

개방형 GIS 컴포넌트에서의 공간분석 컴포넌트 연동

Interoperability of OpenGIS Component and Spatial Analysis Component

민경욱*, 장인성*, 이종훈**

Kyoung-Wook Min, In-Sung Jang, and Jong-Hun Lee

요약 공간정보 및 속성정보를 저장 및 관리하여 서비스하는 지리정보시스템은 최근 네트워크 및 분산환경의 기술개발과 더불어 급격히 변화하고 있다. 이러한 지리정보시스템은 컴포넌트 기반 기술로 자리매김하고 있으며 OGC(OpenGIS Consortium)에서는 지리정보시스템의 설계 및 구현에 대한 다양한 사양과 토픽을 제시하고 있다. OGC의 사양을 충족하는 개방형 지리정보시스템은 다양한 컴포넌트들로 구성되어 있으며, 이러한 컴포넌트 기반의 시스템에 추가적인 요소로써 공간분석 컴포넌트를 구현하였다. 지리정보시스템에서 공간분석기능은 중요한 요소 중 하나이며, 전체 시스템의 성능적, 기능적 평가 기준이 되기도 한다. OGC에서 제시하는 기본 공간데이터 모델인 Geometry 모델은 기본 기하공간객체를 관리하는 모델이며, 다양한 분석 컴포넌트들의 연동을 위하여 확장이 필요하다. 즉 기본 기하공간데이터 모델뿐 아니라, 기본 위상공간데이터 모델을 제공해야 하며, 또한 이러한 기본 위상공간모델을 다양한 분석기능에 맞게끔 확장이 필요하다.

본 논문에서는 개방형 GIS컴포넌트의 전체 아키텍처와 이와 연동되는 분석 컴포넌트으로써 네트워크 분석, TIN 분석 컴포넌트에 대하여 살펴보고 또한 기본 기하 데이터 모델인 OGC Simple Feature Geometry의 확장과 연동방법에 대하여 논의해 볼 것이다.

ABSTRACT Recently, component-based software has become main trends in designing and developing computer software products. This component-based software has advantage of the interoperability on distributed computing environment and the reusability of pre-developed components. Also, GIS is designed and implemented with this component-based methodology, called Open GIS Component. OGC(OpenGIS Consortium) have announced various implementation and design specification and topic in GIS. In GIS, Spatial analysis functions like network analysis, TIN analysis are very important function and basically, estimate system functionality and performance using this analysis methods. The simple feature geometry specification is announced by OGC to increase the full interoperability of various spatial data. This specification includes just geometry spatial data model. However, in GIS which manages spatial data, not only geometric data but also topological data and various analysis functions have been used. The performance of GIS depends on how this geometric and topological data is managed well and how various spatial analyses are executed efficiently. So it requires integrated spatial data model between geometry and topology and extended data model of topology for spatial analysis, in case network analysis and TIN analysis in open GIS component.

In this paper, we design analysis component like network analysis component and TIN analysis component. To manage topological information for spatial analysis in open GIS component, we design extended data model of simple feature geometry for spatial analysis. In addition to, we design the overall system architecture of open GIS component contained this topology model for spatial analysis.

키워드 : OpenGIS, OGC, 기하모델, 위상모델, 컴포넌트, 공간분석

* 한국전자통신연구원 GIS 연구팀 연구원

** 한국전자통신연구원 GIS 연구팀 책임연구원

1. 서론

지리정보시스템은 지리정보 또는 시설물정보와 같이 공간상에 존재하는 공간정보 및 속성정보를 저장/관리하고 서비스하는 시스템이다. 이러한 지리정보시스템은 정보산업이 발전함에 따라 점차적으로 확대되어 일반인들도 쉽게 사용할 수 있는 것으로 확장되어 가고 있다. 기존의 시스템이 독자적이고 폐쇄적인 시스템에서 점차 개방적이고 상호 운용적인 시스템으로 발전하고 있다. 또한 정보산업이 상호 운용적이고, 분산환경 및 컴포넌트 베이스 시스템을 요구함에 따라 지리정보 시스템도 이러한 시대의 흐름에 맞게끔 그 요구 사항을 반영하여 개발되고 있다.

OGC(Open GIS Consortium)는 상호 운용성(Interoperability)과 재사용성(reusability)등에 입각하여 개방형 컴포넌트 지리정보시스템의 구축을 위한 여러 구현 및 설계 사양을 제시하고 있다. 이러한 개방형 지리정보시스템을 구현함에 있어 OGC의 사양에 맞게끔 설계 및 구현을 하고있다. 이러한 개방형 지리정보시스템은 각각의 기능별 요소를 컴포넌트로 구성하고 있으며, 필요에 의해서 각각의 컴포넌트를 이용해서 응용시스템을 개발하게 된다. 지리정보시스템에서 공간분석기능은 필수적이며 시스템 전체의 성능 및 기능 평가의 기본이 되기도 한다. 지리정보시스템에서는 다양한 공간분석 기능을 제공하여야 하며, 성능이 보장되어야 한다. 또한 개방형 지리정보시스템에서 상호운용성의 장점을 최대한 반영하여 각각의 분석기능에 해당하는 컴포넌트를 개발하여야 하며 상호연동이 되어야 한다. 즉, 전력 배전, 파이프라인 네트워크, 전화 통신망 관리 등 네트워크 구조를 갖는 시설물에 대한 네트워크 분석기능, 적지분석, 가시성 분석, 상하수 망 분석, 적도량 분석, 최적 경과지 선정 등의 3차원 TIN 분석기능 등 다양한 형태의 분석기능들이 컴포넌트 형태로 제공되어야 한다. 또한 이러한 각각의 분석 컴포넌트들이 상호 연동이 되기 위해서는 기본적인 공간 데이터 모델에서의 통합이 필요하게 된다. OGC에서는 기본 기하데이터 모델인 Simple Feature Geometry를 구현사양으로 제시하고 있다[1]. 이러한 기본 기하 모델은 기하학적인 정보만을 표현할 수 있는 데이터 모델이다. 다양한 공간분석기능을 제공하기 위해서는 기본적인 위상데이터 모델이 제시되어야 하고, 또한 이러한 위상데이터 모델을 확장하여 각각의 공간분석에 해당되는 데이터 모델이 제시되어야만 한다. 다시 말하면 기본 기하 모델인 Geometry 컴포넌트와의 연동을 위해서는 또 다른

기본 위상 모델 컴포넌트를 구현하여 상호 연동을 보장해야 하고 이러한 기본 위상 모델의 확장으로 인한 다양한 분석 컴포넌트들이 구현되어야만 하는 것이다. 본 논문에서는 네트워크 및 TIN 분석 컴포넌트 구현과 OGC에서 제시하는 Geometry 데이터 모델의 확장에 대하여 살펴 볼 것이다. 먼저 2장에서는 본 논문과 관련된 연구를 살펴 보고, 3장에서는 기존에 구현된 개방형 GIS 컴포넌트에 대해서 살펴볼 것이다. 그리고 4장에서는 네트워크, TIN 분석 컴포넌트에 대하여 살펴 보고, 5장에서는 이러한 분석 컴포넌트의 공간데이터 모델에서의 연동을 위한 내용을 살펴보고, 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 관련연구

지리정보시스템에서 제공되는 다양한 공간분석에 관한 연구는 많다. 네트워크 분석기능은 연결성을 기본으로 하는 응용시스템-도로관리시스템, 하수도 관리시스템, 전기관리시스템 등-에서 유용하게 사용될 수 있는 기능이다. 하지만, 지금까지 네트워크 분석 기능은 Arc/Info, ArcGIS(ESRI 제품군) 등 개별 시스템에서 공간 분석 기능 중의 일부분으로 구현되었을 뿐 적절한 데이터 모델이나 연산자에 대한 정의를 통한 컴포넌트화 된 기능은 제공하고 있지 않다[11]. 또한 이러한 기능들을 모두 하나의 시스템 내에 통합하여 개발하는 것은 전체 개발 비용이 지나치게 많이 필요할 뿐만 아니라 동일한 기능을 필요로 하는 다른 시스템에서 이를 쉽게 이용할 수 없는 단점이 있다. 3차원 분석은 기능은 TIN 모델을 기반으로 하는 응용시스템-지형분석시스템, 유수량 관리시스템, 적도량관리, 가시성분석 등-에서 유용하게 사용될 수 있는 기능이다. 하지만, 지금까지의 지형분석이나 유수량 관리 시스템들은 2차원 공간 기반의 분석이 주를 이루었다. 이러한 분석 기능은 Arc/Info 등의 개별시스템에서 Grid를 이용한 분석 기능 중의 일부분으로 구현되어 있을 뿐이다[11]. 본 논문에서 구현하는 3차원에 대한 분석 기능은 거의 제공 되고 있지 않다. Arc/Info등 개별 시스템에서 TIN을 이용하여 분석 기능 중의 일부를 제공하고 있기는 하지만, 3차원 공간 분석에 대한 적절한 데이터 모델이나 연산자에 대한 정의를 통한 컴포넌트화 된 기능은 제공하고 있지 않다. 본 논문에서는 이러한 네트워크 및 TIN분석을 위한 데이터 모델과 연산자에 대한 정의를 내리고 상호운용성과 재사용성의 이점을 최대한 살리는 컴포넌트 베이스로 구현하였다.

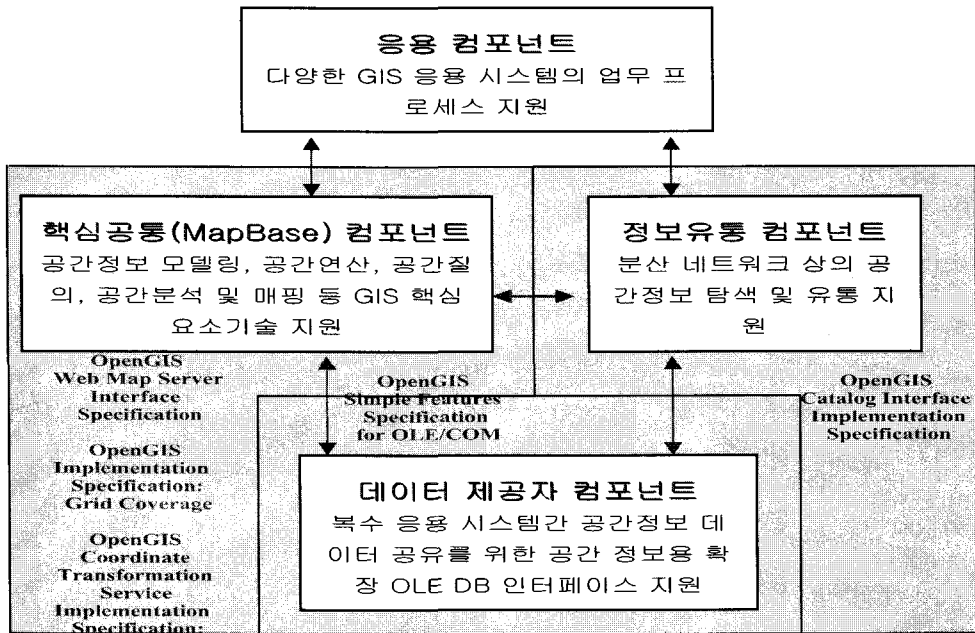
OGC에서는 Simple Feature Specification for OLE/COM을 발표 하면서 geometry연산에 대한 기본적인 공간 데이터 모델링과 연산자를 정의하였다. 이러한 데이터 모델 컴포넌트를 사용할 경우, 개별 시스템에서 독립적으로 정의한 공간 연산자들이 미세한 차이점으로 인하여 발생하는 문제점들을 해결할 수 있을 뿐 아니라 geometry연산을 쉽게 이용할 수 있다. 또한 데이터 제공자에 대한 사양을 정의하고 있어서 독립적으로 존재하는 여러 가지 데이터 소스에 대해서 쉽게 접근하여 이용할 수 있는 방법을 정의하고 있다. 하지만, 데이터 모델링과 연산자 정의가 geometry에 한정되어 있어서 위성정보를 이용하여 복잡한 계산을 필요로 하는 네트워크 분석이나 3차원 분석을 위해서는 이를 이용할 수 없다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 모델을 제시한다. 기존의 기하 모델과 연동될 수 있는 단순 위성 모델을 제시를 하고 또한 이러한 위성 모델로부터 상속 받아서 각각의 네트워크, TIN분석을 위한 공간 객체들을 생성하도록 하였다. 이렇게 함으로써 다양한 분석을 위한 확장된 기하 모델을 이용함으로써 상호 운용성을 최대한 활용할 수 있다.

3. 개방형 GIS 컴포넌트

3.1 Open GIS Consortium

OGC는 1994년 지리정보 관련업체와 기관 중심으로 설립되어 현재 24개국에서 200여 개 기관 및 업체가 참여하여 활발한 연구결과를 발표하고 있다. OGC의 일차적인 목표는 공간 정보들간의 상호호환(Interoperability)을 위한 기술과 실제적인 컴퓨팅 환경 하에서 이의 구현을 위한 인터페이스 표준 제정을 하고 있다. 현재 지리정보 처리를 위한 16종류의 추상사양(Abstract specification)과 실제 정보서비스 제공을 위한 7종류의 구현사양(Implementation specification)을 발표하고 있다[1].

- Open GIS Simple Features Specification for OLE/COM
 - Open GIS Simple Features Specification for SQL
 - Open GIS Simple Features Specification for CORBA
- 3종류의 컴퓨팅 환경에서 simple feature기반의 공간정보 모델링 및 공간연산, 공간질의 등 지리정보 처리의 기본적인 기술을 정의한 사양.
- Open GIS Catalog Interface Implementation Specification



〈그림 1〉 개방형 GIS 컴포넌트 구성도

지리정보 카타로그 서비스를 위한 표준 인터페이스를 제정

-Open GIS Coordinate Transformation Service Implementation Specification

다른 좌표계간의 지리정보를 처리하기 위한 사양

-Open GIS Web Map Server Interface Implementation Specification

인터넷상의 지리정보 서비스를 위한 서버 인터페이스 사양

-Open GIS Grid Coverage Implementation Specification

위성 영상등과 같은 이미지 형태의 데이터 모델 및 분석기능을 제공하기 위한 사양

3.2 개방형 GIS 컴포넌트 소프트웨어

개방형 GIS 컴포넌트의 구성은 <그림1>과 같다. 이 기종 지리정보의 공유를 위한 상호 운용성을 제공하는 개방형 구조는 OGC의 Open GIS Simple Features Specification for OLE/COM 구현사양의 Data Access Model을 기본으로 하고 있으며, 지리정보 서비스를 위한 OGC의 구현사양을 구현하여 표준 인터페이스를 제공하고 있다.

크게 응용 컴포넌트, 핵심공통 컴포넌트, 정보유통 컴포넌트, 데이터제공자 컴포넌트로 나뉘어진다. 데이터제공자 컴포넌트는 이기종 공간 데이터 베이스간의 상호운용을 위한 일관적인 인터페이스를 제공하는 기술로서, 확장된 Microsoft OLE DB 인터페이스를 지원한다. 핵심공통 컴포넌트는 개방형 GIS 컴포넌트 소프트웨어의 커널로서, 다양한 GIS 응용시스템 개발을 위한 GIS 기반기술을 제공하고 있으며, 각 기능에 해당되는 OGC의 구현사양을 구현하고 있다.

4. 공간분석 컴포넌트

개방형 GIS 컴포넌트 중 핵심공통 컴포넌트(Mapbase)에서는 다양한 공간분석 컴포넌트를 모델링하고 있다. 네트워크 분석 컴포넌트, DEM과 TIN을 이용한 3차원 공간분석, Grid Coverage 영상 분석 등 GIS에서 많이 필요로 하는 몇 가지 공간 분석 컴포넌트를 구성하고 있다. 본 논문에서는 이들 중, 네트워크 컴포넌트, TIN을 이용한 3차원 분석 컴포넌트에 대한 설계 및 구현내용을 살펴 볼 것이다.

4.1 네트워크 분석 컴포넌트

네트워크는 그 기능에 따라 2가지의 분류로 나뉘어

진다. 물 또는 전기를 고객에게 전달될 때까지 수로나 전선을 통하여 전달하는 Utility 네트워크와 자동차나 기차 등 자유롭게 이동 가능한 객체의 흐름을 위한 Transportation 네트워크로 나뉘어 진다. 실제 분석과 관련된 인터페이스는 Utility 네트워크 분석일 경우 Trace, Allocate, Interaction, Accessibility, Transportation 네트워크 분석일 경우 Path, Tour의 인터페이스가 있다. 네트워크 분석 기능은 연결성을 기본으로 하는데 이러한 특성은 그래프로 쉽게 표현된다. 그래프는 노드(node)와 간선(edge)로 구성되는데 본 논문에서는 이를 각각 노드와 링크(link)로 표현하였다. 이 이외에도 분석을 위해서 <표1>과 같이 노드의 특수한 형태인 center, stop, turn을 정의하였다.

<표 1> 네트워크 요소

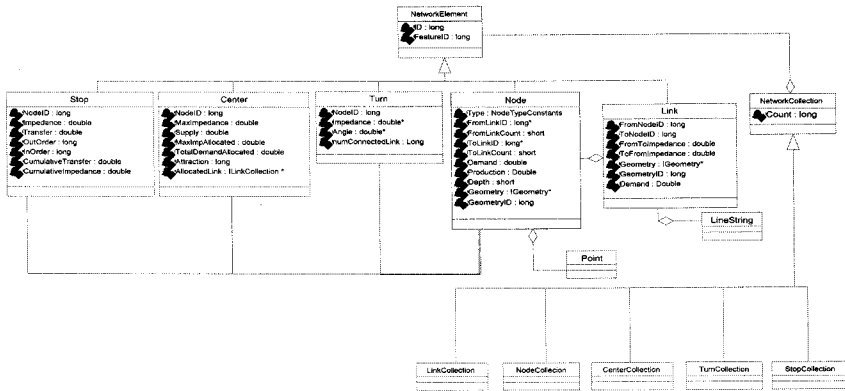
| 구성요소 | 설 명 |
|--------|---|
| Link | 이동을 위한 경로 |
| Node | link의 양 끝 점 |
| Turn | link로부터 node를 경유하여 다른 link로 이동하는 경로 * node에서 가능한 turn의 수 - (연결된 link수)(연결된 link수) |
| Center | network 상의 link로부터 resource를 받아들이거나 network으로 resource를 분배할 수 있는 node 위치에 있는 시설물 (예:발전소, 저수지 등) |
| Stop | resource를 pick up하거나 drop off 하는 node 위치 |

이러한 네트워크 분석의 데이터 모델은 <그림 2>와 같다.

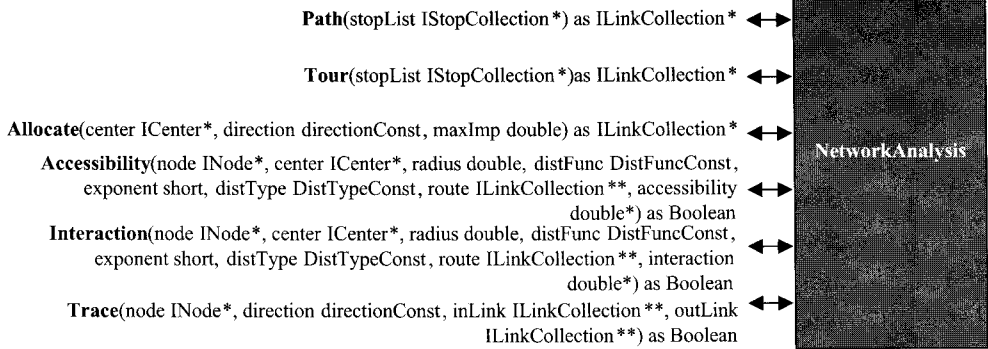
OGC의 Simple Feature Geometry에서 이기종간의 자료흐름의 기본이 되는 WKB(Well Known Binary)를 정의하고 있다. 네트워크 컴포넌트도 또한 이러한 이기종간의 네트워크 자료를 binary stream으로 전송할 수 있는 확장된 WKB4N (WKB for Networks)을 정의하였다.

WKB4N에는 wkb4nNetworkType, WKB4Nnode, WKB4Nlink, WKB4Ncenter, WKB4NStop, WKB4NTurn, WKB4Network, WKB4NetworkCollection 등의 구조체를 정의하고 있다.

<그림 3>은 네트워크 분석 컴포넌트의 분석과 관련된 인터페이스를 보여주고 있다. Utility 네트워크 및 transportation 네트워크의 분석 메소드인 Path, Tour, Allocate, Accessibility, Iteration, Trace의 인터페이스를 지원하고 있다.



〈그림 2〉 네트워크 분석을 위한 데이터 모델



〈그림 3〉 네트워크 분석 컴포넌트 인터페이스

Path : 지정한 stop을 순서대로 최적의 비용으로 방문하는 link의 집합을 돌려준다.

Tour : 지정한 stop을 최소의 비용으로 방문하는 최적의 방문 순서를 계산하여 link집합을 돌려준다.

Allocate : center에 대해서 최대 허용 impedance에 해당하는 link를 할당하고 결과를 돌려준다.

Trace : node에 대해서 Trace를 수행하고 결과를 돌려준다.

Accessibility : node와 center에 대해서 accessibility를 계산하고 돌려준다.

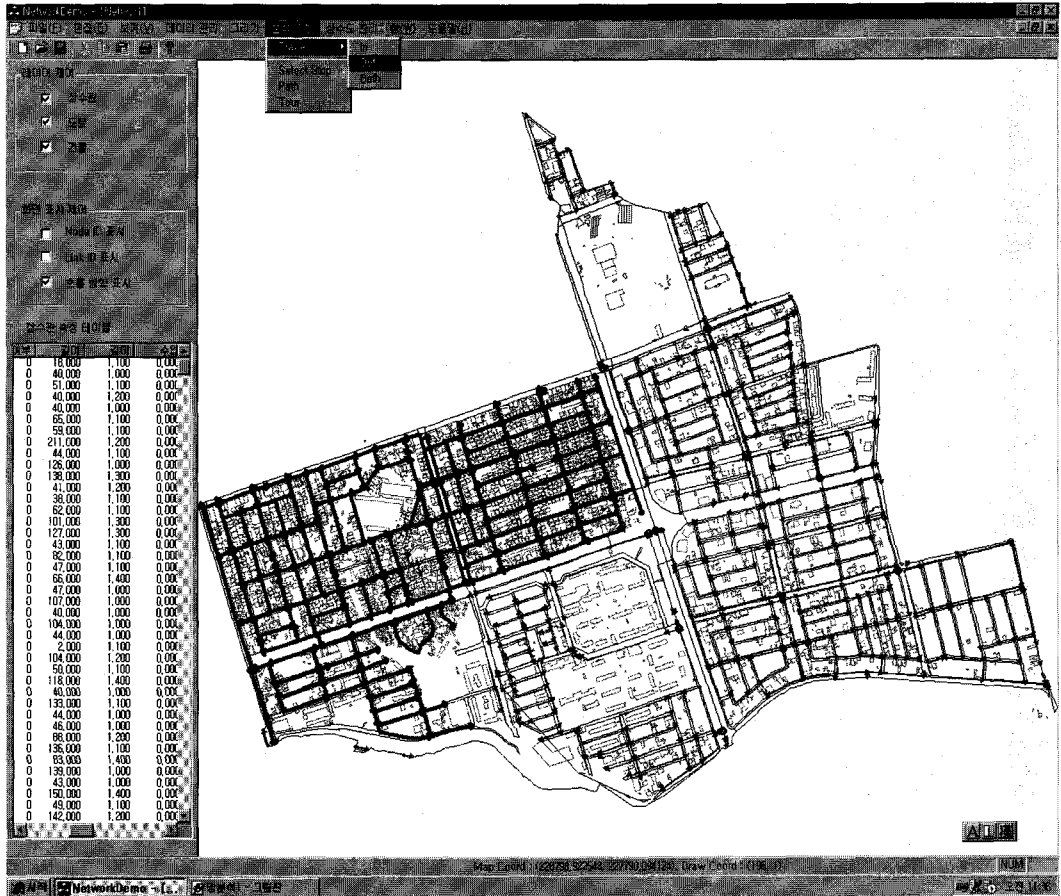
Iteration : node와 center에 대해서 iteration을 계산하고 돌려준다.

상위 응용 컴포넌트 또는 응용 시스템에서 해당 응

용 분야에 맞는 네트워크 분석 인터페이스를 호출하여 구현할 수 있다. 〈그림 4〉는 네트워크 분석 컴포넌트를 이용하여 응용프로그램을 개발한 예이다. 상수, 하수, 도로에 해당하는 응용프로그램을 네트워크 컴포넌트를 이용하여 구현하였다.

4.2 3D TIN 분석 컴포넌트

3차원 분석 기능은 TIN 모델을 기반으로 하는 응용 시스템 지형분석 시스템, 유수량 관리 시스템, 적토량 관리, 가시성 분석 등에서 유용하게 사용될 수 있는 기능이다. 현재 3차원을 표현하기 위해 제시되어 있는 데이터 모델에는 등고선 모델, DEM(Digital Elevation Model), TIN(Triangulation Irregular Network) 모델 등이 있다. 등고선 모델은 지표면의 굴곡을 등고선으로 표현한 모델이다. 지금까지 지도에



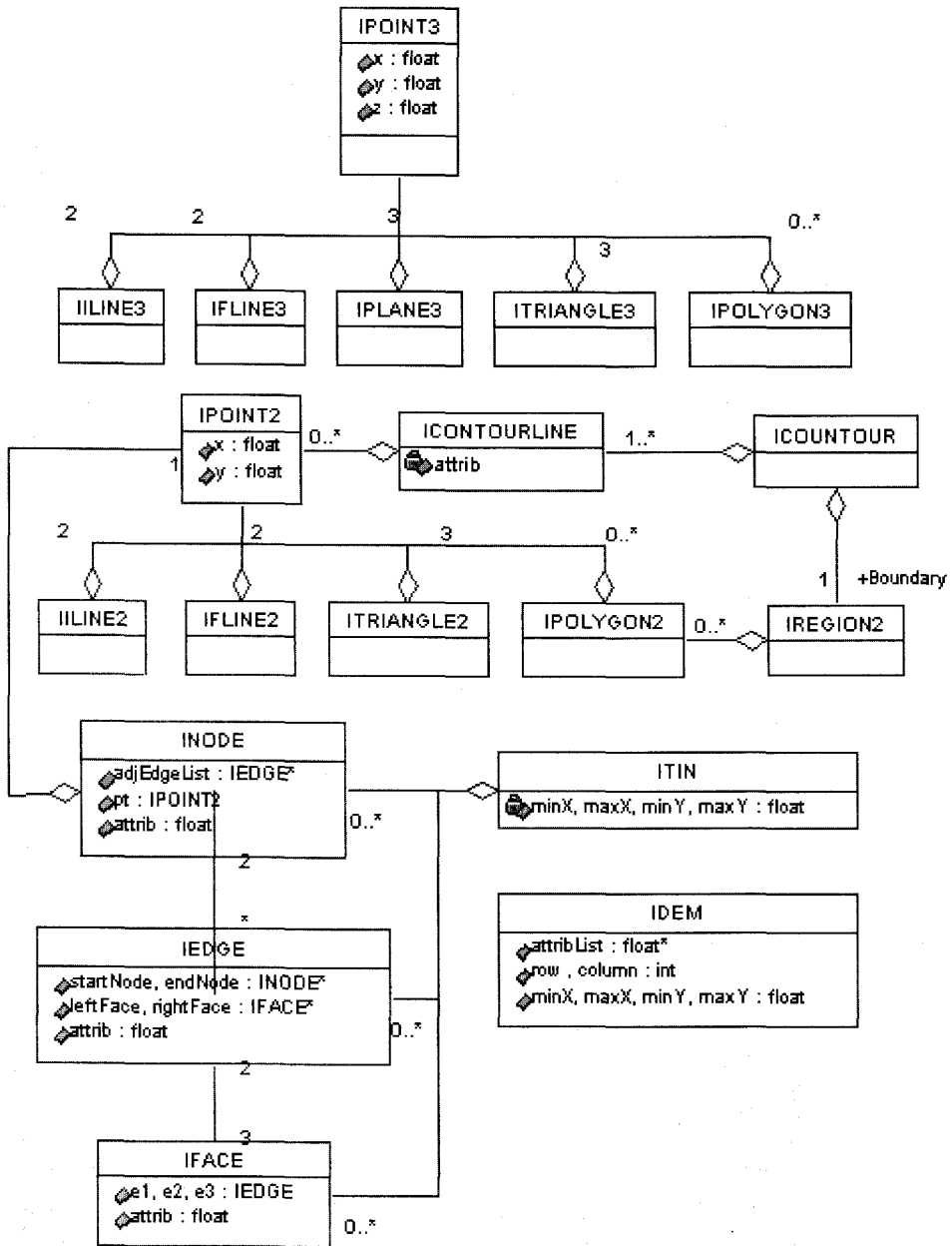
〈그림 4〉 네트워크 분석 컴포넌트를 이용한 응용시스템 예

서 지표면을 표현하기 위해 가장 많이 사용된 모델로 많은 사람들에게 익숙한 모델이다. 하지만 데이터베이스에 저장되어 분석 자료로 활용하기에 적절하지 못한 구조이며 결과의 신뢰도가 떨어지는 편이다. DEM은 3차원 표현 및 분석 응용프로그램에서 현재 가장 많이 사용되고 있는 모델이다. 이 모델은 자료구조가 간단하고 색인 자료구조가 따로 필요 없어 많은 응용 프로그램에서 채택하고 있는 모델이다. 하지만 이 모델은 다른 모델에 비해서 데이터의 크기가 큰 편이다. TIN 모델은 DEM에 비하여 저장구조가 복잡하고, 보다 빠른 분석을 위해서 색인 자료구조가 필요하며, 분석 알고리즘을 구현하기가 어렵지만 3차원을 표현하는데 있어서 DEM보다 섬세하며, 좀더 정확한 분석결과를 기대할 수 있고, 데이터 저장 크기가 작다.

일반적으로 3차원 분석 기능들은 산술연산, 단면분석, 체적분석, 면적분석, 배수분석, 가시성분석등이 있

다. 이들 중, 배수 분석은 지표면에 비가 내렸을 경우, 물의 흐름을 예측하여 배수경로(trickle path) 및 배수 네트워크(drainage network)를 구성하고, 유역권(watershed)을 구하는 기능이다. 배수 네트워크는 계곡(valley)으로 구성되어 있으며, 유역권은 능선(ridge)과 배수경로로 이루어진 하나의 다면체로 이루어져 있다. 가시성 분석은 지표면 데이터 위의 임의의 점에서 그 점으로부터 보이는 지점, 지평선 또는 지역에 대한 분석 결과를 구하는 기능이다[12]. 이때 주어지는 임의의 점은 지표면 바로 위의 점일 수도 있으며, 지표면으로부터 상당히 높은 점일 수도 있다. 이 기능은 전파의 도달 지역을 파악하거나 보안 경비 및 군사적 목적으로 사용될 수 있다.

TIN 데이터 모델에서 가장 중요하게 사용되어 지는 객체는 노드(Node), 선(Edge), 면(Face) 세 개의 구성 요소로 이루어져 있다. 각 구성 요소는 위상

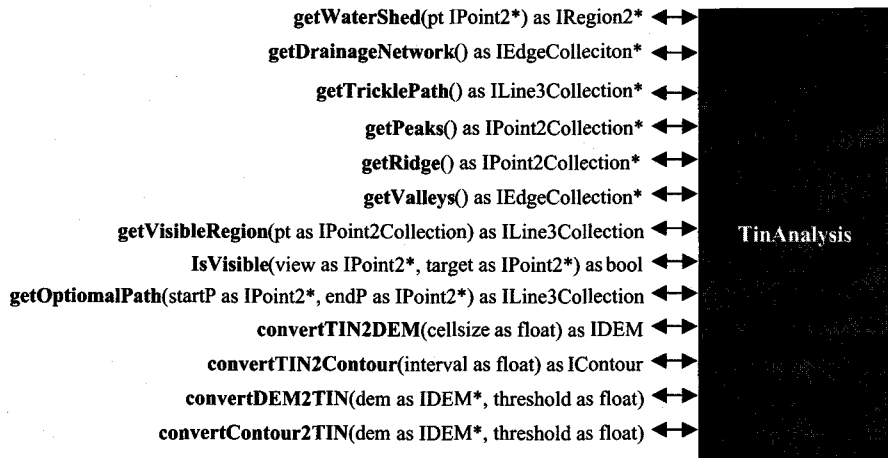


〈그림 5〉 TIN 분석을 위한 데이터 모델

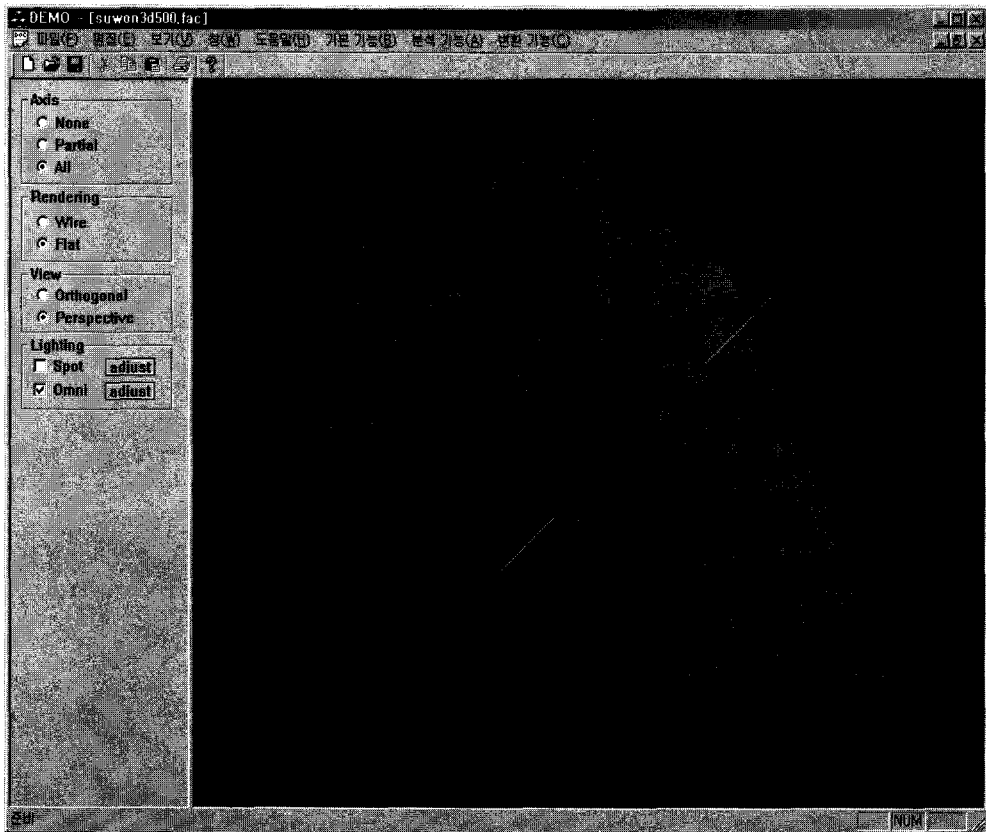
적 정보를 표현하기 위한 정보를 가지게 된다. 즉, 면은 3개의 선으로 구성되어 있고, 선은 2개의 노드로, 다시 노드는 여러 개의 선을 참조할 수 있고, 선은 2개의 면을 참조할 수 있다. TIN 분석의 데이터 모델

은 〈그림 5〉와 같다.

TIN데이터의 생성은 DEM으로부터 생성할 수도 있고, 2차원 Contour로부터 생성할 수 있다. 각각은 threshold값에 따라서 생성되는 삼각형의 개수가 달



〈그림 6〉 3D TIN 분석 컴포넌트 인터페이스



〈그림 7〉 3D TIN 분석 컴포넌트를 이용한 응용시스템 예

라질 수 있다.

〈그림 6〉는 3D TIN분석 컴포넌트의 분석과 관련된 주요 인터페이스이다.

getWaterShed : 주어진 점에서의 WaterShed 영역을 구하는 인터페이스.

getDrainageNetwork : 전체 TIN에서 Drainage Network을 구하는 인터페이스.

getTricklePath : 전체 TIN에서 Trickle Path를 구하는 인터페이스

getPeak : 전체 TIN에서 peak 집합을 구하는 인터페이스

getRidge : 전체 TIN에서 ridge 집합을 구하는 인터페이스

getValleys : 전체 TIN에서 Valley 집합을 구하는 인터페이스

getVisibleRegion : 주어진 점에서 Visible 영역을 구하는 인터페이스

getVisible : 주어진 점에서 다른점이 보이는지를 분석하는 인터페이스

getOptimalPath : 주어진 점에서 다른점까지의 최적 거리(Line)를 구하는 인터페이스

convertTIN2DEM : TIN을 DEM자료형으로 변환하는 인터페이스

convertTIN2Contour : TIN을 Contour자료형으로 변환하는 인터페이스

convertDEM2TIN : DEM을 TIN자료형으로 변환하는 인터페이스

convertContour2TIN : Contour를 TIN자료형으로 변환하는 인터페이스

상위 응용 컴포넌트 또는 응용 시스템에서 해당 응용 분야에 맞는 TIN 분석 인터페이스를 호출하여 구현할 수 있다. 〈그림 7〉는 TIN 분석 컴포넌트를 이용하여 응용프로그램을 개발한 예이다.

5. 확장된 Geometry 모델

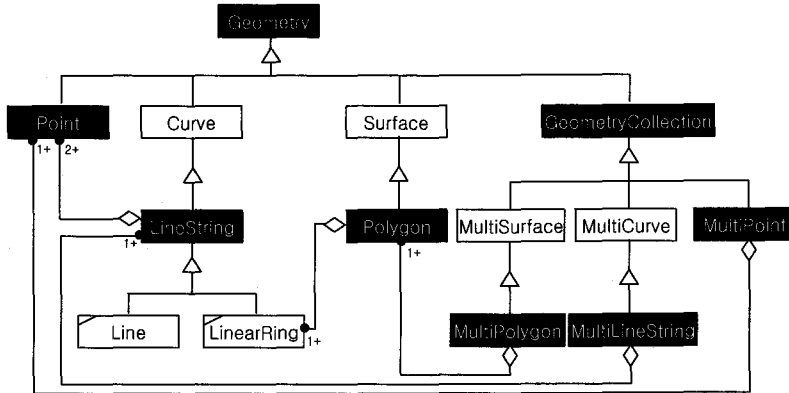
지리정보시스템은 공간데이터를 표현하고 저장 및 관리할 수 있는 공간데이터 모델을 포함하고 있다. OGC에서도 이러한 공간데이터 모델로 OGC Simple Feature Geometry 모델을 제시하고 있다[1]. 대용량의 방대한 자료처리를 기본으로 하는 지리정보시스템에서는 그 시스템의 성능 및 다양한 분석 기능이 필수적이며, 이러한 요구사항을 위해서 많은 연구가 활발히 진행되어 왔다. 그 중, 가장 기본적인 공간데이

터 모델은 공간상에서 존재하는 기하학(Geometry) 정보와 위상(Topology) 정보를 모두 지원해야 한다 [3,4]. 특히 전력 배전, 파이프라인 네트워크, 전화 통신망 관리 등 네트워크 구조를 갖는 시설물에 대한 분석기능이 지원되기 위해서는 위상정보의 저장 및 관리가 필수적이다[4,8]. 즉, 다양한 분석기능을 제공해야만 하는 지리정보시스템 및 하부 공간데이터베이스 관리시스템에서는 기하정보의 관리를 위한 기하데이터 모델뿐만 아니라 위상데이터모델 또한 지원되어야만 한다. 개방형 GIS 컴포넌트에서는 이기종간의 지리정보공유를 위하여 Simple feature geometry데이터 모델을 표준으로 제정하여 사용하고 있다. Geometry 모델은 단순기하를 위한 공간데이터 모델이다. 앞서 살펴 보았던 네트워크 분석 컴포넌트, 3D Tin 분석 컴포넌트에서 사용되어지는 공간 객체들은 이러한 단순 기하 모델을 이용하여 표현되어 질 수 없을 뿐더러, 이기종간의 GIS엔진으로부터 기본적인 binary stream으로 전송되어 질 수 없다. 그러므로 개방형 GIS 컴포넌트에서 기본 데이터 모델인 geometry를 확장한 geometry+ 모델을 정의하고 컴포넌트로 개발되어져야만 한다. 이러한 geometry+에는 위상정보를 표현할 수 있는 데이터 모델이 포함되어져야 하며, 다양한 분석 컴포넌트에서의 다양한 공간데이터를 표현할 수 있도록 고려되어진 기본 위상모델을 지원하여야 한다.

5.1 OGC Simple Geometry 모델

OGC에서 제시한 Simple Feature Geometry 모델은 〈그림 8〉과 같다. 이기종간의 공간 자료의 상호운용을 할 수 있는 기본 기하모델로서 실제 구현한 Simple Feature Geometry 컴포넌트에서는 point, lineString, polygon, multipoint, multiPolygon, multiLineString, GeometryCollection의 기하 공간 객체가 생성되어 사용되어 지며, 8가지의 공간관계 분석과 8가지의 공간연산자를 지원하고 있다.

이러한 기하모델에서는 위상정보가 전혀 포함되어 있지 않기 때문에 위상(공간)관계 분석을 연산자로 정의하고 있다. 사실, 간단한 형태의 위상정보 추출은 이러한 기하정보를 기반으로 공간연산을 수행하여 얻어낼 수 있지만 복잡한 또는 방대한 자료에 의한 위상정보의 추출은 성능을 저하 시킬 수가 있다. 예를 들자면 네트워크 분석을 위해서 연결성(connectivity)을 검사하는데 매번 각각의 노드에 대해서 전체를 대상으로 연결성을 검사한다는 것은 성능면에서 큰 손실이 아닐 수 없다.



〈그림 8〉 Geometry Object 모델

5.2 공간분석을 위한 위상 모델

Simple geometry 모델에 어떠한 형태의 위상모델은 상호 연동이 되어 설계되어 질 수 있다. Geometry와의 연동은 필수적이며 또한 다양한 분석을 위한 모델의 확장 또한 중요하다. Geometry와의 연동은 위상정보가 전혀 없는 데이터로부터 위상정보를 구축하기 되면 원래의 정보가 손실될 수가 있다. 그러므로 위상정보를 구축한 후 기존의 geometry정보와 topology정보는 반드시 연계성(association)을 가져야만 한다.

5.2.1 단순위상모델

Simple feature geometry 모델과 연동될 수 있는 가장 간단한 형태의 위상 모델은 〈그림 9〉와 같다. 원시 데이터로부터 위상레벨 2에 해당하는 Planar-Graph를 형성하여 위상 정보를 구축하게 된다[5,10]. 조금 더 복잡한 위상레벨의 정보를 구축할 수도 있지만, 시스템의 성능 또는 용도에 맞게 선택을 할 수가 있다.

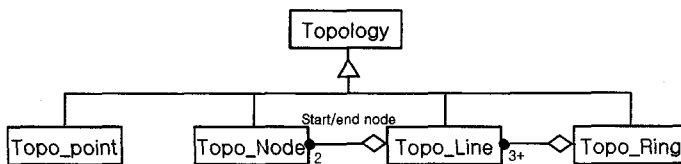
기본적으로 Point, Node, Line, Ring의 객체로 이루어지며 각 객체사이에 위상정보를 포함하게 된다. 또한 최상위 위상객체(Topology)는 geometry의 최상위 기하객체(Geometry)와 연관관계(association) 정보를 포함하고 있게 된다. 이러한 가장 간단한 형태의 위상모델을 설계한 후 다양한 공간분석에 해당하는 분석모델로의 확장이 가능하게 된다.

5.2.2 네트워크 분석을 위한 위상모델

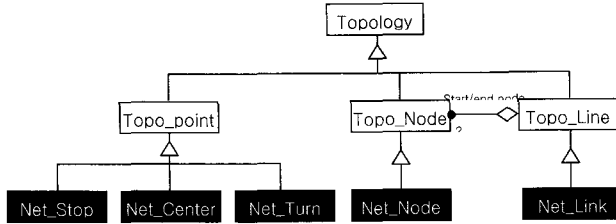
네트워크 분석을 위한 데이터 모델은 〈그림 10〉과 같다. 기본적인 위상데이터 모델로부터 4장에서 살펴보았던 네트워크 분석을 위한 공간 객체인 Stop, Turn, Center, Node, Link를 상속하여 분석을 위한 기본 데이터를 생성하게 된다. 네트워크 분석 컴포넌트가 자체적인 데이터 모델을 포함하고 있을 때, 개방형 GIS 컴포넌트와의 상호 연동은 기본적으로 불가능하게 되며 이를 위해서 네트워크 분석 컴포넌트의 데이터 모델을 기본 위상 모델에 포함 시켜야만 하는 것이다. 즉, geometry 컴포넌트, topology 컴포넌트를 두고서 공간분석 컴포넌트는 이러한 공간데이터 모델 컴포넌트와 상호 연동이 가능하게 되는 것이다. 본 논문에서는 topology 컴포넌트를 geometry+ 컴포넌트라고 칭한다.

5.2.3 3D Tin 분석을 위한 위상 모델

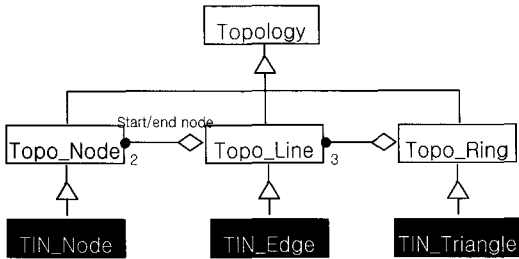
마찬가지로 TIN 분석 컴포넌트에 포함되어 있는 공간객체 또한 기본 위상 모델에서 상속 받아 사용되어 질 수 있다. Geometry+ 컴포넌트에는 TIN분석을 위한 공간 객체인 Node, Edge, Triangle을 상속에 의해서 존재하게 된다.



〈그림 9〉 Topology Object 모델



〈그림 10〉 네트워크 분석을 위한 위상데이터 모델



〈그림 11〉 3D Tin 분석을 위한 위상데이터 모델

5.3 위상정보 생성기 컴포넌트

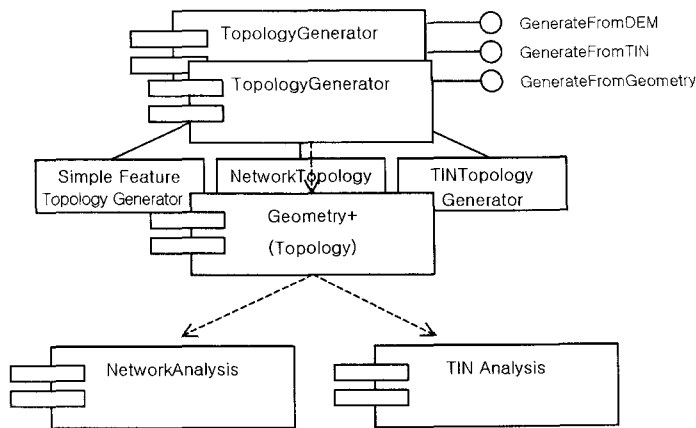
위상정보는 위상정보가 없는 기하정보로부터 구축 (build)하여야 한다. 네트워크 분석을 하기 위해서는 연결성 정보가 반드시 구축되어져 있어야 한다. 기하데이터는 그러한 연결성 정보를 기본적으로 제공하지 않기 때문에 연결성의 정보를 가질 수 있도록 위상정보를 구축하여야 한다. 또한 TIN분석을 하기 위해서는 등고선(contour), 또는 DEM과 같은 데이터로부터 TIN분석과 관련된 위상 정보를 구축하여야만 한다. 위상정보생성기 컴포넌트는 이러한 위상정보가 없는 정보로부터 위상 정보를 생성하는 컴포넌트이다. 위상

정보생성기 컴포넌트는 〈그림 12〉와 같다. 위상정보생성기 컴포넌트는 위상정보가 없는 데이터로부터 위상객체를 생성하기 위한 3가지 인터페이스를 제공하고 있다. Geometry정보로부터 네트워크, Tin(contour의 경우) 분석을 위한 위상 정보를 생성하는 인터페이스와 DEM 또는 또 다른 형태의 Tin정보로부터 Tin 분석을 위한 위상 정보를 생성하는 인터페이스가 있다. 각각의 인터페이스로부터 받아들인 자료들은 Simple Feature Topology 생성기, Network Topology 생성기, Tin Topology 생성기 컴포넌트 오브젝트로부터 해당하는 위상 정보를 구축하여 5.2절에서 살펴보았던 공간분석을 위한 위상 공간 객체들을 생성하게 된다.

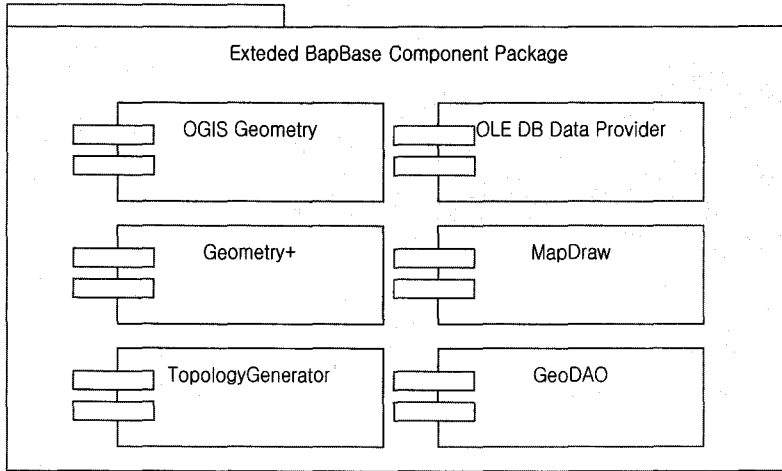
위상정보생성기 컴포넌트를 통해서 생성되어진 위상정보는 Geometry+컴포넌트가 관리하게 되고 각각의 네트워크 분석, TIN 분석 컴포넌트는 Geometry+컴포넌트의 공간객체를 이용하여 실제 분석을 수행하게 된다.

5.4 확장된 Mapbase 컴포넌트

개방형 GIS 컴포넌트에서의 핵심공동 컴포넌트



〈그림 12〉 위상정보 생성기 컴포넌트



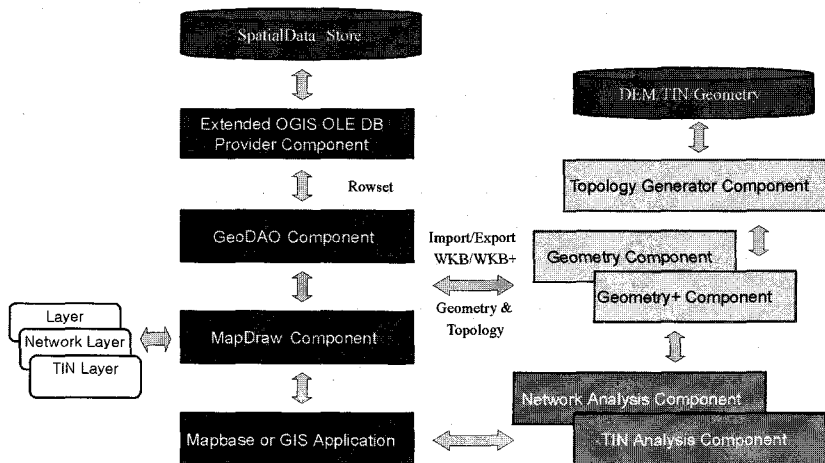
<그림 13> 확장된 Mapbase 컴포넌트 패키지

(Mapbase)의 확장된 형태인 컴포넌트 패키지는 <그림 13>과 같다. 기존의 MapDraw 컴포넌트, 데이터 제공자 컴포넌트, GeoDAO 컴포넌트, Geometry 컴포넌트에 위상정보를 생성하고 관리하기 위한 Geometry+ 컴포넌트, TopologyGenerator 컴포넌트가 추가되었다. 이러한 확장된 Mapbase 패키지를 바탕으로 하여 다양한 분석 컴포넌트가 개발되어질 수 있고, 다양한 응용 컴포넌트 또는 응용 시스템을 개발할 수 있다.

위상정보를 구축하지 않고 데이터 제공자 컴포넌트에서 이미 구축되어 있는 위상정보의 제공이 지원된다면, 위상정보 생성기 컴포넌트를 거치지 않고

geometry+의 공간 객체들을 바로 생성할 수 있게 된다. 데이터 제공자 레벨에서의 이러한 확장된 기능이 존재한다면 WKB(Well Known Binary) 또한 확장해야 할 필요가 있다. 즉, 기하정보뿐만 아니라, 위상정보의 자료전달을 위한 확장된 WKB(WKB+)를 제공해야만 한다.

확장된 Mapbase 구조에서는 자료의 흐름은 <그림 14>과 같다. 리모트 서버에 있는 공간데이터 엔진 또는 데이터베이스에서 데이터제공자 컴포넌트를 통하여 Rowset형태의 자료를 가지게 된다. 이러한 Rowset 형태의 자료는 GeoDAO컴포넌트에서는 이중 WKB 또는 WKB+ 형태의 공간정보를 Import/Export하여



<그림 14> 확장된 Mapbase 컴포넌트에서의 자료 흐름

실제 상위 컴포넌트에서 사용되어지는 geometry, topology 또는 분석을 위한 공간 객체형태로 변환하여 전달하게 된다. 이때 위상정보의 경우는 geometry 정보로부터 위상정보 생성기 컴포넌트에서 위상객체를 생성하는 경우가 있고 또는 데이터 제공자로부터 자료를 받지 않고 로컬 DEM/TIN/Geometry정보를 입력으로 받아서 Geometry+ 컴포넌트의 공간 객체들을 생성할 수도 있다. 상위 레벨에서는 이러한 geometry, topology공간객체를 이용하여 디스플레이 / 분석 등의 기능을 수행하게 된다. 상위 MapDraw 컴포넌트에서는 GeoDAO로부터 공간객체와 비공간속성을 포함하고 있는 Recordset형태의 자료를 받게 된다. 이때 레이어라는 객체집합을 이용하게 된다. 확장된 MapDraw 컴포넌트에서는 기존의 레이어와, 네트웍 분석과 관련된 레이어, TIN분석과 관련된 레이어 정보를 포함 할 수가 있게 된다. 각각의 응용분야에 따라 사용되어 지는 레이어를 선택하게 되고 디스플레이, 공간 분석을 수행 할 수가 있다. 또는 네트웍, TIN 분석 컴포넌트만을 이용해서도 다양한 응용 시스템을 개발할 수가 있다.

6. 결론

본 논문에서는 컴포넌트 기반 지리정보시스템에서의 공간분석 컴포넌트 연동에 대하여 살펴보았다. 네트웍 분석 컴포넌트와 3D TIN 분석 컴포넌트를 설계 및 구현하였다. 기존에 나와있는 시스템에 포함되어 구동되는 분석 기능이 아닌 컴포넌트 기반으로 개발하여 상호운용성과 재사용성을 최대한 극대화 시켰고, 각각의 분석을 위한 데이터 모델 및 분석을 위한 연산자를 정의하였다. 또한 기존의 개방형 지리정보시스템에서 공간데이터 모델로 사용하고 있는 Geometry 컴포넌트의 확장에 대해서도 살펴 보았다. 지리정보시스템에서 사용되어지는 기본 데이터는 기하 데이터 뿐만 아니라 위상 데이터 또한 중요한 정보이기 때문에 반드시 관리되어야 한다. 그러므로 기존의 Geometry 모델의 확장 모델인 Geometry +모델에 대하여 설계를 하였다. Geometry+ 모델은 단순위상모델을 지원하고 있으며, 이러한 단순위상 모델은 원시 Geometry의 모델과 상호 연동이 된다. 그리고 이러한 단순위상 모델을 확장하여 다양한 분석을 지원할 수 있는 객체들을 상속을 받아서 생성하게 된다. 이렇게 하였을 경우 개방형 지리정보시스템 컴포넌트에서는 기본 데이터 모델인 geometry 컴포넌트, geometry+ 컴포넌트, 그리고 위상정보를 생성할 수

있는 생성기 컴포넌트가 확장되어 존재하게 되며 타 응용 컴포넌트 또는 분석 컴포넌트는 이러한 기본 컴포넌트와 연동이 되어져서 구동이 될 수 있다. 향후에는 핵심공통 컴포넌트에서의 확장 뿐만 아니라, 데이터 제공자 컴포넌트까지 확장을 하여 다양한 분석 정보를 제공자를 통해서 전달할 수 있고, 또한 geometry+ 컴포넌트를 더욱 더 확장하여 다양한 분석 모델을 설계 및 구현하여 다양한 서비스를 제공해야 한다.

참고문헌

- [1] OpenGIS Consortium, Inc., The OpenGIS Simple Feature Specification for OLE/COM Revision 1.1, 1999
- [2] OpenGIS Consortium, The OpenGIS Abstract Specification, Topic 1 : Feature Geometry, 1999
- [3] R. H. Gutting, An Introduction to Spatial Database Systems, The VLDB Journal, Vol. No.3, 1994
- [4] M. J. Egenhofer and A. U. Frank and J. P. Jackson, A Topological Data Model for Spatial Databases. Design and Implementation of Large Spatial Database. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 409, pp271 - 286, Springer-Verlag, New York, NY, June 1989.
- [5] M. F. Worboy, A Generic Model for Planar Geographical Objects, Int. J. of Geographic Information Systems, Vol. 8, No.2, pp129 - 142, 1993
- [6] DGIWG DIGEST-digital geographic information-exchange standards-edition 1.1 technical report, defence Mapping Agency, USA, Digital Information Working Group, October, 1991
- [7] Min-Soo Kim, Jong-Hun Lee, Development of OLE/COM-Based Data Provider Component Using RDBMS Based on Distributed Computing Environment, proceedings of International Symposium on Remote Sensing 2000, pp 327 - 331, Nov. 2000.
- [8] Haeock Choi, Kwang-Soo Kim, Do-Hyun Kim, Jong-Hun Lee, Extensions of Simple

Features Geometry for Network Model, Proceedings of International Symposium on Remote Sensing 2000, pp 613-617, Nov. 2000, Kyoungju, Korea.

- [9] 김민수, 이기원, 이종훈, RDBMS를 이용한 개방형 GIS OLE DB 제공자 컴포넌트의 설계 및 구현, 한국정보처리학회지, 제7권 제2호 pp. 67-70, 2000.
- [10] 민경욱, 이기준, 공간데이터베이스시스템과 통합된 위상정보구축기, 한국정보과학회 학회지, Vol. 24, Num. 2, pp. 249-252, 1997.
- [11] ESRI, ArcInfo User Manual(Help), ESRI
- [12] Leila De Floriani, Paola Magillo, Visibility Algorithms On Triangulated Digital Terrain Models, IJGIS94



민 경 욱

1996년 부산대학교 졸업(학사)
 1998년 부산대학교 전산학과 졸업
 (석사)
 1998년 ~ 2000년 중앙항공지리정보연구소 연구원
 2001년~ 현재 한국전자통신연구원
 GIS연구팀 연구원

관심분야: 4S, LBS, GML 등



장 인 성

1999년 부산대학교 졸업(학사)
 2001년 부산대학교 전산과 졸업
 (석사)
 2001년~현재 한국전자통신연구원
 GIS연구팀 연구원
 관심분야: GIS, LBS, GML 등



이 중 훈

1981년 연세대학교 졸업(학사)
 1984년 연세대학교 졸업(석사)
 1997년 Cornell University 졸업
 (석사)
 1990년 Cornell University 졸업
 (박사)
 1990년~현재 한국전자통신연구원
 GIS연구팀 책임연구원

관심분야: GIS, ITS, GPS, XML, GML, LBS 등