되었다.

따라서 고성능화된 모바일 클라이언트와 무선 네트워크 기술을 기반으로 다양한 형태의 지도 또는 위치 데이터를 수집할 수 있게 되었으며 특히 기존에 제공하기 어려웠던 대용량의 시공간 데이터를 현장에서 바로 수집하여 가공하고 서비스하는 것이 가능하게 되었다. 이러한 시공간 데이터 서비스는 원격관리, 응급경계 서비스 같은 공공 서비스부터 네비게이션, 교통감시, 물류추적 같은 다양한 서비스 분야에서 활용될 수 있다[2].

그러나 모바일 클라이언트를 이용하여 현장에서 시공간 데이터를 수집하여 가공하고 무선 네트워크를 이용하여 시공간 데이터를 전송할 때 몇 가지 고려해야 할 중요한 점이 있다. 첫 번째는 무선 네트워크의 제한된 데이터 전송량이다. 과거에 비하여 전송 속도와 전송 데이터 양은 향상되었으나 아직 유선망에 비하여 대역폭에 많은 제한이 있다. 특히 시공간 데이터는 일반 데이터에 비하여 수십 기가바이트에 이르는 대용량이기 때문에 제한된 대역폭을 가지는 무선 네트워크를 통하여 전송하면 데이터 송수신 시간이 길어지고 고비용이 요구되어진다.

두 번째는 모바일 클라이언트 데이터 수집 기기와 시공간 데이터 처리 시스템의 다양성이다. 일반 개인 사용자의 PDA, 스마트폰의 사용 증가와 함께 이동성/휴대성이 높은 PDA를 많은 기업에서 활발히 도입하여 사용하고 있으며 핸드폰 또한 일정 이상의 리소스를 보유한 기기로 발전하여 많은 데이터를 처리할 수 있게 되었다. 이로 인하여 상당히 많은 어플리케이션

* 동서대학교 컴퓨터정보공학부 조교수
** 동서대학교 컴퓨터정보공학부 조교수
*** 동의대학교 컴퓨터공학과 부교수

들이 개발되어 사용 중에 있으며 그 종류 또한 수만 가지에 이르고 있다. 또한 이러한 어플리케이션들은 각각의 통신 서비스 업체(핸드폰, PDA, 스마트폰 제조사 및 통신 사업자)마다 독립적인 동기화 엔진을 가지고 있다. 따라서 현재 사용하고 있는 기기의 동기화 엔진과 타사의 동기화 엔진은 서로 호환되지 않는 문제점이 발생한다. 마지막으로 다수의 변경 작업에 의한 시공간 데이터 품질 유지이다. 다수의 모바일 클라이언트에서 시공간 데이터가 제한없이 변경되는 경우 변경된 데이터의 일관성을 보장할 수 없기 때문에 전체 시공간 데이터의 품질을 보장할 수 없다.

본 원고에서는 앞서 기술된 여러 문제점을 해결하기 위하여 다수의 모바일 클라이언트에서 시공간 데이터를 변경할 때 모바일 클라이언트와 시공간 데이터 처리 서버간의 데이터를 일치화시키기 위한 스마트 동기화 기술을 기술한다. 본 원고에서 기술하는 스마트 동기화 기술은 크게 두 가지로 구성된다. 첫 번째는 클라이언트와 서버간의 변경 시공간 데이터 처리 프로토콜을 정의한 모바일 u-GIS 스마트 동기화 프레임워크이다. 이 프레임워크에서는 제한된 대역폭을 고려하여 시공간 데이터를 레이어 및 분할 단위로 관리한다. 그리고 변경이 발생한 레이어와 분할의 부분 데이터만을 점진적으로 동기화시켜서 데이터 전송량을 줄인다. 또한 데이터 품질을 보장하기 위하여 시공간 데이터 변경을 위한 트랜잭션 개념을 도입한다.

두 번째는 SyncML 기반의 동기화를 위한 표준 프레임워크이다. 여러 동기화 기법 중에서 이종기기 또는 이종시스템간의 호환 문제를 해결하기 위한 메커니즘이 SyncML이다[3]. 본 원고에서 기술하는 표준 프레임워크는 SyncML을 활용하여 GIS 데이터를 서버와 클라이언트 사이에 동기화를 지원해 줄 수 있는 표준 SyncML 프레임워크를 정의하고 이에 따른 통합 시스템을 구축하여 서버에서 업데이트 되는 데이터를 이기종 클라이언트 기기에 효율적으로 동기화 할 수 있는 기법들에 대하여 소개한다.

본 원고의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 동기화 기술과 관련된 연구동향에 대하여 기술한다. 3장에서는 스마트 동기화 기법에 대하여 설명하고 마지막 4장에서는 결론에 대하여 기술한다.

2. 연구 동향

2.1. SyncML

2.1.1 SyncML 개요

SyncML(Synchronization Markup Language)은 현재의 데이터 동기화 프로그램의 문제인 호환성 부재, 환경에 종속적인 운영 문제를 해결하기 위해 만들어졌다. SyncML 컨소시엄[3]의 스폰서들을 살펴보면 대부분 모바일 계열의 유명한 업체가 많다는 것을 알 수 있다. 실제로 데이터 동기화가 이슈로 떠오르는 것은 모바일 장치 사용자의 수가 일정 수준을 돌파하면서부터라고 할 수 있다. 또한 기업 환경에서 기동성이 뛰어난 모바일 장치가 시스템의 한 축으로 사용되면서 PC와 모바일 장치간의 데이터 동기화가 핵심 기능으로 떠오른 것이다.

각 모바일 장치의 운영체제는 SyncML 이전부터 이미 운영체제 레벨에 탑재한 자사의 동기화 스펙이 있었다. 팜 계열의 핫싱크(HostSync)나 윈도우 CE 계열의 액티브싱크(ActiveSync)가 바로 이런 벤더 스펙을 구현한 제품이다. 또한 각 통신 서비스사를 중심으로 개인정보관리(PIMS)에 동기화 프로그램이 활발히 사용되고 있다. 모바일 사용자가 증가하면서 호환성이 없는 벤더 스펙의 동기화 프로그램이 점점 늘어나자 모바일 관련 업체를 중심으로 통일적인 동기화 표준을 작성하기 위해 SyncML 컨소시엄이 구성됐다.

자사의 폐쇄적인 스펙을 사용하던 개발사들은 상호 호환성 보장을 위한 표준을 도출했고, 그 결과 2000년 12월 SyncML 1.0 스펙이 탄생했다. 모바일 환경에 대한 고려가 스펙에서 눈에 자주 띄는 것은 모바일 관련 업체가 SyncML 컨소시엄의 구성과 스펙 작성을 주도한 것과 무관하지 않다. 하지만 SyncML은 단순히 모바일과 PC간의 데이터 동기화에 사용이 국한된 것은 물론 아니다. PC와 PC, PC와 메인프레임간의 데이터 동기화를 포함한 모든 분산 데이터간의 동기화에 SyncML을 이용할 수 있다.

현재 많은 모바일 업체들이 SyncML을 지원하고 있다. 현재 SyncML Initiative는 Ericsson, IBM, Lotus, Matsushita, Motorola, Nokia, Openwave, Starfish Software,

Symbian 등이 후원하고 있으며 많은 모바일 Device 기기의 동기화에 사용되어지고 있다. 대표적으로 국내 대표의 핸드폰 브랜드인 삼성전자의 AnyCall 역시 SyncML을 지원하고 있다. SyncML은 원거리 동기화를 위한 궁극적인 선택이며 특히 무선 네트워크의 요구에 맞게 설계되었다. SyncML는 대역폭의 사용을 최소화하며 무선 동기화를 가능하게 한다. 또한, 기존의 네트워크, 케이블, 블루투스(Bluetooth)에서의 동기화도 가능하다.

2.1.2 SyncML 스펙

데이터 동기화 표준을 위해서는 데이터 동기화에 필요한 정보를 담는 메시지 구조체, 메시지의 핸들링에 필요한 프로토콜, 구성된 메시지의 네트워크 송수신을 위한 트랜스포트 바인딩에 대한 표준이 있어야 한다. SyncML은 이를 위해 전체적으로 네 가지 카테고리 구성에 있다[3,4,5,6].

XML representation

XML representation 카테고리[7,8]는 SyncML 메시지 구조체를 정의한 스펙이다. 각각의 필드가 어떠한 정보를 담고 있으며 해당 정보가 어떤 의미를 내포한 것인지에 대한 약속을 정의하고 있다. SyncML은 메시지 구조체를 정의하기 위해 세 가지 스펙을 제시하고 있다. SyncML Representation 프로토콜은 SyncML의 XML 기본 표현을 기술한 핵심 스펙이다. 장치 정보 표현을 위한 SyncML Device Information DTD 스펙과 추가적인 동기화 정보와 해석을 표현하기 위한 SyncML Meta Information DTD 스펙은 SyncML Representation 프로토콜에 캡슐화해 사용한다.

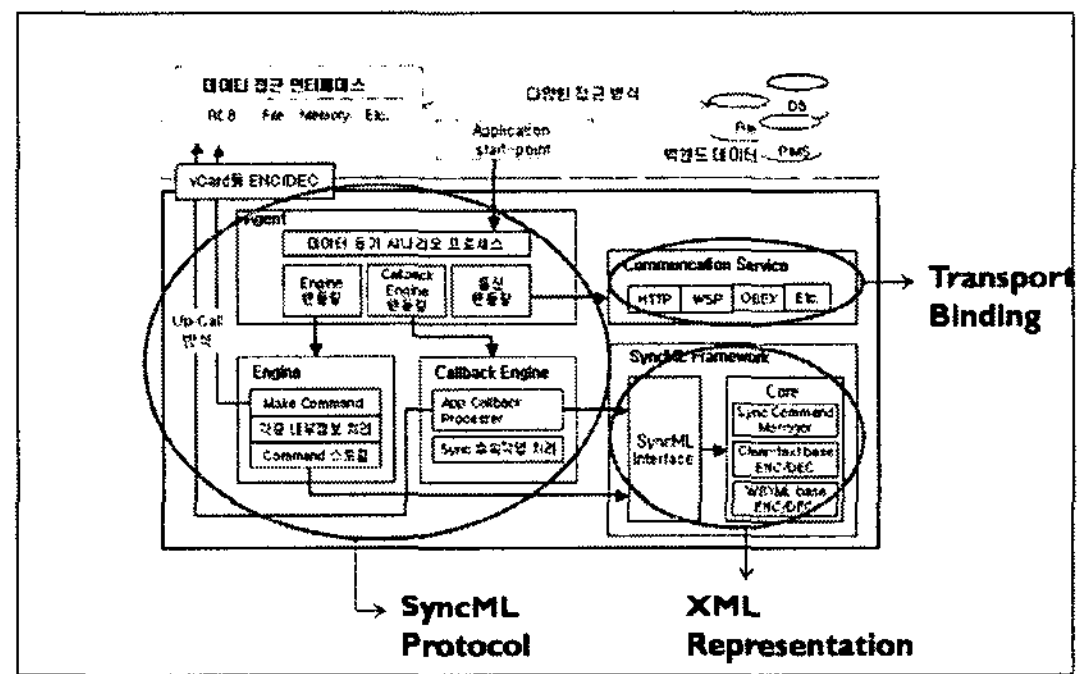
Sync Role

Sync Role 카테고리는 XML representation 표준을 이용해 동기화를 수행하는 일련의 프로세스 규칙을 제시하고 있다. SyncML Sync프로토콜 스펙은 데이터 동기화를 수행하기 위해 필요한 각종 정보의 개념과 동기화 프로세서 등을 일곱 가지 동기화 타입으로 나누고 각각에 대한 메시지 교환 규칙을 정의하고 있다.

Transport Binding

SyncML은 네트워크에 존재하는 분산 데이터간의 데이터 동기화에 관련된 스펙이다. 트랜스포트 바인딩 카탈로그는 여러 네트워크 프로토콜을 이용해 메시지를 전송할 때 필요한 요구사항을 표준화하고 있다. 현재 SyncML에는 HTTP, WSP, OBEX에 대한 스펙이 있다. 향후 전자메일, 메시지 큐에 대한 바인딩이 정의될 예정이며, 이외에도 여러 종류의 트랜스포트 프로토콜이 바인딩된다.

그림 1은 SyncML 스펙들의 시스템 아키텍처를 나타낸다.



(그림 1) SyncML 스펙 아키텍처

2.2 GML

2.2.1 GML 개요

GML[11]은 도형 및 속성정보를 갖는 피쳐(feature)들을 포함하는 지리정보의 전송과 저장을 위한 XML 인코딩 언어이다. 이러한 GML은 지리정보의 저장과 호환을 위한 하나의 규약으로서 그 자체가 XML을 기반으로 하고 있어서 자료의 호환과 저장에 효율적이다. 이는 W3C(World Wide Web Consortium)에서 인터넷상의 지리정보유통 표준으로 자리잡고 있는 XML에 그 기초를 두고 있으며, 공간과 비공간적 지리정보를 모두 인코딩하기 위하여 사용될 수 있다.

이러한 GML은 OGC[10]에서 정의한 데이터 모델의 분류중의 하나인 Simple 피쳐를 기반으로 도형 및 속성정보 모두를 포함하고 있으며, 도형정보의 표현은

Simple 피쳐 Model을 기초로 하여 표현하고 있지만 정의된 모든 클래스를 지원하지는 않는다. 또한 Point, LineString, LinearRing, Polygon, MultiPolygon, MultiLineString, MultiPoint, GeometryCollection 등의 클래스를 이용하여 실세계 개체 모델들을 벡터 형식으로 표현할 수 있다. GML이 갖는 특징을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 실세계의 지형지물이나 개체들에 대한 정보는 코드를 통하여 나타내고 있으며, 사용자 요구에 맞는 고해상도의 표현이 가능하므로 지도 표현 능력이 향상된다. 이러한 지도는 웹에서 나타내고 보기도 쉬울 뿐만 아니라 자료의 저장 및 표현이 가능하다.

둘째, GML은 특별한 소프트웨어 없이 단지 웹 브라우저를 통하여 동작하므로 자료 표현에 대한 제약을 극복할 수 있다. GML 파일은 클라이언트에 도착함과 동시에 사용자 요구에 맞는 파일 포맷으로 변환이 가능하다. 변환된 GML 파일은 SVG(Scalable Vector Graphics)와 같은 벡터 형태의 표현 언어를 통하여 웹 브라우저에서 바로 보여지게 된다.

셋째, GML은 단지 피쳐에 대한 도형 좌표나 속성과 같은 내용만을 담고 있으며, 어떻게 표현할 것인지에 대한 방법이 전혀 기술되어 있지 않으므로 사용자 요구에 맞게 지리정보를 변화시킬 수 있다.

넷째, 사용자에게 각 피쳐 단위로 다양한 연결 능력을 제공함으로써 지형지물에 따라 고유의 링크를 가질 수 있다. 웹브라우저상의 지형지물에 고유의 링크를 연결시켜 하나의 건물을 클릭하여 그 건물에 해당하는 다른 웹페이지로 이동하거나 URL을 통해 다른 정보와의 연결이 가능하다.

다섯째, GML에서의 도형속성이나 정보 조회는 기존의 제약 없이 피쳐를 정확하게 검색할 수 있게 되어 검색능력을 향상시킬 수 있다. 기존에는 사용자가 지도의 특정 피쳐에 대한 정보를 얻으려면 화면의 제한된 pixel 에서 해당 영역을 검색용 서버에 전송하여 좌표로 변환 시키고, 해당 피쳐를 찾은 뒤 이를 다시 pixel 좌표로 바꾸어 화면에 나타내는 과정을 거쳐야 했다.

여섯째, GML은 피쳐 기반이기때문에 사용자 편의에 따라 필요 부분에 대한 피쳐 유형만을 서버로부터 다운로드 함으로써 새로운 지도로 만들 수 있을 뿐만

아니라 데이터 크기를 줄일 수 있다. 특정 영역에 대한 정보가 필요 없는 사용자는 그 부분만을 다운로드 하지 않기 때문에 서버로부터 다운로드 시간을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 클라이언트에서 이미 보여진 지도에 대해서도 필요 유무에 따라 즉시 숨기거나 보여 줄 수 있다.

마지막으로 GML은 저작권을 가진 소유자가 없으므로 누구나 비용 없이 사용할 수 있으므로 상호 데이터 교환시 인프라 구축에 있어서 큰 장점을 갖게 된다.

2.2.2 GML 활용현황

정보통신기술과 지리정보공유에 대한 중요성이 높아지면서 웹 환경에서 지리 정보 교환에 대한 노력이 급격히 증대되고 있으며, 이를 위해 선진국에서는 GML 표준화 작업에 대한 참여와 GML활용에 대한 논의가 활발히 진행 중이다. 다음은 국가별 GML 활용현황을 나타낸다.

영국

영국의 경우 국가차원에서 GML을 도입하여 Ordnance Survey에서는 DNF(Digital National Framework)의 컴포넌트 호환의 주요요소로 GML을 이용하기로 결정하였다. 이는 LBS 기반의 응용에 대해 지원하려는 목적이 크며, OS MasterMap이라는 GML 포맷을 만들어 서비스 하고 있다. 2000년 5월부터 호환을 위한 수치지도의 표준으로써 GML에 대한 사용을 고려해왔으며, 현재는 Intelligent Map data라는 이름으로 GML 상호운용의 표준으로 이용하고 있다.

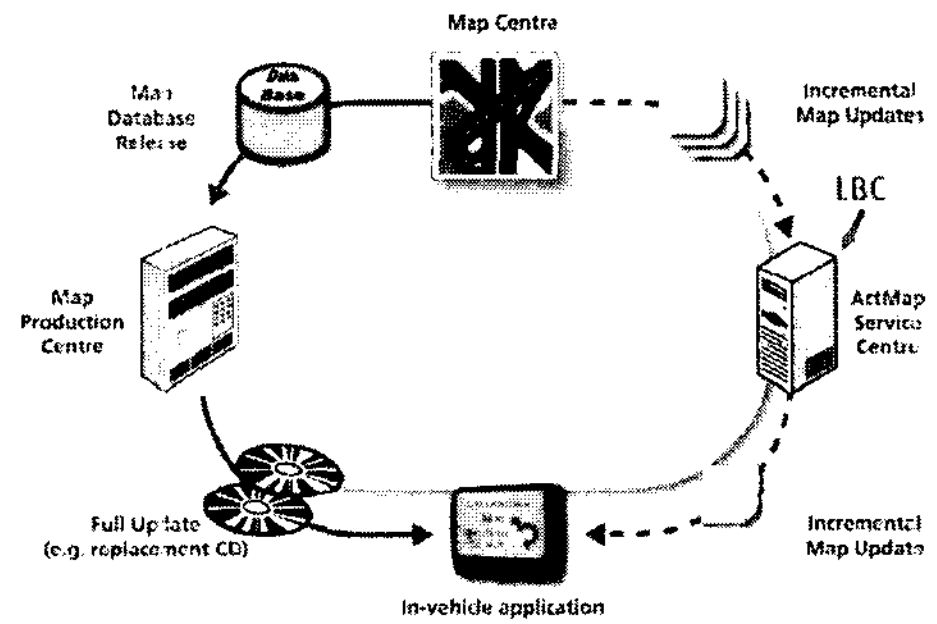
미국

미국에서는 업체뿐만 아니라 지방자치단체에서도 GML에 대한 활용을 확대해 가고 있다. ESRI, Mapinfo, Oracle, Microsoft 등의 유명 벤더들이 GML에 대한 연구 및 개발을 진행하고 있으며, 지방자치단체에서는 U.S Census Bureau에서 만든 Tiger/Line을 GML 파일로 바꾸어 서비스 중이다. Tiger/Line은 활용도가 매우 높은 데이터이기 때문

에 파급효과가 크게 나타나고 있다.

일본

일본은 GIS산업을 부흥시키기 위해 G-XML을 독자적으로 개발하였으며, 이기종 대용량 GIS간 상호 운용 및 PDA, 이동통신기기 지원을 목표로 추진 중이다. OGC에서는 일본의 655개 업체들이 참여하고 있는 G-XML을 GML에 수용하려는 작업을 진행하여 2001년도에 GIS분야 및 LBS, 사고관리 분야 등에도 두 표준안을 통합하는 것에 대한 합의가 이루어졌으며, GML3.0에 이 내용을 포함하여 현재는 이들 간 상호 호환이 이루어졌다. 민간부문에서는 이동통신회사인 NTT DoCoMo의 i-mode에서 SVG/SMIL 브라우저를 삽입하여 멀티미디어에 본격적으로 대비하고 있으며, 무선인터넷을 통하여 교토역 주변의 관광지를 검색하면 SVG의 지도상에 목적지가 표시되는 등의 지리정보서비스가 제공되고 있다.



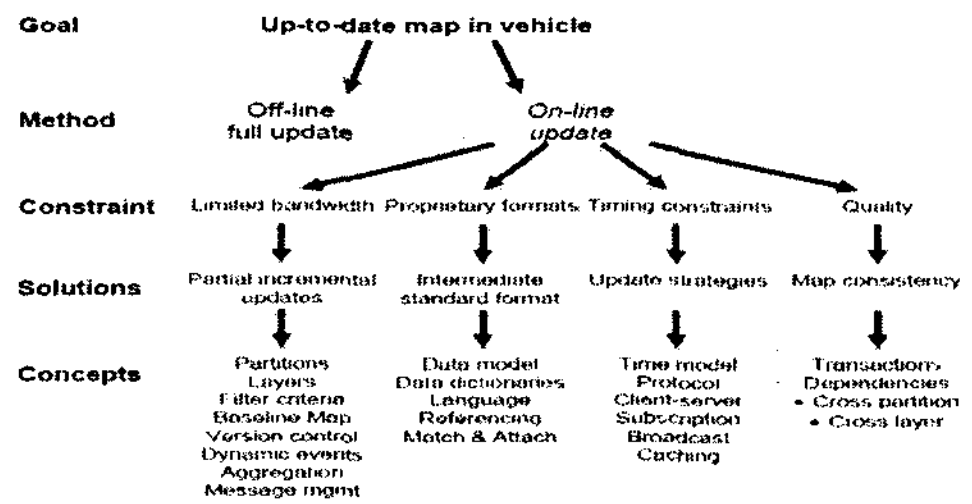
(그림 2) ActMap 데이터 전달 흐름

다음 그림 3은 현장의 변경 사항을 좀 더 빨리 시스템에 반영하기 위하여 ActMap 시스템에서 고려하고 있는 제약조건과 이를 해결하기 위한 프레임워크를 보여준다.

2.3 ActMap

ActMap 시스템은 유럽 자동차 회사들과 디지털 지도 제작 업체와의 프로젝트 팀에 의해 2007년도에 제안된 네비게이션 지원 시스템으로 자동차에 탑재된 네비게이션 기기에 무선 네트워크를 이용하여 지도의 최신 변경사항을 반영할 수 있도록 지원하는 시스템이다[1].

그림 2에서 보듯이 ActMap 시스템의 기본 아이디어는 현장 변경 사항을 네비게이션 시스템에 반영하는 시간을 줄이는 것이다. 기존의 지도 데이터 변경 방식은 지도 데이터베이스의 최신 변경 사항이 배포되면 지도 제공 업체에서 CD 또는 DVD를 이용하여 네비게이션의 전체 지도를 변경하는 방식이다. 그러나 이 방식은 현장 변경 내용이 취합되어 네비게이션에 반영되기까지 시간이 오래 걸리고 반영 횟수에 제한이 있다는 문제가 있다. 따라서 ActMap에서 제안하는 방식은 변경 시간을 줄이기 위하여 그림 2에서 보듯이 현장의 점진적 변경 내용을 LBC 센터에서 취합하여 각 네비게이션에게 필요한 부분만 점진적으로 제공하는 방식이다.

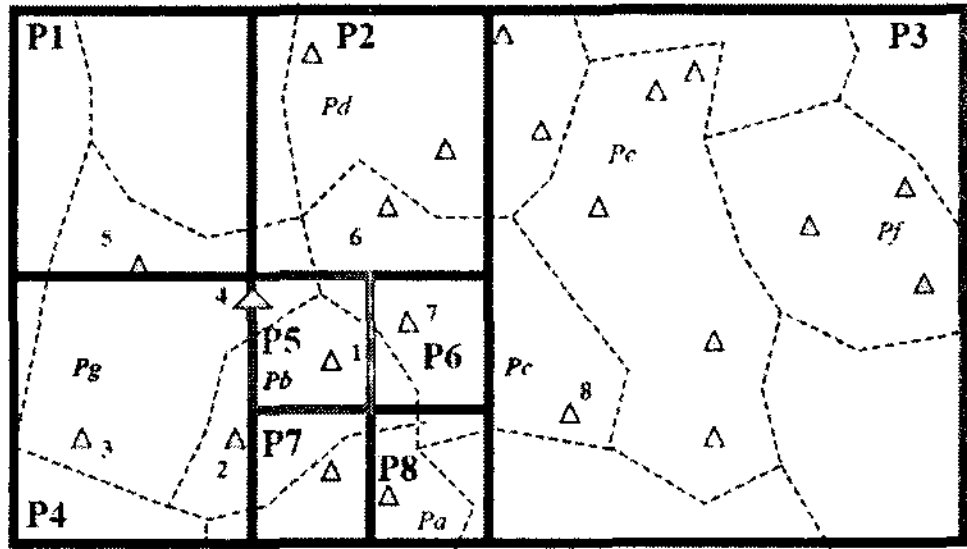


(그림 3) ActMap 프레임워크

ActMap은 크게 오프라인 방식의 변경과 온라인방식의 변경을 모두 지원한다. 오프라인 방식의 변경은 기존의 방식을 따르지만 무선 네트워크를 이용한 온라인 방식은 여러 제약조건을 고려해야 한다.

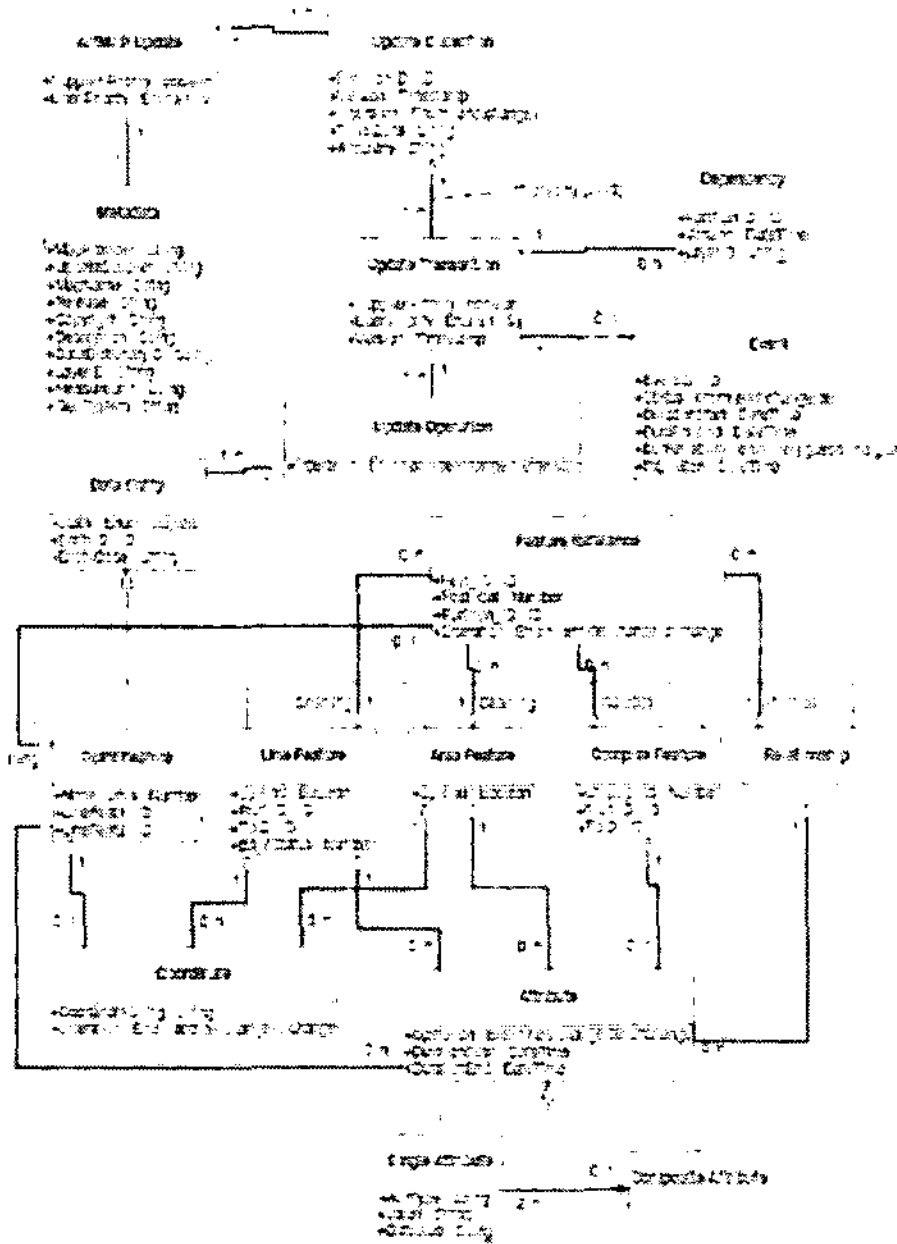
첫 번째는 GSM 또는 GPR 방식의 무선 채널에서 야기되는 제한된 대역폭이다. 현재 지도 데이터베이스의 데이터 크기는 수백 메가에서 수십 기가바이트로 증가하는 추세이기 때문에 데이터 전달을 위하여 제한된 대역폭을 사용할 경우 데이터 전달에 필요한 시간과 비용이 너무 증가하는 문제가 있다. ActMap은 제한된 대역폭 환경에서 전달되는 변경 지도 데이터의 양을 줄이기 위하여 그림 4에서 보듯이 지도 데이터를 레이어와 분할로 구분하여 관리한다. 그리고

변경 사항이 발생한 레이어의 분할에 포함된 지도 데이터만을 전송하여 변경하는 점진적 부분 변경 방식을 사용한다.



(그림 4) 분할 관리

두 번째는 다수의 변경 데이터 제공자와 수요자가 사용하는 고유 데이터 형식이다. 각 제공자와 수요자가 고유 데이터 형식을 사용하기 때문에 호환성이 떨어지고 모든 형식에 대하여 다수의 변환기가 필요한 문제가 있다. ActMap은 이를 해결하기 위하여 GDF 데이터 모델에 기반하여 XML을 이용한 표준 데이터 형식을 제공한다. 그림 5는 ActMap의 표준 데이터 모델을 보여준다.



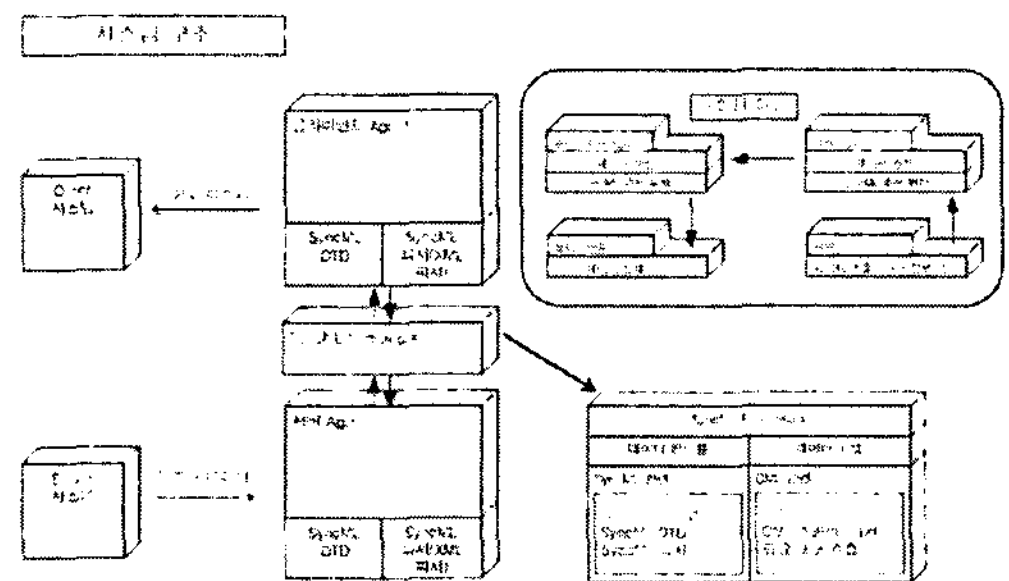
(그림 5) ActMap 데이터 모델

세 번째는 변경이 반영되기까지 소요되는 지연으로 인하여 변경이 발생한 현장과 변경 내용들이 반영되는 지도 제공자들, 그리고 최종 네비게이션 시스템의 데이터 시간이 각각 다른 문제가 있다. 이를 위하여 ActMap은 변경 전략을 제시하고 각각의 경우에 대한 시간 모델과 이를 기반으로 한 변경 방법을 제공한다. 마지막으로 지도 데이터 변경됨에 따라 발생하는 변경 데이터의 품질 유지 문제이다. 이를 위하여 ActMap은 변경을 위한 트랜잭션 개념을 제공하고 변경 데이터간의 레이어/분할 의존성을 고려한다.

3. u-GIS 스마트 동기화 기법

3.1 SyncML 기반 표준 프레임워크 설계

여기서는 SyncML을 활용하여 GIS 데이터를 여러 개의 서버와 여러 개의 클라이언트 사이에 동기화를 지원해 줄 수 있는 SyncML 기반 표준 Framework를 정의하고 이에 따른 통합 시스템을 구축하여 서버에서 업데이트 되는 데이터를 이기종 클라이언트 기기에 효과적으로 동기화 할 수 있는 기법들에 대하여 설명한다. 그림 6은 전체 시스템 구조를 나타내고 있다. 서버에서 업데이트 되는 여러 가지 GIS 데이터를 서버 측 에이전트에서 SyncML 문서 형태로 변환하여 클라이언트로 보내고 이를 받은 클라이언트 에이전트는 문서를 파싱하여 필요한 데이터를 추출하여 데이터베이스에 반영하는 형태의 시스템이다.



(그림 6) 시스템 구조도

클라이언트와 서버는 각각의 Agent를 가지고 있으며 서로 다른 형태의 데이터베이스를 가지고 있다. 데이터는 서버에서 클라이언트로 이동하는 형태로 시스템

은 구성이 되어 있으며 이 데이터는 서버에서 SyncML 패키지 형태로 변환 되어 클라이언트로 전송된 이후 데이터가 추출 되는 방식으로 동작한다. 다음은 각 시스템의 특징과 실제 동작 시나리오 및 설계 과정에서 고려되어야 하는 작업들에 대하여 설명한다.

3.1.1 각 모듈의 역할

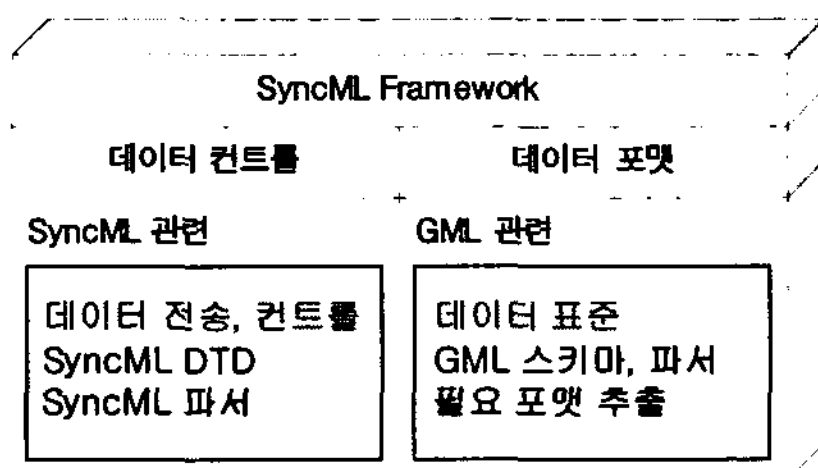
서버 Agent

서버에서 GIS 데이터의 변경이 발생할 경우 대상 데이터를 GML 문서로 변경하여 SyncML Body내부에 PCDATA형태로 만들고 데이터 동기화를 위하여 SyncML 문서를 만드는 작업을 수행한다. 세부 내역은 아래와 같다.

1. 데이터 업데이트
2. 대상 데이터 GML 형태로 변환
3. SyncML 패키지 작성(문서 내부 구조)
 - A. 동기화 대상 client 정보 작성
 - B. 동기화 방식 선정
 - C. 동기화 Command 작성
 - D. 동기화 대상 데이터는 GML로 만들어진 문서 데이터
4. 패키지 전송

SyncML Framework

SyncML Framework는 실제 논리적으로는 독립적인 형태로 표현이 되지만 물리적으로는 서버 agent내부의 SyncML 문서 변환 모듈과 클라이언트 agent의 SyncML 문서 분석 모듈을 합쳐서 이야기 한다. 즉 동기화를 위해 정해진 SyncML 문서의 표준 포맷과 전송되는 GML 문서 표준 포맷 마지막으로 추출되는 GIS데이터에 대한 표준 정보를 가지고 있는 논리단계가 SyncML Framework이다.



(그림 7) SyncML Framework

그림 7에서와 같이 SyncML Framework는 두 가지 작업에 대하여 관리를 한다. SyncML을 통한 데이터 컨트롤 부분과 GML을 통한 전송 데이터 포맷의 표준 부분이다. 즉, SyncML 프레임워크만 있으면 어떠한 이기종 시스템에서도 서버에서 발생하는 업데이트를 반영할 수 있는 장점을 가진다. 바꿔 말하면 SyncML Framework는 GIS데이터를 효과적으로 여러 이기종 클라이언트에서 저장할 수 있도록 해주는 논리적인 시스템이다.

클라이언트 Agent

서버 agent에서 전송되어진 SyncML 문서를 파싱하여 필요한 데이터를 추출하는 것이 클라이언트 agent의 핵심 기능이다. 먼저 전송되어진 SyncML 문서를 파싱하여 내부의 command를 통해 데이터의 변경 상태를 확인하고 이후 내부에 저장되어 있는 GML 데이터를 추출하여 SyncML command에 나타난 문법을 통해 데이터를 변경하는 작업을 수행한다. 세부 내역은 아래와 같다.

1. 서버로부터 SyncML 문서 수신
2. 수신된 문서 파싱
 - A. XML 유효 체크
 - B. SyncML Header 정보 확인(라우팅 정보, 문서 유효 정보, 인증 정보)
 - C. SyncML Body 정보 확인(동기화 대상 데이터 식별, 실제 동기화에 사용할 정보 표현)
 - D. 데이터 추출
3. 파싱된 데이터베이스에 반영

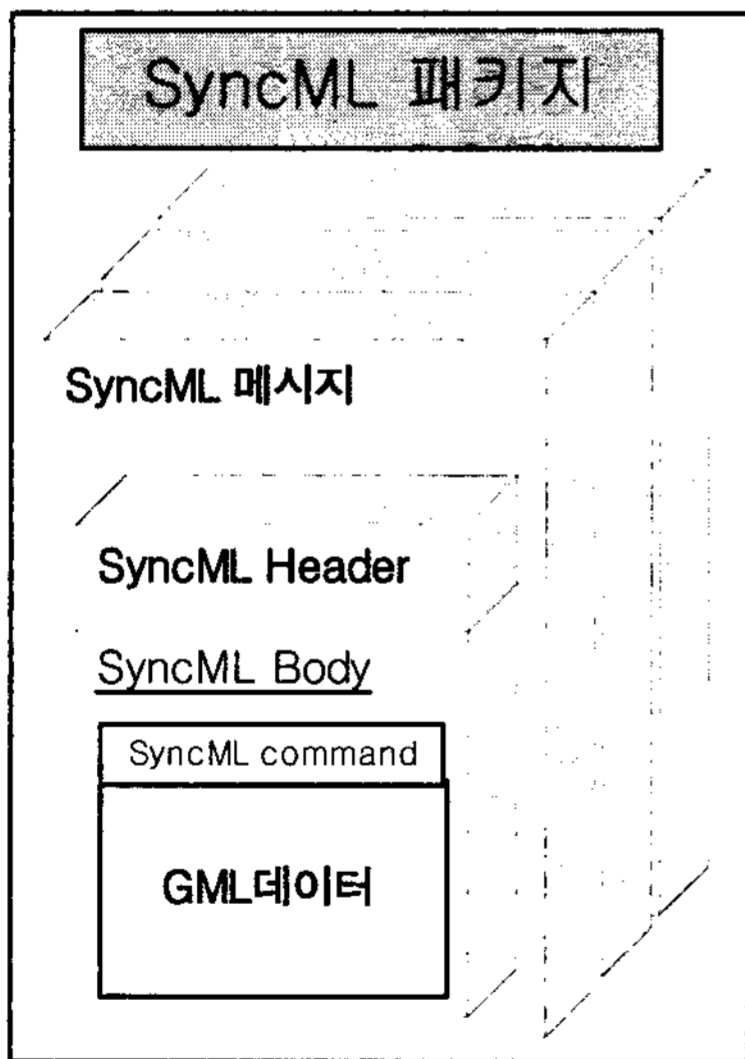
SyncML 패키지

SyncML 메시지에 대한 구조체 규약(동기화 형식)을 정의한 것이 SyncML Representation 프로토콜이다. Representation 프로토콜은 내부 기술 언어로 XML을 사용하고 있고 최종적으로 XML 문서가 돼 네트워크로 전송된다. 메시지는 인터넷의 다목적 메시지 전송을 위해 정의된 MIME 타입(application/vnd.syncml+xml 과 application/vnd.syncml+wbxml)으로 정의돼 있다.

Sync 프로토콜 스펙에서 동기화의 기본이 되는 단위는 패키지(Package)이지만, 패키지의 크기가 해당 장

치의 한계 메모리를 넘어서는 경우가 있다. 대용량의 데이터를 동기화할 경우 대상(Target) 장치가 소량의 메모리로 동작하는 PDA와 같은 모바일 환경이므로 메모리 오버플로우가 발생할 수 있다. 따라서 패키지는 상대방 장치의 자유 메모리보다 작은 메시지로 분할해 전송할 수 있어야 한다. 다중 메시지를 지원하기 위해 'Final' 엘리먼트를 사용하는데, 이를 이용해 마지막 메시지인지를 판단한다. 세션 단위로 데이터를 처리하는데 세션은 하나의 완전한 데이터 동기화를 위해 클라이언트, 서버 간에 주고받은 모든 패키지를 묶어주는 단위의 개념으로 사용된다. 세션은 여러 패키지를 포함하고 하나의 패키지는 다시 여러 메시지를 포함한다.

또한 시스템에서 사용되는 SyncML 패키지의 경우 Body내부에 동기화 되는 대상의 데이터가 GML 데이터 이므로 이에 따른 처리 방법 또한 고려해야 된다. 그림 8은 SyncML 패키지 구조를 나타낸 것이다.



(그림 8) SyncML 패키지 구조

3.1.2 SyncML 프레임워크 기반 동기화 절차

최초 데이터 동기화

- ① Client에서 데이터 전송 요청
 - 시스템 운용을 위한 데이터 전송 요청
 - 전송 모듈을 통하여 Server와 통신

- 전송 데이터 종류 파악을 위한 Client 디바이스 정보와 필요 데이터 항목 전송

② Server 시스템 시작

- Client 정보와 필요 데이터 항목을 데이터 베이스에 저장
- 필요 데이터 추출 (layer 단위의 GIS 데이터)
- GML 문서 형태로 데이터 변환
- 정의된 SyncML DTD를 이용 Agent에서 SyncML 문서 작성(PCDATA = GML문서)
- 변환된 문서 전송

③ Client 정보 수신

- 수신된 문서 Agent 에서 처리 후 필요 데이터 추출
- 저장소에 추출 데이터 갱신

업데이트 발생 시 데이터 동기화

① 업데이트 데이터 발생

② Server

- 업데이트 발생 데이터를 가진 클라이언트 정보 확인
- 대상 클라이언트로 업데이트 발생 상황 전송 및 통신 시도

③ Client 시스템 시작

- 업데이트 발생 정보 확인 후 데이터 전송 요청

④ Server

- 업데이트 대상 데이터 Agent이용 문서 변환
- 변환된 문서 전송

⑤ Client

- 수신된 문서 Agent에서 분석
- 추출된 데이터 저장소에 갱신

3.1.3 고려 요소

1. 클라이언트 단말기에서 처리하는 데이터의 크기가 크다.

A. 주기적으로 발생하는 업데이트의 경우 SyncML 문서 및 GML 문서로 전송되어지는 데이터의 크기가 작지 않다. => 필요 SyncML command 정의, 클라이언트 응용에 맞는 GML 데이터 축소

B. 전송된 문서를 파싱하기 위한 파서의 크기가 크다 => 파서 구현(SyncML, GML)

2. SyncML 문서에서 추출하는 PCDATA가 또 다른 XML(GML)문서이므로 이 부분에 대한 처리가 중요하다.

A. 첫 번째 방법 : GML파싱, SyncML command 분석, 데이터 변경의 메커니즘

B. 두 번째 방법 : SyncML command 분석, 업데이트 대상 데이터 확인, GML파싱, 데이터 변경의 메커니즘

3. 업데이트 변경 시 대상 클라이언트를 빠르게 찾기 위하여 최초 클라이언트와 통신한 후(시나리오 1)클라이언트의 정보(디바이스)를 서버에서 저장한다.

- 저장데이터 : 클라이언트 디바이스 정보, 전송된 Layer 번호

4. 국가 지리정보 표준안을 따라야 한다[12].

3.2 스마트동기화 프로토콜 설계

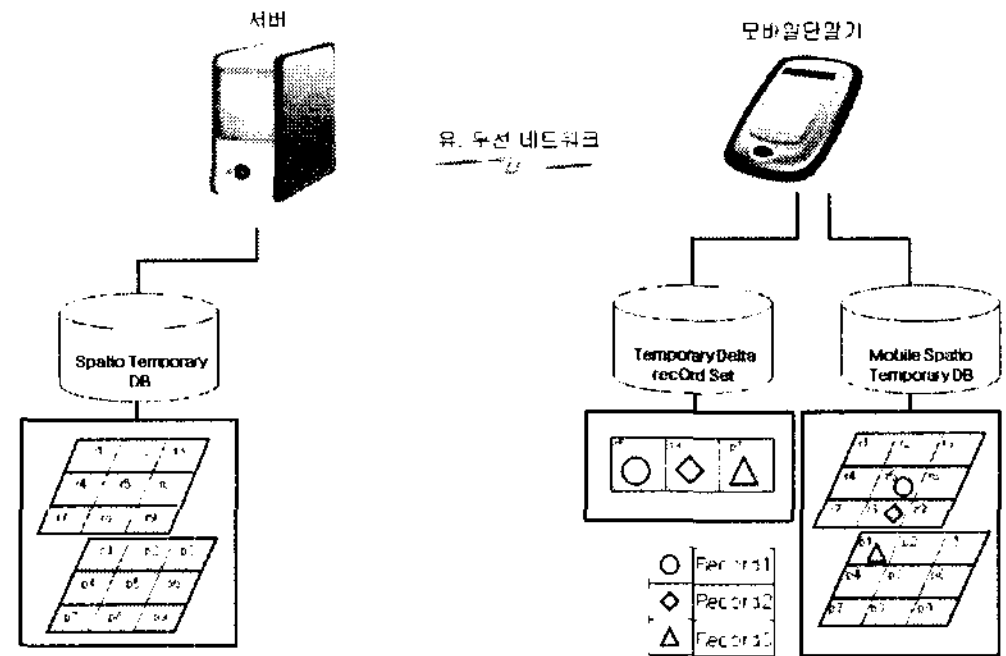
3.1.1 동기화를 위한 기본환경

본 원고에서 제안하는 서버와 모바일 단말기간의 양방향 동기화는 그림 9와 같은 환경으로 구성된다.

서버의 STDB(Spatio Temporary DataBase)는 전체 시공간 데이터베이스 이고, 모바일 단말기의 MSTDB(Mobile Spatio Temporary DataBase)는 STDB를 전부 다운 받을 수 없는 모바일 단말기의 제약사항에 따라 사용자의 관심영역에 따른 일부 영역의 시공간데이터만을 가진 시공간 데이터베이스이다. 이러한 시공간 데이터베이스는 Layer와 Partition단위로 동기화한다.

Layer는 건물, 도로, 지형 등으로 지리정보를 분류하는 것이고, Partition은 Layer별로 분류된 지리정보에 대해서 grid형태로 분류하는 것이다.

모바일 단말기는 Layer와 Partition을 이용하여 CR(Copy Region)정보를 가지는데, CR은 모바일 단말기 사용자의 관심영역이라고 할 수 있다. CR은 LayerID와 PartitionID의 집합인데, 이것은 MSTDB를 구성하고 있는 Layer와 Partition의 정보이다.



(그림 9) 전체 구성도

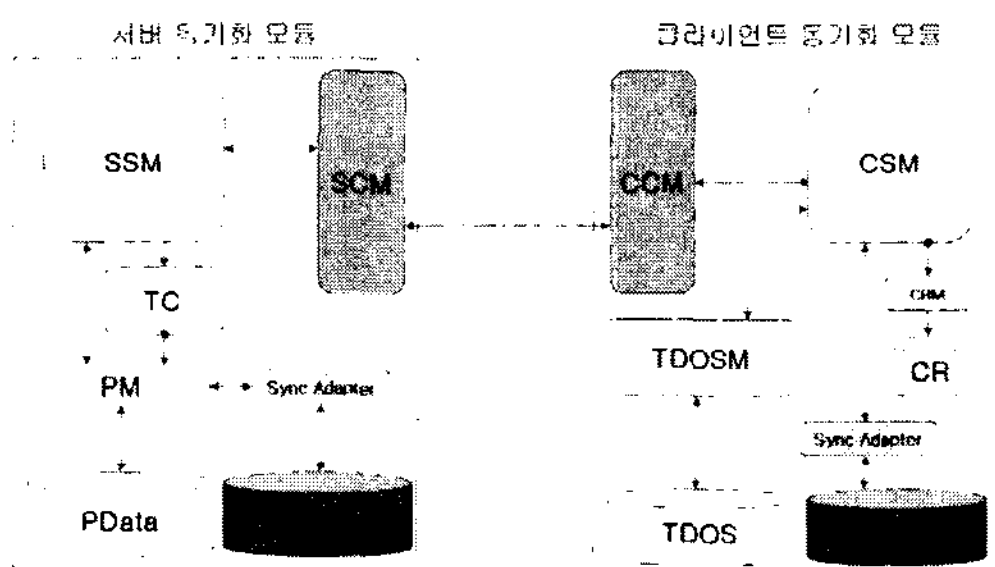
모바일 단말기로부터 변경·수집한 데이터들은 바로 MSTDB에 갱신되지 않고 따로 저장하는데, 이를 TDOS(Temporary Delta recOrd Set)라고 정의한다. TDOS는 모바일 단말기가 서버와 동기화를 통해 서버에 적용되기 전에는 사용할 수 없는 임시 데이터 파일로 본다.

서버에서 모바일 단말기로 동기화 할 지리데이터는 DOS(Delta recOrd Set)라고 정의한다.

서버와 모바일 단말기간의 동기화는 유·무선으로 모바일 단말기가 서버에 접속한 시점부터 시작되고, TDOS를 서버에 동기화 할 때는 변경충돌 검사를 통해서 STDB에 TDOS를 갱신 또는 Rollback하고, 서버에서 모바일 단말기로 동기화할 DOS는 MSTDB에 바로 갱신된다.

3.1.2 양방향 동기화 프로토콜 구성

양방향 동기화 프로토콜은 그림 10과 같이 크게 서버 동기화 모듈과 클라이언트 동기화 모듈로 구성되어 있다.



(그림 10) 양방향 동기화 시스템 구성도

서버 동기화 모듈

서버 동기화 모듈은 모바일 단말기와 통신을 담당하는 SCM, 모바일 단말기로부터의 동기화 요청을 처리하는 SSM, TDOS의 변경충돌검사를 하는 TC, 부분 동기화를 위한 Partition 정보를 관리하는 PM, Partition 정보들이 저장되어있는 PData, GIS DB의 접근 인터페이스를 제공하는 Sync Adapter, STDB로 구성 되어있다.

클라이언트 동기화 모듈

클라이언트 동기화 모듈은 서버와 통신을 담당하는 CCM, UI로부터의 동기화 요청을 처리하는 CSM, 모바일 단말기의 TDOS를 관리하는 TDOSM, 모바일 단말기의 CR을 관리하는 CRM, 모바일 단말기의 관심 정보를 저장하는 CR, 모바일GIS DB의 접근 인터페이스를 제공하는 Sync Adapter, MSTDB로 구성 되어있다.

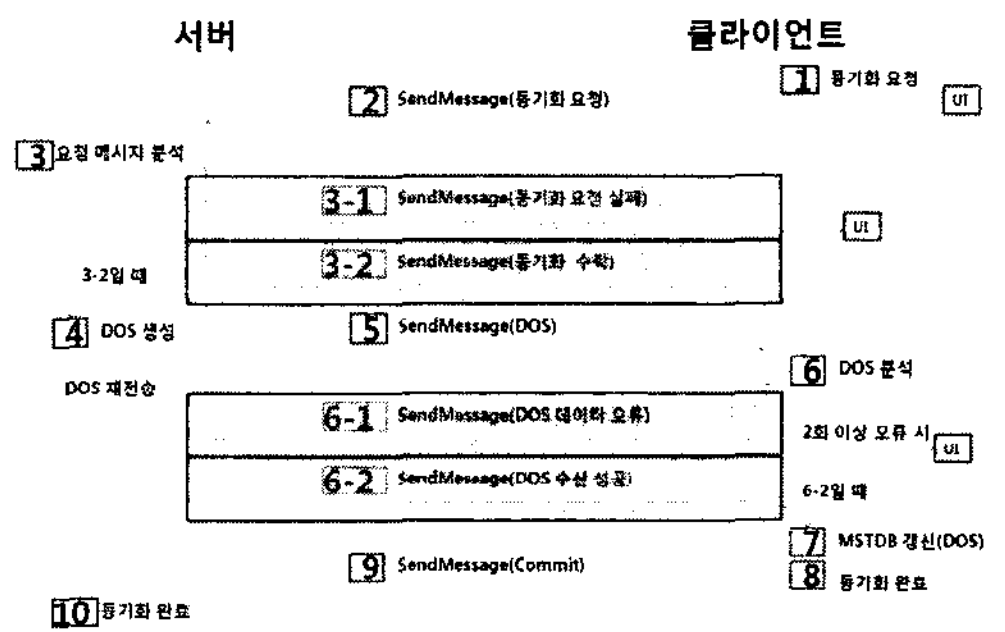
3.1.3 양방향 동기화 시나리오

양방향 동기화는 모바일 단말기에서 변경·수집된 데이터 없이 서버에 동기화를 요청하는 경우와 변경·수집된 정보를 동기화하기위한 동기화 요청으로 크게 2가지의 동기화 시나리오가 있다.

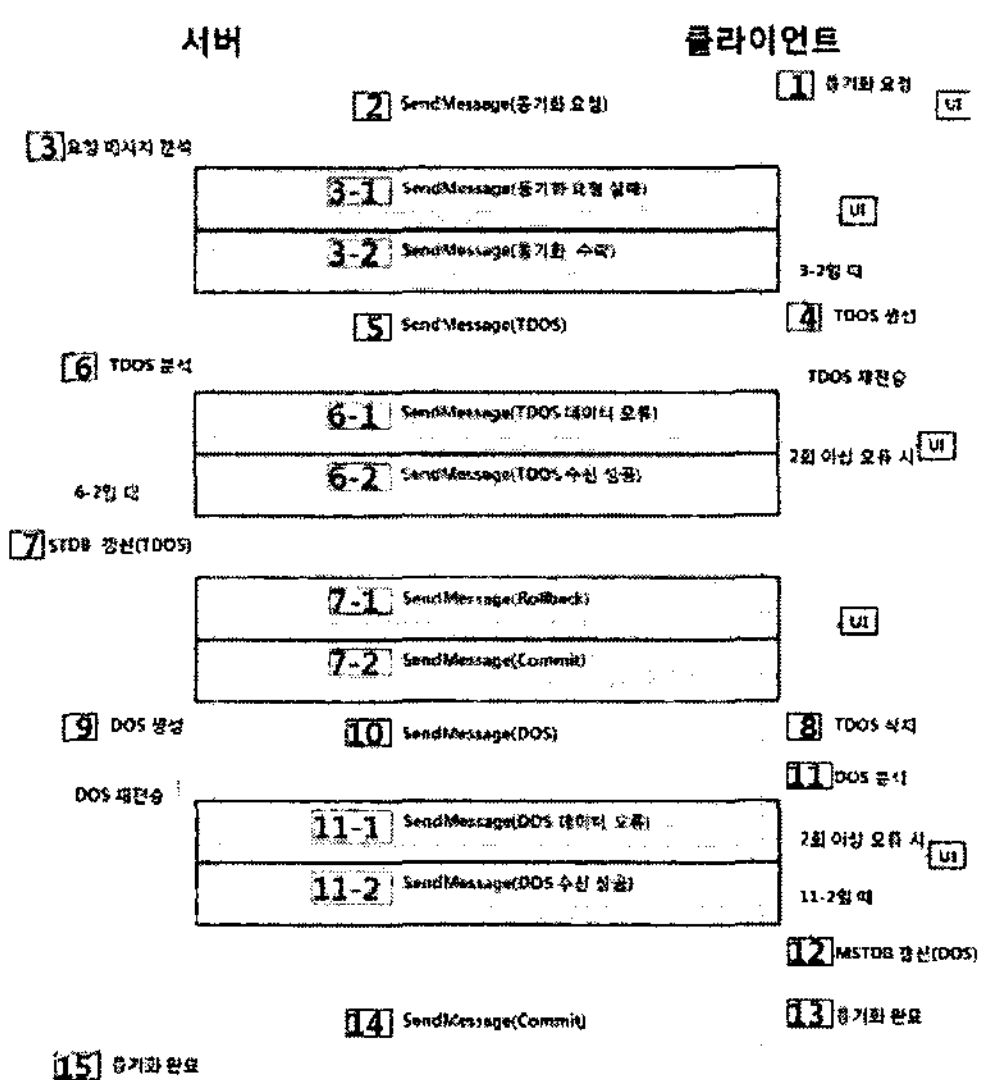
변경·수집이 없는 동기화 시나리오

- ① UI에서 동기화를 요청한다.
- ② CSM이 UI동기화 요청에 대한 처리로 CRM을 통해 CR의 정보를 읽어오고, 동기화 요청 메시지와 CR정보를 CCM으로 전달한다. CCM은 CR 정보를 포함한 동기화 요청 메시지를 SCM으로 전송한다.
- ③ SCM은 전달받은 메시지를 SSM으로 전달하고, SSM은 동기화 요청 메시지를 분석하여 동기화 요청 수락·실패를 판단하여 모바일 단말기로 메시지를 보낸다.
- ④ ③번의 과정에서 수락 성공이면, SSM은 CR 정보를 이용하여 PM로부터 CR의 MBR을 얻고, Sync Adapter를 통해 STDB의 DOS데이터를 생성한다.

- ⑤ SSM은 SCM을 통해서 DOS를 CCM으로 전송한다.
- ⑥ CSM에서 DOS데이터를 분석하여 데이터에 오류가 없으면 DOS수신 성공 메시지를 서버에 전송 하고, 데이터에 오류가 발생하였으면 DOS 재전송을 요청한다. 2회 이상 오류발생시 UI에 DOS수신 오류를 알린다.
- ⑦ ⑥번의 과정에서 수신 성공이면, CSM은 Sync Adapter를 통해서 DOS를 MSTDB에 갱신한다.
- ⑧ 갱신이 완료되면 모바일 단말기의 동기화를 완료처리 한다.
- ⑨ 서버로 동기화 완료 메시지를 전송한다.
- ⑩ 서버의 동기화를 완료처리 한다.



(그림 11) 변경·수집이 없는 동기화 시나리오



(그림 12) 변경·수집이 있는 동기화 시나리오

변경·수집이 있는 동기화 시나리오

- ① UI에서 동기화를 요청한다.
- ② CSM이 UI동기화 요청에 대한 처리로 CRM을 통해 CR의 정보를 읽어오고, 동기화 요청 메시지와 CR정보를 CCM으로 전달한다. CCM은 CR정보를 포함한 동기화 요청 메시지를 SCM으로 전송한다.
- ③ SCM은 전달받은 메시지를 SSM으로 전달하고, SSM은 동기화 요청 메시지를 분석하여 동기화 요청 수락·실패를 판단하여 모바일 단말기로 메시지를 보낸다.
- ④ ③번의 과정에서 수락 성공이면, CSM은 TDOSM에게 TDOS를 요청 TDOSM부터 TDOS를 받는다.
- ⑤ CSM은 CCM을 통해서 SCM으로 TDOS를 전송한다.
- ⑥ SSM에서 TDOS데이터를 분석하여 데이터에 오류가 없으면 TDOS수신 성공 메시지를 모바일 단말기에 전송 하고, 데이터에 오류가 발생하였으면 TDOS 재전송을 요청한다. 2회 이상 오류발생시 CSM은 UI에게 TDOS전송 오류를 알린다.
- ⑦ ⑥번의 과정에서 수신 성공이면, TDOS를 TC에 전달하고, TC는 PM로부터 TDOS의 MBR을 얻고, Driver를 통해 STDB의 DOS데이터를 생성하고, 생성된 DOS와 TDOS의 변경충돌검사를 하여 TDOS를 갱신 또는 Rollback처리를 하고, SSM으로 결과 전달 SSM은 결과를 SCM을 이용하여 CCM으로 전달한다.
- ⑧ CSM은 ⑦에서 갱신완료 메시지를 받았다면, TDOS를 삭제하고, Rollback 메시지를 받았으면 UI에 알린다.
- ⑨ SSM은 CR정보를 이용하여 PM으로부터 CR의 MBR을 얻고, Sync Adapter를 통해 STDB의 DOS데이터를 생성한다.
- ⑩ SSM은 SCM을 통해서 DOS를 CCM으로 전송한다.
- ⑪ CSM에서 DOS데이터를 분석하여 데이터에 오류가 없으면 DOS수신 성공 메시지를 서버에 전송 하고, 데이터에 오류가 발생하였으면 DOS 재전송을 요청한다. 2회 이상 오류발생시 UI에 DOS수신 오류를 알린다.
- ⑫ ⑪번의 과정에서 수신 성공이면, CSM은 Sync

Adapter을 토하여 DOS를 MSTDB에 갱신한다.

- ⑬ 갱신이 완료되면 모바일 단말기의 동기화를 완료처리 한다.
- ⑭ 서버로 동기화 완료 메시지를 전송한다.
- ⑮ 서버의 동기화를 완료처리 한다.

4. 맺음말

지도 또는 위치 정보를 수집, 가공하는 기존의 서비스는 제한된 환경에서 제한된 사용자에게만 제공되어졌다. 이는 데이터의 크기가 대용량이며 이런 데이터를 처리하기 위하여 고성능 컴퓨팅 기기가 필요했기 때문이다. 그러나 최근 고성능화된 모바일 클라이언트와 무선 네트워크 기술을 기반으로 다양한 형태의 지도 또는 위치 데이터를 수집할 수 있게 되었으며 특히 기존에 제공하기 어려웠던 대용량의 시공간 데이터를 가능하게 되었다. 이 때 중요한 것은 서버와 클라이언트 간의 효율적인 동기화 기법이다. 무선 네트워크를 이용한 서버와 모바일 클라이언트간의 동기화를 위해 고려할 점은 데이터 전송량과 서버와 클라이언트와 같은 GIS 처리 시스템의 다양성이다.

본 원고에서는 제한된 대역폭을 고려한 동기화 기법으로서 클라이언트와 서버간의 변경 시공간 데이터 처리 프로토콜을 정의한 모바일 u-GIS 스마트 동기화 프레임워크를 소개하였다. 그리고 다양한 서버 및 클라이언트 시스템간의 동기화 기법으로서 SyncML 기반의 동기화를 위한 표준 프레임워크를 소개하였다.

이러한 모바일 u-GIS 스마트 동기화 기법은 서버와 모바일 클라이언트간의 실시간 시공간 데이터 수집, 가공 및 재전송을 필요로 하는 원격관리, 응급경계 서비스 같은 공공 서비스부터 네비게이션, 교통감시, 물류추적 같은 다양한 서비스 분야에서 활용될 수 있다.

참 고 문 헌

[1] "ActMap White Paper and Interfaces to the Feed MAP framework," white paper, 2007
 [2] 류석상, "디지털 컨버전스로 나타나는 유비쿼터스 사회,"한국전산원 u-전략팀, 2005.9

- [3] <http://www.syncml.org>
- [4] SyncML Device Information DTD, SyncML. V1.1 on April 2, 2002
- [5] SyncML Meta Information DTD, SyncML. V1.1 on April 2, 2002
- [6] SyncML Synchronization Protocol, SyncML. V1.1 on April 2, 2002
- [7] WAP Binary XML Content Format Specification, WAP Forum.
- [8] Extensible Markup Language (XML) 1.0, W3C.
- [9] 신홍섭, 오세만 “모바일 GIS 를 위한 XML 변환”, 정보처리학회 춘계학술발표논문집(하), 제 9 권 제 1 호, pp.1041-1044, 2002.
- [10] OpenGIS Consortium, Geography Markup Language, <http://www.opengis.net/gml/>
- [11] 한국정보통신 기술 협회 “GML3.0 기반 지리정보 인코딩 표준” TTAS.OG-GML3.0 2003.12.18
- [12] 건설교통부 “2005년도 국가지리정보유통체계 장기발전 방안 연구”, 2006.05

● 저 자 소 개 ●



조 대 수

2001년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
2001년~2004년 ETRI 텔레매틱스연구단 선임연구원
2004년~현재 동서대학교 컴퓨터정보공학부 조교수
관심분야 : GIS, 공간데이터베이스, LBS, 스트림 데이터처리 등



김 동 현

2003년 부산대학교 컴퓨터공학과 박사
2004년 ~ 현재 동서대학교 컴퓨터정보공학부 조교수
관심분야 : RFID, 이동체 데이터베이스, 공간 데이터베이스



김 진 덕

1993년 부산대 컴퓨터공학과(공학사)
1995년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
2000년 부산대 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
1998.3~2001.2 부산정보대학 정보통신계열 전임강사
2001.3~ 현재 동의대학교 컴퓨터공학과 부교수
관심분야 : 객체 지향 DB, 지리정보시스템, 공간 질의, 공간 색인, 모바일 데이터베이스, 텔레매틱스, GIS 스마트 동기화, 스트림 데이터베이스