

수치지도를 위한 피쳐 기반 공간자료 관리 시스템 설계†

Design of a Feature-based Spatial Data Management System for Digital Map

지정희*, 김승관**, 류근호***, 김명준****

Jeong-Hee Chi, Seung-Kwan Kim, Keun-Ho Ryu, Myung-Jun Kim

요약 각종 공간자료는 지리정보시스템을 통해 공간과 관련된 의사결정에 활용된다. 공간자료는 데이터양이 방대하고 제작 및 갱신에 많은 비용과 시간이 소요되어 별도의 공간자료 관리시스템을 이용하여 유지하고 관리해야 한다. 기존의 수치지도를 위한 공간자료 관리시스템은 공간자료를 도엽(Tile)이라는 일정한 단위로 구분하여 관리하였다. 그러나 도엽기반 공간 정보 관리 시스템은 구현은 용이하나, 도엽 내에 포함된 지형자료를 직접 공간자료로 저장하거나 관리할 수 없는 문제점을 가지고 있다.

따라서 이 논문에서는 지형지를 단위로 공간자료를 저장하고, 관리하며 변동 사항에 대한 신속한 수정이 가능한 수치지도를 위한 피쳐기반 공간자료 관리시스템을 제시한다. 제시되는 피쳐기반 공간자료 관리시스템은 피쳐 단위의 데이터 구축, 관리, 제공 및 갱신 기능을 지원하며, 기존 도엽기반 공간자료 관리시스템에서 지원하지 못했던 단일 원점좌표 전환, UFID 생성, 지형지물 통합, 지형지물 분할 및 메타데이터 입력을 가능하게 하였다. 제시된 수치지도를 위한 피쳐기반 공간자료 관리시스템은 공간자료의 유지, 관리를 용이하게 할 수 있으며 가공과 활용에 있어서도 효율성을 높일 수 있다.

Abstract Various spatial data are utilized, through geographic information system, for the process to make a decision related to space. Generally, spatial data is large in quantity and it costs high and takes quite a long time for producing and maintaining it. An existing spatial data management system, tile-based one, for digital map manages spatial data being separated by a uniform data unit called tile. These systems can be implemented easily but have many problems such as they can directly store and manage feature included in tile.

Therefore, in this paper, we suggest a feature-based spatial data management system for digital map. The proposed system is able to store and manage spatial data in the unit of feature directly. Hence this system is able to immediately update any change in the data and to supply users with the updated data without any delay. The proposed system can not only support a function of data input, management, supplying and update but also support unity origin coordinate conversion, UFID creation, feature unifying, feature dividing and metadata input which is not supported by the existing tile-based system. The proposed system can easily manage spatial data and can increase efficiency in processing and application.

주요어 : 수치 지도, 공간 자료, 공간자료 관리 시스템

KeyWords : Digital Map, Spatial Data, Spatial Data Management System

1. 서론

공간자료 관리시스템이란 지리정보시스템을 통해 활용되는 각종 공간자료를 관리하는 시스템이다. 공간자

료는 제작과 수정에 많은 비용과 시간이 소요되는 자료이므로 이를 체계적으로 저장하고 관리하여 변동사항에 대한 신속한 수정과 수요자에 대한 원활한 공급을 지원하는 공간자료 관리시스템의 역할은 매우 중요하다. 주

† 이 연구는 정보통신부 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 연구비 지원으로 수행되었음.

* 충북대학교 대학원 전자계산학 박사

** 건설교통부 국토지리정보원

*** 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수

**** 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수

jhchi@dblab.chungbuk.ac.kr

cjsendto@mocet.go.kr

khryu@dblab.chungbuk.ac.kr

mjkim@chungbuk.ac.kr

된 공간 자료로 사용되고 있는 수치 지도는 컴퓨터를 이용하여 생성된 지도로서 도형자료와 관련된 속성을 함께 지닌 지도이며, 항공측량에 의하여 형상에 대한 위치형상을 데이터로 나타내기 위해 수치화시킨 지도로서 다양한 분석과 활용이 가능하며, 지리정보시스템과 공간 데이터베이스에서 널리 활용되고 있다[1].

수치지도를 위한 공간자료의 관리방식은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 도엽기반 공간자료 관리시스템은 관리의 대상이 되는 전체 공간자료를 도엽이라는 일정한 단위로 구분하여 관리하는 시스템이다. 반면에 피처기반 공간자료 관리시스템의 경우는 도엽에 제한 받지 않고 데이터베이스 관리 시스템을 통해 개개의 지형지물을 직접 관리하는 시스템이다. 그러나 현재의 수치지도들을 위한 관리 시스템은 도엽기반 공간자료 관리시스템만을 지원하여 피처단위의 데이터 구축, 관리, 제공 및 갱신이 불가능하며, 이로 인해 데이터의 가공과 활용에도 제한을 받는다.

따라서 이 논문에서는 수치지도들을 위한 피처기반 공간자료 관리시스템을 제시한다. 제시되는 피처기반 공간자료 관리시스템은 관리의 대상이 되는 수치지도 Ver2.0과 기본지리정보의 특성을 시스템측면에서 분석한 후 이를 토대로 필수기능의 세부사항을 설계한다. 또한, 제시된 시스템의 검증을 위해 상용 지리정보 시스템 플랫폼 상에 구현하여 결과를 평가한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 공간자료 관리시스템에 관한 기존 연구에 대해 검토한다. 제 3장에서는 피처기반 공간자료 관리시스템의 기능을 설계하고, 제 4장에서는 설계된 사항을 상용 지리정보 시스템 플랫폼 상에서 구현하고 평가를 실시한다. 끝으로 제 5장에서 결론을 도출한다.

2. 관련연구

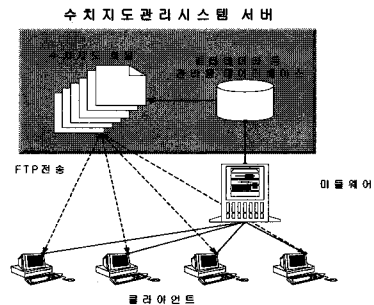
2.1 수치지도 관리 시스템

최근 여러 선진국에서는 지형지물단위로 지리객체를 관리하기 위한 시스템을 계획 중이거나 연구단계에 있다[2],[3]. 특히 영국의 Ordnance Survey에서는 지형지물단위로 공간자료를 관리하는 OS Master Map[4]이라고 하는 시스템을 개발하여 운용중이다. 이 시스템은 NTF(National Transfer Format) 파일 포맷을 기반으로 실세계를 line, point, symbol, text 등

으로 데이터베이스화하여 지도 제작뿐만 아니라 다양한 응용에 적용할 수 있는 기반 환경을 제공해 주고 있다. 국내에서도 몇몇 연구가 수행되었지만 객체기반으로 전환하기가 어려운 공간자료를 이용하였거나 단순한 기능만을 제공하여 실제로 활용 가능한 완성된 시스템으로는 제시하지 못하였다[5]. 다른 연구에서는 지리정보시스템에 필요한 일반 사항에 관한 연구가 대부분이고 실제 공간자료의 관리에 필요한 기술은 연구되지 않았다[6],[7],[8],[9],[10]. 이 논문에서는 국토지리정보원에서 수치지도들을 저장, 관리하기 위해 사용하고 있는 수치지도 관리 시스템에 적용할 수 있는 공간자료 관리 시스템을 설계한다.

수치지도 관리시스템은 도엽기반 공간자료 관리시스템으로써 <그림 1>과 같이 관리의 대상이 되는 수치지도들을 대용량 서버의 디스크 기억장치에 파일형태로 저장하고 그 메타데이터는 관계형 데이터베이스 시스템에서 관리하는 비교적 간단한 구조로 이루어져 있다[11].

수치지도 관리시스템은 수치지도 관리에 직접적으로 필요한 '자료 검색 및 조회', '수치지도 저장 및 공급' 기능 외에도 사업용역 관리, 품질평가 관리 등으로 구성되어 있다. 수치지도Ver1.0은 DXF파일 포맷을 바탕으로 제작되었고, 수치지도 관리시스템은 각 도엽을 개개의 DXF파일로 저장 관리하는 구조이다. 이 때문에 수치지도 관리시스템은 공간자료를 DXF 파일포맷으로 관리하거나, 도엽단위로 관리함으로써 문제점을 발생시키고 있다[12]. 먼저 DXF 파일포맷 때문에 발생하는 문제는 자료의 형식적 측면, 공간 계층의 관리 측면, 공간 객체간의 관계 측면, 공간객체의 표현측면에서 관리하기 어렵다는데 있다. 또한 도엽단위로 관리할 경우 데이터의 무결성 보장이 어렵고 도엽내의 공간자료의 일부분이 변경되어도 도엽 전체를 변경시켜야 하는 저장 방식상의 비효율성을 초래한다는 문제점을 갖는다.

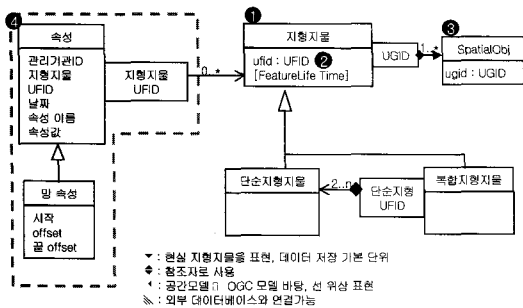


<그림 1> 수치지도관리시스템 구조

수치지도Ver. 2.0은 기존의 수치지도가 가지고 있는 논리적인 모순 및 기하적인 문제점이 제거되고, 기본 지리정보 구축에 기반이 되며, 최소한 또는 편집과정 없이 위상구조를 구축할 수 있는 타일 기반의 벡터형 공간자료이다. 수치지도Ver.2.0에서 공간객체의 데이터모델은 OpenGIS의 Simple Feature Geometry[13]를 기초로 한 데이터 모델이다. <그림 1>은 이러한 수치지도 관리 시스템의 일반적인 구조를 나타낸다.

2.2 기본 지리 정보

기본 지리 정보는 다른 지리정보에 공통적으로 포함되어 있거나, 여러 지리정보를 통합하기 위해 위치적 혹은 내용적 참조체계를 제공하는 지리정보이다. 여러 지리정보를 구축하거나 활용할 때 공통적으로 요구되거나 참조되는 기본 데이터, 그리고 기본지리정보의 구축 및 유지관리, 통합, 속성 데이터간의 연결방안을 지원할 수 있는 방법을 제공한다. <그림 2>는 객체지향 모델링 방식으로 나타낸 기본지리정보의 전체 개념모델을 나타낸다. 기본 지리 정보는 기본 지리정보 데이터 셋, 지형지물 유일 식별자 그리고 데이터모델로 구성된다.



<그림 2> 기본지리정보 전체 데이터모델 다이어그램(개념모델)

기본 지리 정보 데이터 셋은 많은 사용자들이 요구하는 공통 데이터, 다른 데이터를 표현할 때 참조되어지는 참조 데이터, 위치 기준이 되는 데이터들로 구성되어 있다. 지형지물 유일 식별자는 각 지형지물은 공간적 위치를 나타내는 공간적 데이터와 실제세계에서 부여되는 의미를 표현하는 속성데이터로 구성된다. 그리고 지형지물에 대한 식별자가 반드시 있어야 하며, 공간데이터와 비 공간데이터의 연결하거나 지형지물에 대한 참조할 때 이용된다. 데이터 모델은 기본지리

정보를 위한 데이터모델은 크게 공간적 데이터모델과 지형지물 데이터모델로 나누어진다. 공간적 데이터모델은 다시 기하적 데이터모델과 위상적 데이터모델로 나누어진다. 지형지물 데이터모델은 공간적인 연관이 아닌, 지형지물들 사이의 연관관계 등을 서술할 때 이용된다. 기본지리정보 데이터모델은 가능한 단순하여야 한다. 복잡한 데이터모델은 응용분야에서 이를 참조하고 이용할 때, 불일치나 호환성의 문제가 발생할 수 있기 때문이다.

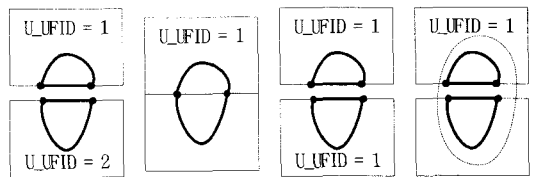
3. 피쳐기반 공간자료 시스템 설계

3.1 시스템 기능 설계

공간자료 관리시스템의 목표는 공간자료에 대한 품질관리 지원과 신속한 변동사항 수정, 사용자에 대한 원활한 공급을 통하여 공간자료의 신뢰성과 활용도를 제고하는 것이다. 이를 위해서 공간자료 관리시스템은 현재성, 연속성, 일관성을 확보하여야 한다. 피쳐기반 공간자료 관리시스템은 지형지물단위로 정보를 관리하기 때문에 이들 목표에 있어 도엽단위 공간자료 관리시스템에 비해 높은 기대치를 설정할 수 있고 더 많은 기능을 수용할 수 있다.

3.1.1 지형지물 통합

수치지도Ver.2.0에서는 하나의 거대한 지형지물이 여러 도엽의 범위에 걸쳐 존재하는 경우 각각 별개의 부분적인 지형지물들로 분리되어 입력된다. 피쳐기반 공간자료 관리시스템이 연속성을 가지고 지형지물을 표현하려면 분리된 지형지물들을 하나로 인식하여 결합시키는 처리능력이 필요하다. 통합작업의 세부과정은 대상도엽 선택, 후보 객체 선택, 후보 객체 매칭, 수작업 검증, 예비통합, (완전)통합의 순서로 진행된다. <그림 3>은 지형지물 통합 개념을 보여주고 있다.



작업전 병합 후 예비통합 후 (완전)통합 후
<그림 3> 통합, 예비통합, (완전)통합의 개념

대상 도엽의 선택은 동시성 제어 등의 복잡한 문제를 피하고 용이한 구현을 위해 통합작업은 동시에 오직 두 도엽 만 가능하도록 제한한다. 각 도엽은 최대 “좌하, 좌, 좌상, 상, 우상, 우, 우하, 하” 각면에 대한 통합작업여부와 인접 도엽 유무에 관한 정보를 가지도록 한다. TileSides는 통합작업을 위한 인접도면의 방향을 나타내고, Done 정보는 인접도면과 통합작업이 수행되었거나(Already), 아직 수행되지 않았거나(Yet) 또는 조건에 맞지 않음(NotTerm)을 나타낸다.

TileSides : <LeftDown, Left, LeftUp, Up, RightUp, Right, RightDown, Down>

Done = {Yet, Already, NotTerm}

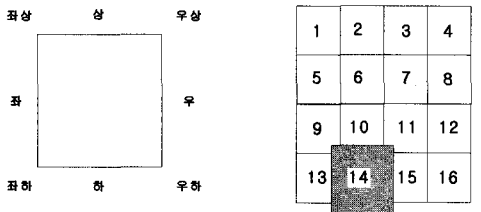
주 도엽과 인접도면 사이에 한 면이라도 통합작업을 실시해야 할 필요가 있는 경우에 한하여 선택될 수 있다. 이를 조건으로 표현하면 다음과 같다.

MainTiles = {(Tile, TileSide) | ∃ Tile.TileSide = Yet}

주(主)가 되는 도엽과 주 도엽에 인접 도면인 부(副) 도엽이 한쌍으로 선택된다.

SelectedTiles = { (MainTile, SubTile) | MainTile ∈ MainTiles ∧ SubTile.Include (MainTile.TileSide)}

주 도엽이 두 도엽이상일 때는 도엽번호순으로 선택된다.



- 각면에 대한 작업여부관리
- 미작업 : 통합작업필요
 - 작업완료
 - 인접도엽 없음

<그림 4> 작업 대상 도엽 선택

먼저 두 도엽의 공통이 되는 도곽선은 두 도엽의 도곽선을 매개변수로 하는 기하연산[14]을 통해 추출하여 CommonTileLine이라고 한다. 이때 도엽 간 경계선 추출에 있어 각 도엽들은 하나의 도곽선만을 가져

야 하고 두 도엽의 경계선은 정확하게 일치하여야 한다. 이를 만족하지 못하면 통합작업을 취소하고 오류 보고서를 출력하여 오류사항을 수정한 후 다시 작업을 실시하여야 한다.

다음은 주도엽과 부도엽의 경계선을 추출하여 이 경계선과 특정한 공간적인 관계를 가지는 지형지물을 선택한다. 후보 주(主) 지형지물과 후보 부(副) 지형지물의 선택은 다음과 같다. 주(主) 도엽에 속하는 지형지물들은 후보 주(主) 지형지물 군이 되고, 부(副) 도엽에 속하는 지형지물들은 후보 부(副)지형지물 군이 된다. 주 지형지물과 부 도엽에 속하는 지형지물을 표현하면 다음과 같다.

MainFeatures = {MainFeature | (MainTile,SubTile) ∈ SelectedTiles ∧ MainTile.Include(MainFeature) ∧ (SpatialPredicate == True)}

SubFeatures = {SubFeature | (MainTile, SubTile) ∈ SelectedTiles ∧ SubTile.Include(SubFeature) ∧ (SpatialPredicate == True)}

여기서 SpatialPredicate는 지형지물의 공간객체 데이터형식에 따라 다음과 같다. Point형식 공간객체는 선택된 두 도엽의 경계선 상에 존재하거나 일정거리 내에 있어야 한다. 다음 프레디카트는 점 공간 프레디카트를 나타낸다.

PointSpatialPredicate : Features.SpatialObject.type == Point ∧ (CommonTileLine.contains(Features.Spatial-Object) ∨ CommonTileLine.distance(Features.Spatial-Object) ≤ limitDistance)

PolyLine형식 공간객체는 선택된 두 도엽의 경계선 상에 End Point가 존재하여야 한다. 다음 프레디카트는 선 공간 프레디카트를 나타낸다.

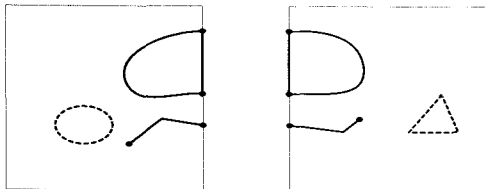
PolyLineSpatialPredicate : Features.SpatialObject.type == PolyLine ∧ CommonTileLine.contains (Features.-SpatialObject.EndPoint)

Polygon형식 공간객체는 선택된 두 도엽의 경계선과 접하고 그 형성되는 공간객체가 PolyLine형식이어야 한다. 기하연산을 통해 두 도엽의 경계선과 Polygon형식 공간객체를 매개변수로 하여 새로운 공간객체 TouchedObject를 생성하면 다음과 같다.

PolygonSpatialPredicate : Features.SpatialObject.type == Polygon ^ (makeTouchedObject(CommonTileLine, Features.SpatialObject)).type == PolyLine

<그림 5>에서 실선으로 표시된 지형지물들이 후보 지형지물들이 된다. “후보 지형지물의 매칭”과정은 Spatial Join을 이용해야 한다[15]. Spatial Join의 Predicate는 후보 주 지형지물 군과 후보 부 지형지물 군내에서 서로 짝을 이뤄 같은 레이어이면서 아래의 조건을 모두 만족하는 것이다. 먼저 두 후보지형지물의 데이터형식이 동일해야 한다. 주도엽과 부도엽의 타입과 속성이 같아야 한다. 이는 다음과 같이 표현될 수 있다.

MainFeature.type == SubFeature.type
MainFeature.Attribute == SubFeature.Attribute

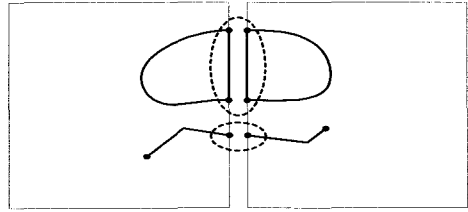


<그림 5> 후보 지형지물의 선택

지형지물들의 공간객체 데이터형식에 따라 조건은 다음과 같다. Point형식 공간객체는 그 위치가 서로 일치하거나 일정 거리 내에 있어야 하고, PolyLine형식 공간객체는 그 형성된 End Point가 서로 일치하거나 일정 거리 내에 있어야 한다. 그리고 Polygon형식 공간객체는 그 형성된 두 Line의 Start Point사이와 End Point사이에 각각 짝을 이뤄서 일치하거나 일정 거리 내에 있어야 한다. 이 조건은 다음과 같이 표현될 수 있다.

```
{(MainFeature, SubFeature) |
MainFeature.SpatialObject.distance(SubFeature.SpatialObject) ≤ LimitDistance}
{(MainFeature, SubFeature) |
MainFeature.SpatialObject.distance(MainFeature.SpatialObject.EndPoint,
SubFeature.SpatialObject.EndPoint) ≤ LimitDistance}
{ (MainFeature, SubFeature) |
(makeTouchedObject(CommonTileLine, MainFeature
```

```
-SpatialObject)).StartPoint.distance((makeTouchedObject(CommonTileLine, SubFeature.SpatialObject)).StartPoint) ≤ LimitDistance ^ (makeTouchedObject(CommonTileLine, MainFeature.SpatialObject)).EndPoint.distance((makeTouchedObject(CommonTileLine, SubFeature.SpatialObject)).EndPoint) ≤ LimitDistance}
```



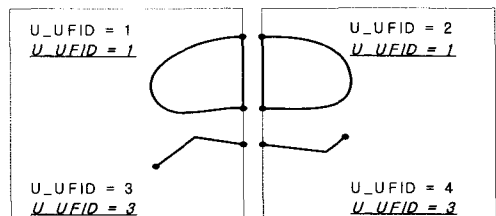
주도엽의 후보 지형지물 부도엽의 후보 지형지물

<그림 6> 후보 지형지물의 매칭

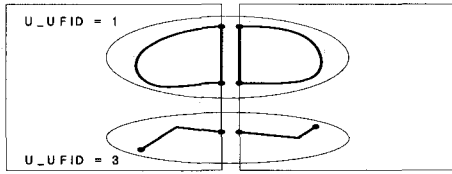
<그림 6>은 후보 지형지물들이 매칭 되는 예를 보여준다. 분석에서 한 쌍으로 매칭된 지형지물들 중 대응점이 정확하게 일치하면서 그 속성까지 같은 경우 외에는 모두 오류사항으로 출력되어야 한다. 결국 공간객체와 속성 값이 정확하게 입력된 경우만을 다음 단계로 전달시켜야 한다.

최종적으로 통합여부를 사용자가 직접 확인하여 결정하는 작업이다. 통합여부가 결정될 두 지형지물을 구성하는 공간객체들의 근접상황을 그래픽으로 보여주고 두 지형지물의 속성을 비교해서 보여주어야 한다. 동시성 제어 등의 복잡한 문제를 피하고 용이한 구현을 위해 통합작업은 동시에 오직 두 지형지물만 가능하도록 제한한다.

<그림 7>과 같이 부(副)가 되는 지형지물의 U_UFID 값을 주가 되는 지형지물의 값으로 변경시켜 주는 작업이다. 부가 되는 지형지물이 바뀌기 전의 U_UFID값을 가졌던 지형지물들의 U_UFID의 값도 동시에 변경시켜 주어야 한다.



<그림 7> 후보 지형지물의 예비 통합

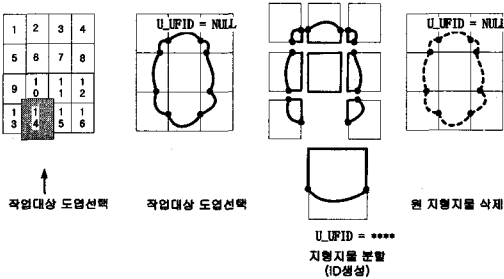


<그림 8> 후보 지형지물의 (완전)통합

통합되는 지형지물의 속성 값은 가장 늦게 입력된 부분 지형지물의 속성 값으로 한다. <그림 8>과 같이 통합되는 지형지물들이 가졌던 공간객체들의 U_UFID를 통합후의 지형지물이 집합(Set)으로 가지도록 만든다.

3.1.2 지형지물 분할

분할작업이란 저장방식의 일관성을 위해 여러 도엽에 걸쳐 있는 하나의 지형지물에 대해 도엽단위로 분리된 각각의 공간객체를 가진 여러 개의 부분적인 지형지물로 만드는 작업이다. <그림 9>와 같이 분할작업의 세부과정은 “대상도엽 선택, 지형지물 선택, 지형지물 분할”의 순서로 진행된다. 또한 분할작업이 완료된 지형지물들에 대해서는 반드시 통합작업을 다시 실시해야 한다.



<그림 9> 지형지물의 분할

분할작업은 동시에 오직 한 도엽 만 가능하도록 제한한다. 도엽별로 분할작업 여부에 관한 정보를 관리하여 분할이 안 된 도엽에 한하여 선택될 수 있도록 한다. 선택될 대상 도엽이 두 도엽이상일 때는 도엽번호순으로 선택된다. U_UFID에 NULL값이 들어있는 지형지물들만 선택한다. 선택된 도엽과 겹치는 지형지물들을 선택한다. 겹치면서 생성되는 지형지물의 공간객체가 분할되는 지형지물 자신과 같은 공간객체형식인 경우에만 선택한다.

- 점형식 지형지물과 도엽(면)이 겹칠 경우 : 점형식 지형지물만 생성됨

- 선형식 지형지물과 도엽(면)이 겹칠 경우 : 선형식 지형지물이 생성되는 경우만 선택되고 점형식 지형지물이 생성되는 경우는 취소됨
 - 면형식 지형지물과 도엽(면)이 겹칠 경우 : 면형식 지형지물이 생성되는 경우만 선택되고 선이나 점형식 지형지물이 생성되는 경우는 취소됨
- 지형지물의 분할은 다음의 세부순서대로 실시하여야 한다.

1. 선택된 지형지물이 선택된 도엽과 겹쳐서 생성되는 공간객체를 가지는 지형지물을 생성한다.
2. 분할 되기 전 즉 선택된 지형지물이 속성값을 생성된 지형지물에 그대로 복사한다.
3. 선택된 도엽의 도엽번호를 도엽번호 속성으로 부여한다.
4. Class별로 U_UFID에 Serial한 값을 부여한다.
5. 선택된(분할 된) 지형지물과 만나는 선택된 도엽들(겹치는 도엽들)에 대한 분할작업이 모두 끝났을 때는 마지막으로 선택된 지형지물(U_UFID에 NULL값을 가진 객체)은 삭제시킨다.

3.1.3 자료 추출

임의 조건을 만족하는 지형지물들을 추출하여 이를 가공한 후 물리적인 파일형태로 출력하는 작업이다. 자료추출은 지형지물검색, 가공, 출력의 세부과정을 거쳐서 이루어진다. 피처기반 공간자료 관리시스템이 다양한 자료제공방법을 지원하기 위해서는 먼저 다음의 지형지물검색 조건들을 지원해야 한다.

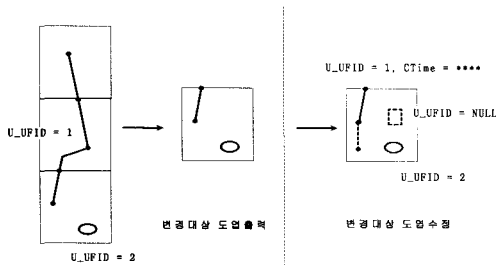
- 지형지물의 속성정보에 의한 검색
- 공간연산(위상 및 기하)에 의한 검색
- 다양한 수준의 메타데이터(도엽단위, 레이어단위 공간객체단위)에 의한 검색
- 복합검색(위의 조건을 동시에 조합)

앞에서 제시된 자료검색에 의해서 추출된 지형지물들을 여러 조건에 따라 가공하는 기능이 필요하다. 여기에는 몇 가지 세부기능이 포함되어야 한다. 임의 영역내의 지형지물을 출력할 경우에는 해당 지형지물들이 임의 영역을 벗어났을 경우에 지형지물들을 분할하여 경계선내에 부분만 출력할 것인지, 전체 지형지물을 모두 출력할 것인지 선택할 수 있어야 한다. 연속지도 출력을 위해 저장되어 있는 공간객체들을 병합하여 내부 공간객체들의 구분 없이 하나의 공간객체로 된 지형지물을 출력하는 기능이 필요하다. 피처기반 공간자료 관리시스템 내에서는 단일원점 좌표를

사용하지만 필요에 따라서 다시 데이터베이스 입력 전에 가지고 있던 좌표로 변환하여 줄 필요도 있다.

3.1.4 갱신 및 이력관리

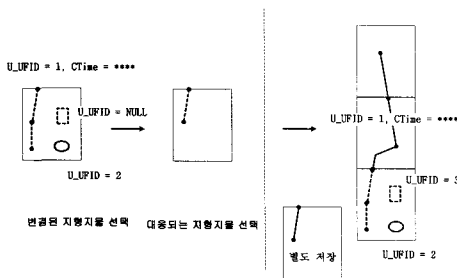
갱신범위는 도엽단위로 하고 동시에 오직 한 도엽씩만 갱신하도록 제한한다. 갱신과일을 통해서만 갱신이 가능한 것으로 제한한다. <그림 10>과 <그림 11>과 같이 “변경대상 도엽 출력, 변경대상 도엽 수정(외부), 변경도엽 입력”의 과정을 거친다. 변경대상 도엽 출력은 자료추출에서 도엽단위 출력기능을 이용한다. 여기서, C_Time은 새로운 버전의 지형지물이 입력된 시간을 나타내며, E_Time은 지형지물이 삭제될 때의 시간을 나타낸다.



<그림 10> 변경대상 도엽의 출력 및 수정

출력된 변경대상 도엽을 별도의 외부 S/W를 통해서 변경사항을 수정한다. 수정시 지켜야 할 원칙은 다음과 같다.

- 신규 객체에는 U_UFID를 부여하지 않는다.
- “속성이나 공간객체”가 변경되는 지형지물의 경우 U_UFID는 변경시키지 않고 C_Time속성을 작업하는 때의 일시로 입력한다.



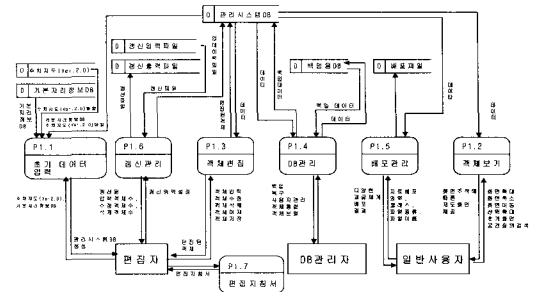
<그림 11> 변경도엽 입력

변경된 사항을 피쳐기반 공간자료 관리시스템의 데이터베이스에 실제 반영시키는 작업 과정은 다음과 같다.

1. 변경된 도엽에서 변경된 지형지물을 선택(C_Time 속성에 값이 있는 지형지물이나 U_UFID값이 NULL인 지형지물)한다.
2. 관리시스템 데이터베이스에서 1.의 변경된 지형지물과 대응되는 기존 지형지물을 검색(U_UFID값이 일치하는 지형지물)한다.
3. 2.번의 지형지물의 C_Time 속성값 설정, E_Time 속성 설정, 별도 보관영역으로 이동시킨다.
4. 1.번의 지형지물을 입력한다.
5. 신규 지형지물 검색(U_UFID값이 없는 지형지물)한다.
6. 5.번의 신규 지형지물 입력(신규 U_UFID 부여)한다.
7. 6.번의 신규 지형지물들만 통합작업 별도로 실시한다.

3.2 프로세스 설계

피쳐기반 공간자료 관리시스템은 도엽기반 공간 자료 관리시스템에서는 불가능했던 지형지물 통합, 지형지물 분할, 지형지물의 속성정보나 공간 연산에 의한 자료추출 그리고 피쳐의 갱신 및 이력관리를 가능하게 할 수 있다. 이러한 작업을 수행하기 위해 <그림 12>와 같이 시스템의 프로세스를 설계 한다.



<그림 12> 프로세스 구성도

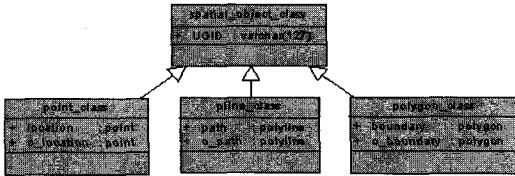
시스템은 초기 데이터베이스 구축, 데이터 관리, 자료의 제공 및 자료의 갱신에 필요한 세부 기능을 제시하고 정의한다. 갱신 정보 관리는 수치지도와 기본 지리정보데이터가 입력되면 편집자는 갱신 관리를 하고, 갱신된 입력 객체수, 수정 객체수, 삭제 객체수 정보를 돌려받는다. 이때 수정된 정보를 가지고 관리시스템 데이터베이스를 업데이트하는 과정을 거친다. 객체 편집은 객체의 입력, 수정, 삭제, 머지와 저장작업 후에 편집된 객체 정보를 편집자에게 주며, 편집된 데이터

를 가지고 관리시스템 데이터베이스를 업데이트하는 역할을 수행한다.

데이터베이스 관리는 일반적인 데이터베이스 백업 및 복구, 객체 통합 및 분할 작업을 수행하고 객체보기는 화면 확대, 화면 축소, 화면 이동, 선택 확대, 초기화면 및 공간 질의 검색을 통해 사용자에게 객체를 보여주는 기능을 수행한다.

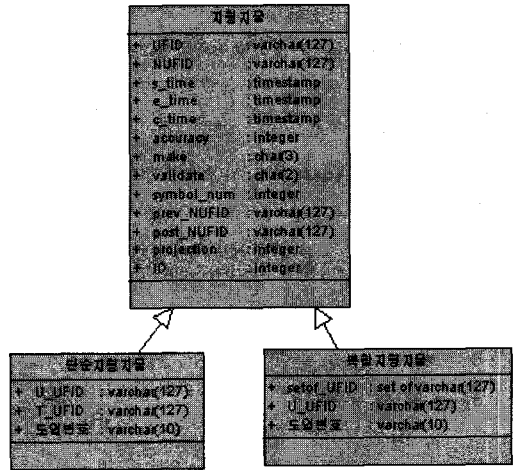
3.3 데이터베이스 설계

공간객체 클래스는 <그림 13>과 같이 원점좌표와 다중 원점좌표를 동시에 저장하게 하기 위하여 ZEUS에서 지원하는 기본 공간객체를 이중으로 가지도록 설계하였다.



<그림 13> 기본 공간객체 클래스

지형지물, 단순 지형지물, 복합 지형지물 클래스를 <그림 14>와 같이 설계하였다.



<그림 14> 지형지물, 단순지형지물, 복합지형지물 클래스

각 멤버의 의미는 <표 1>과 같다.

<표 1> 지형지물클래스의 멤버

순번	멤버명	용도	비고
1	UFID	당초 원시데이터에 입력된 UFID 저장	
2	NUFID	연구중인 신규 UFID 저장	
3	S_Time	지형지물이 최초로 입력된 시각	
4	E_Time	지형지물 변경 등의 이유로 삭제될 경우 시각 저장	
5	C_Time	지형지물변경으로 새로운 버전의 지형지물이 입력된 시각 저장	
6	Accuracy	지형지물별 정확도 저장	피쳐기반메타데이터
7	Make	지형지물변경의 이유 저장	피쳐기반 메타데이터
8	Validate	유효성 검증 여부 저장	피쳐기반 메타데이터
9	Symbol_Num	심벌로 표시될 지형지물의 경우 심벌코드 저장	
10	Prev_NUFID	지형지물이 변경되었을 경우 과거 버전 지형지물의 U_UFID 저장	
11	Post_NUFID	지형지물이 변경되었을 경우 신규 버전 지형지물의 U_UFID 저장	
12	Projection	단일원점 좌표와 다중 원점좌표 사용 시 원점명 저장	
13	ID	NGI파일에서 속성파일참조 정보 저장	속성파일과 연결

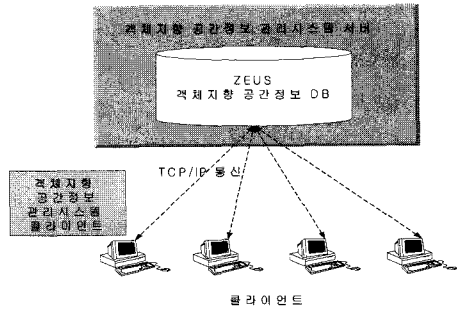
단순 지형지물과 복합 지형지물은 U_UFID라는 객체지향 공간자료 관리시스템 내부에서만 사용하는 UFID를 추가하였다. 지형지물통합과 분할을 위한 작업과 검색 등을 위해 도엽번호와 도엽 내 부분지형지물간의 UFID인 T_UFID를 추가하였다.

4. 구현 및 평가

구현은 <그림 15>와 같이 한국통신데이터(주)의 ZEUS[16],[17],[18]라는 객체관계형 데이터베이스관리 시스템을 서버환경으로 활용하고 클라이언트는 마이크로소프트(주)의 Windows2000 환경 하에서 실행될 수 있도록 Visual C++언어를 사용하여 개발하였다.

ZEUS는 방대한 양의 지리정보를 저장하고 사용자들이 쉽게 검색할 수 있도록 지리정보시스템과 UniSQL 데이터베이스 관리시스템 기술을 하나로 통합시킨 객체관계형 공간데이터베이스 관리시스템이다. ZEUS는 지리정보 시스템과 데이터베이스 관리시스템이 완전히 통합된 구조를 가지고 있으며, 다양한 플랫폼 지원 및 클라이언트-서버 환경을 지원하므로 피쳐기반 공간자료관리시스템에 적합한 구조를 가진다. ZEUS의 서버환경인 ZEUS의 데이터베이스 관리 시스템은 6개의 공간 데이터 타입을 제공하는데 이는 시스템 클래스나 사용자 정의 클래스와는 기본적으로 다른 것으로 사용자는 integer, float 등의 기본 타입과 동일하게 공간 데이터 타입을 다룰 수 있다. 공간 데이터 타입은 3개의 범주로 나눌 수 있으며 점은 0차원, 단순선과 복합선은 1차원, 다각형, 사각형, 원은 2차원에 속하게 된다. 또한 이들 공간데이터 타입을 매개변수로 하는 21개의 기본적인 공간연산자를 데이터베이스 질의어 수준에서 지원한다. 즉 ZEUS는 Point, Line, Polygon 등의 모든 공간 데이터 타입을 엔진내부에 장착시켰으며, 공간질의를 비공간 질의와 동일한 방식으로 데이터베이스 엔진 내에서 처리한다[6].

ZEUS의 C++ 클라이언트 개발을 위한 API에는 서버 개발환경과 별도로 다양한 공간연산자와 기하연산자가 포함되어 지형지물에 대한 질의나 지형지물의 공간객체에 대한 처리모듈의 개발에 용이하다.

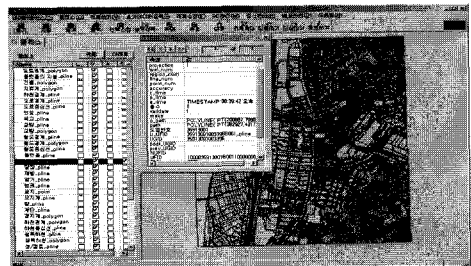


<그림 15> 피쳐기반 공간자료 관리시스템 구성도

4.1 구현 시스템 평가

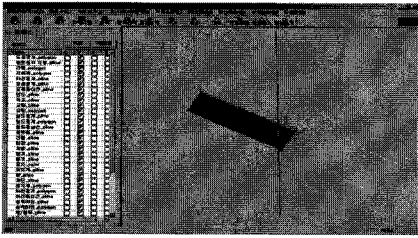
이 논문에서는 피쳐기반 공간자료 관리시스템의 중요 기능을 정의하고 설계하여, 이를 바탕으로 활용 가능한 시스템으로 구현하는 것이었다. 따라서 연구결과를 시스템의 구현된 세부기능이 당초수행하고자 하는 기능을 충분히 반영하고 있는지 여부로 평가하였다.

<그림 16>은 초기데이터 입력시 단일원점 좌표를 사용할 수 있는지를 나타낸다. 실험을 통해 원 좌표 저장 여부, 도엽 간에 분리된 지형지물의 일치 여부를 확인할 수 있었다.



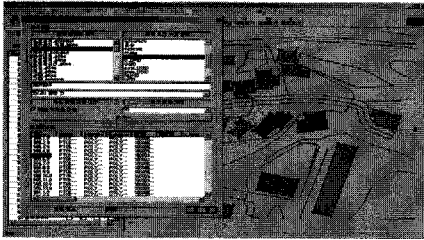
<그림 16> U_UFID와 단일 원점좌표 확인

<그림 17>은 분리된 지형지물을 통합하는 그림이다. 분리된 지형지물의 결합을 위해 도곽을 벗어난 지형지물의 존재 검사 가능 여부, 도엽내 도곽선 정상 검사 가능 여부, 인접 도엽간 도곽선 일치 검사 가능 여부, 후보 지형지물 선택 정상 여부와 후보 지형지물 매칭 정상여부를 확인하였다.



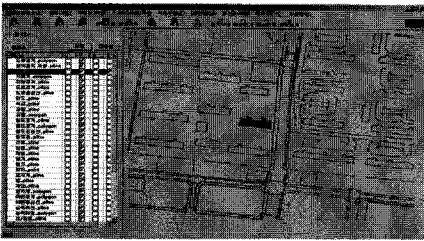
<그림 17> 지형지물 통합 후 결과

<그림 18>은 자료를 추출하는 화면이다. 이때 연속 지도 제공여부, 도엽과 연계된 임의 영역지도 제공여부, 특정 조건을 만족하는 지형지물 및 메타데이터 검색 제공여부를 확인하였다.

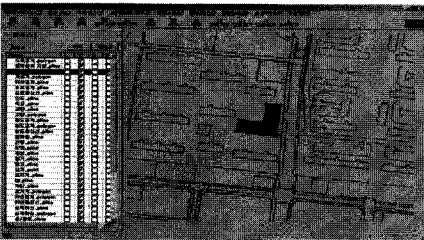


<그림 18> 지형지물 검색

<그림 19>와 <그림 20>은 갱신 도엽 입력 전과 후의 그림이다. 갱신 및 이력 관리 시 지형지물 단위의 갱신의 가능 여부와 구 버전 지형지물 보관가능 여부를 확인하였다.



<그림 19> 갱신도엽 입력 전



<그림 20> 갱신도엽 입력 후

지금까지의 실험을 통하여 피처기반 공간자료 관리 시스템이 기존 도엽기반 공간자료 관리시스템에서는 불가능했던 피처단위의 데이터 구축, 관리, 제공 및 갱신 기능을 제공하며, 단일 원점 좌표 전환, UFID 생성, 지형지물 통합, 지형지물 분할 및 메타데이터 입력이 가능함을 보였다.

5. 결론

피처기반 공간자료 관리시스템은 공간자료를 지형지물단위로 직접 저장하고 관리하므로 변경사항에 대한 신속하고 편리한 수정과 사용자에게 대해서는 다양하고 원활한 공급을 지원한다. 피처기반 공간자료 관리시스템은 제작과 유지관리에 많은 비용과 시간이 소요되는 공간자료의 효율성을 높일 수 있으나 아직까지 일반적이고 활용 가능한 완성된 시스템은 제시되지 못하고 있다. 피처기반 공간자료 관리시스템은 그 유용성으로 볼 때, 주요기능이 명확히 정의되고 구현되어 일반적이고 활용 가능한 시스템으로의 개발이 절실히 요구된다.

따라서 이 논문에서는 효율적인 공간자료 관리시스템의 역할을 수행하기 위해 기존 도엽기반 공간자료 관리시스템에서는 충족시키지 못한 요구사항을 반영하여 피처기반 공간자료 관리시스템을 제안하였다. 제안된 피처기반 공간자료 관리시스템은 관리대상이 되는 공간자료인 수치지도Ver2.0과 기본지리정보의 분석을 통해 세부 기능들을 설계하고 활용 가능한 시스템으로 구현하여 평가하였다.

초기 데이터베이스 구축은 물리적인 파일형태로 제공되는 공간자료를 피처기반 공간자료 관리시스템의 데이터베이스에 입력하는 기능이기 때문에 초기입력, 단일 원점좌표 전환, UFID생성, 지형지물 통합, 지형지물 분할, 메타데이터 입력으로 구현하였다. 자료 추출기능은 여러 가지 조건을 가지고 지형지물을 검색한 후 이를 적당하게 가공하여 파일형태로 출력하도록 구현하였다. 출력된 파일은 사용자에게 대한 공급과 갱신과정에 이용될 수 있다. 갱신기능은 도엽내부의 부분적인 지형지물단위로 수정이 가능하고 과거 버전을 저장할 수 있도록 구현하였다.

지리정보시스템 플랫폼인 ZEUS에서 구현한 피처기반 공간자료 관리시스템을 테스트한 결과 의도한 대로 모든 기능이 작동하여 요구사항을 충족시키는 것

으로 확인하였다. 이것은 구현된 시스템이 공간자료의 변동사항의 신속한 수정과 사용자에 대한 원활한 공급을 지원할 수 있음을 보여준다. 또한 구현된 시스템은 품질관리체계와 연계시켜 이를 개선시킬 수 있고 자동 지도 제작이나 대축척에서 소축척 지도로의 가공 등도 지원할 수 있다.

피처기반 공간자료 관리시스템에 저장되는 지형지물들은 데이터베이스 내에서 독립적인 엔티티가 되지만 다시 내부에 대단히 많은 엔티티를 가질 수 있는 특성이 있다. 이런 특성에 적당하도록 시공간데이터베이스 기술과 다중처리 기술을 접목한 추가연구가 필요하다.

참고문헌

[1] National Geographic Information Institute, <http://www.ngi.go.kr>. 2004

[2] Andreas Illert, "Production of Digital Maps for the German Authoritative Topographic-Cartographic Information System ATKIS", 2002.

[3] USGS, "The National Map-Topographic Mapping for the 21th Century", 2001.

[4] Ordnance Survey, "Annual Report and Accounts 2000-01", 2001.

[5] 서정민, 연영광, 박성희, 정병진, 류근호, "DXF 포맷을 이용한 개체 기반 수치지도 관리 시스템의 구현" 한국지역정보학회지 3권 2호, 2000.

[6] 임수미, 김장수, "객체관계형 공간 DBMS:GEUS", 한국개방형GIS 연구회지, 제1권1호, 1999.

[7] 김성룡, 김상호, 이화중, 류근호, "토지대장/지적도 이력관리 시스템을 위한 시공간 연산자의 설계 및 구현", 개방형지리정보시스템학회논문지 2권2호, 2000.

[8] 이현아, 남광우, 류근호, "2차원 지리객체를 위한 시공간 객체 모델 설계", 정보처리학회논문지 9-D권 1호, 2002.

[9] 신기수, 안윤애, 배종철, 정영진, 류근호, "GIS를 위한 시공간 이동 객체 관리 시스템", 정보처리학회논문지 8-D권 2호, 2002.

[10] 김상호, 남광우, 류근호, "자마기반 공간 웹 데이터베이스 시스템의 설계 및 구현", 한국정보처리학회지D, 제11-D권 제1호, 2004.2.

[11] 건설교통부 국립지리원, "수치지도 관리 및 개선을 위한 연구", 1997.

[12] 건설교통부 국립지리원, "Feature Based DDMS에 관한 연구", 1999.

[13] OGC, <http://www.opengeospatial.org/>, 2004

[14] Philippe Rigaux, Michel Scholl, Agnes Voisard, "Spatial Databases", MORGAN KAUFMANN PUBLISHERS, 2002.

[15] Volker Gaede, Oliver Gunther, "Multidimensional Access Methods", ACM Computing Surveys, 30(2), 1998.

[16] 한국통신데이터(주), "ZEUS/X 사용자매뉴얼 1권", 2002.

[17] 한국통신데이터(주), "ZEUS2000 응용프로그램 인터페이스 참조매뉴얼", 2002.

[18] 한국통신데이터(주), "Zeus 라이브러리", 2002.



지정희

1999년 충주대학교 전자계산학과 졸업
2001년 충주대학교 대학원 전자계산학 (석사)
2003년 충북대학교 대학원 전자계산학 (박사수료)

관심분야 : 시공간 데이터베이스, Temporal GIS, 스트림 데이터베이스



김승관

1996년 순천대학교 전자계산학과 졸업
2004년 충북대학교 대학원
정보산업공학과 졸업
1996년~현재 건설교통부 국토지리정보원

관심분야 : 시공간 데이터베이스, GIS



류근호

1976년 숭실대학교 전산학과(이학사)

1980년 연세대학교 공학대학원 전산전공
(공학석사)

1988년 연세대학교 대학원 전산전공
(공학박사)

1976년~1986년 육군군수 지원사 전산실(ROTC 장교),
한국전자통신연구원(연구원),
한국방송통신대 전산학과(조교수) 근무

1989년~1991년 Univ. of Arizona Research Staff
TempIS 연구원, Temporal DB)

1986년~현재 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부
교수

관심분야 : 시간 데이터베이스, 시공간 데이터베이스,
Temporal GIS, 유비쿼터스 컴퓨팅과 스트림
데이터, 지식기반 정보검색 시스템, 데이
터마이닝, 데이터베이스 보안 및 Bio-
Informatics



김명준

1979년 서강대학교 수학과(이학사)
(부전공 : 전자계산학)

1984년 플로리다 공과대학 전자계산학
(이학석사)

1992년 텍사스 A&M 대학교 전자계산학 공학박사

1992년~1993년 한국전기통신공사 초빙연구원

1996년~1997년 한국전자통신연구소 초빙연구원

1993년~현재 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부
교수

관심분야 : 실시간시스템, 운영체제, 데이터베이스