

# Generalization과 Filtering을 이용한 무선 지도 데이터베이스의 동적 생성 기법

김미란<sup>†</sup>·최진오<sup>††</sup>

## 요약

이동 매체를 통한 전자지도 서비스는 전송 정보의 용량이 크고 출력 장치의 자원을 많이 요구하기 때문에 기존의 지도 데이터베이스를 그대로 사용하여 서비스할 수 없는 문제점이 있다. 또한 무선 서비스 전용 지도 데이터베이스를 별도로 구축하는 것은 막대한 중복 비용이 발생하므로 받아들이기 어렵다. 본 논문에서는 기존의 지도 데이터베이스로부터 무선 서비스에 적합한 지도를 동적으로 생성하는 새로운 기법을 제시한다. 이 기법은 기존 지도의 데이터 크기를 줄이기 위한 generalization과 생성된 지도의 데이터 크기가 임계값을 넘지 않도록 제어하는 filtering을 수행한다. Generalization은 레이어를 통합하는 단계, 세부 객체를 간소화하는 단계, 그리고 사용자 인터페이스를 처리하는 단계로 나누어 처리된다. Filtering은 약도에 포함된 객체를 카운터하는 모듈과 검색 객체와 거리에 따른 중요도로 선택하는 모듈로 데이터 크기를 대역폭 임계값 이내로 처리한다.

## Dynamic Generation Methods of the Wireless Map Database using Generalization and Filtering

Mi Ran Kim<sup>†</sup> · Jin Oh Choi<sup>††</sup>

### ABSTRACT

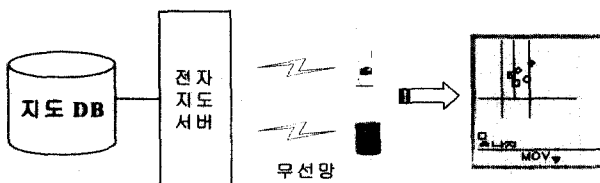
For the electronic map service by wireless, the existing map database cannot be used directly. This is because, the data volume of a map is too big to transfer by wireless and although the map is transferred successfully, the devices to display the map usually don't have enough resources as the ones for desktop computers. It is also not acceptable to construct map database for the exclusive use of wireless service because of the vast cost. We propose new technique to generate a map for wireless service dynamically, from the existing map database. This technique includes the *generalization* method to reduce the map data volume and *filtering* method to guarantee that the data volume don't exceed the limit of bandwidth. The generalization is performed in 3 steps: a step of merging the layers, a step of reducing the size of spatial objects, and a step of processing user interface. The filtering is performed by 2 module, counter and selector module. The counter module checks whether the data volume of generated map by generalization, exceeds the bandwidth limit. The selector module eliminates the excess objects and selects the rests, on the basis of distance.

키워드 : 무선 지도 서비스(Wireless Map Service), 동적 지도 생성(Dynamic Map Generation), Generalization, WAP

### 1. 서론

컴퓨터 및 이동 통신장치의 대중화와 통신 기술의 급속한 발전으로 웹을 통한 인터넷 서비스뿐만 아니라 이동 매체를 통해 정보 서비스 요구가 급증하고 있다. 그리고, 여러 종류의 정보 중 도식화된 자료는 많은 정보의 통합체라는 의미에서 그 중요성이 더해지고 있다. 대표적인 도식화 자료는 바로 지도이다. 지도는 도로망과 위치 정보뿐만 아

니라 기후, 인구 등 지리와 관련된 여러 자료들을 종합적으로 가지고 있다. 이런 지도 서비스의 중요성이 현재 급속한 발전을 거듭하고 있는 무선 통신 기술 및 무선 장비 기술과 접목하여, 무선 전자 지도 서비스의 필요성과 가능성이 높아지고 있다[1].



(그림 1) 이동 장치에서의 지도 서비스

\* 본 연구는 정보통신부 2000 대학기초과제(CI-2000-A1-1000-0234)의 연구비에 의해 수행되었음.

† 준회원 : 부산외국어대학교 대학원 컴퓨터전자공학부

†† 정회원 : 부산외국어대학교 컴퓨터전자공학부 교수

논문접수 : 2001년 5월 11일, 심사완료 : 2001년 7월 3일

(그림 1)은 이동 장치에서의 지도 서비스의 예를 보이고 있다. 무선 지도 서비스 환경은 이동 클라이언트가 이동 통신 장치를 통해서 무선 지도 서버에게 질의를 보내고 서버는 질의에 대한 응답을 보낸다. 그러나 지도 정보 전송은 텍스트 정보만을 포함하는 것이 아니기 때문에 많은 정보량 전송을 필요로 한다. 특히 공간 데이터는 그 크기가 상당히 방대하기 때문에 전송할 데이터의 양이 많고 전송하는데 소요되는 시간이 오래 걸리며 출력하는데 필요한 이동 클라이언트 장치의 메모리 용량이 커야 하는 문제점을 지니고 있다.

무선 이동 장치를 위한 지도 서비스에서 고려해야 할 사항은 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 이동 클라이언트 단말기의 자원(resource)이 제한적이다. 공간 데이터는 크기가 방대하기 때문에 출력을 위해서 많은 하드웨어 자원을 요구한다. 이동 장치에는 휴대폰, WAP폰, PDA, Web Pad 등이 있다. 각각의 특성에 따라 디스플레이나 메모리 용량의 차이는 있지만 일반적으로 이동 가능한 장치로서 메모리와 출력장치의 용량이 한정적이다. 이러한 제약 사항은 이동 단말기가 성공적으로 전송 받은 지도 데이터를 정상적으로 출력하지 못하는 문제를 발생시킬 수 있다. 따라서 원본 지도 데이터의 방대한 크기를 해당 이동 클라이언트 장치에 맞추어 출력이 가능한 수준까지 단순화시켜 전송할 필요가 있다.

둘째, 무선 대역폭(bandwidth)의 한계이다. 이것은 GIS 서비스의 근본적인 문제로서, 공간 데이터의 방대한 크기 때문에, 자료의 전송에 큰 대역폭을 요구하기 때문에 발생한다. 특히 무선 대역폭은 유선에 비해 크게 한정되어 있기 때문에 사용자가 원하는 지도 전송에 어려움이 따르며, 사용자에게 긴 응답 지연을 요구하게 된다. 응답 지연은 무선 환경의 낮은 대역폭 문제뿐만 아니라 다소 취약한 통신 안정성 등의 네트워크 특성으로 인해 발생하기도 한다. 응답 지연을 해결하기 위해서는 데이터 양의 축소와 함께 대역폭 허용 기준치를 만족시키는 범위까지 서비스를 제한할 필요가 있다.

셋째, 제한된 자원에 적합한 사용자 인터페이스(user interface)의 개발이 필요하다. 작은 출력 창을 통해 출력된 지도의 범례를 효율적으로 검색할 수 있는 기법과 원하는 관심 영역을 최소한의 대역폭 사용으로 직접 찾아 낼 수 있는 사용자 인터페이스 개발이 요구된다.

따라서, 무선 지도 서비스에서 가장 핵심이 되는 사항은 어떻게 전송할 정보의 양을 줄일 수 있으며, 또한 어떻게 원하는 정보의 누락이 없이 삭제하거나 줄여도 상관없는 정보를 분류해내며, 이것을 효율적으로 출력하는가 하는 것이다. 이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 generalization과 filtering 기법을 도입하여 무선 환경에서 지도 서비스가

가능한 약도를 동적으로 생성하는 새로운 접근 방법과, 제한된 영역 내에 복잡한 문자 속성정보를 효율적으로 표시할 수 있는 사용자 인터페이스를 소개한다.

기존의 지도 데이터베이스를 변형하여 무선 서비스 전용 데이터베이스를 구축하는 것은 첫째, 막대한 중복 비용이 요구되며, 둘째, 무작정 데이터의 크기를 줄인다면 경우에 따라 필요한 정보의 누락이 발생하기 때문에 받아들이기 어렵다. 결국 무선 지도 서비스에서는 기존의 데이터베이스로부터 사용자가 요청한 중요 정보를 포함하는 간략화된 약도를 동적으로 생성해 낼 수 있어야 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 관련 연구에 대하여 살펴보고, 3장에서는 사용자 인터페이스에 대해서 설명한다. 4장에서는 무선 지도 서비스를 위한 동적 약도 생성 방법을 제시한다. 5장에서는 동적 약도 생성을 위한 generalization 연산의 적용 방법을, 6장에서는 필터링 기법을 기술한다. 7장에서는 구현을 위한 설계 내용을 기술한다. 마지막으로 8장에서는 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

무선 인터넷은 웹기반 응용 서비스와 기존의 TCP 기반으로 서비스를 제공하는 두 가지 통신구조가 있다[2]. 이중 웹기반 응용 서비스는 WAP(Wireless Application Protocol)으로 대표된다. WAP은 무선 단말기에 인터넷 콘텐츠(contents)를 제공하며 통용되는 어플리케이션이 제작 가능하도록 표준화 기술로서 개발된 것이다[3]. 무선환경의 웹 지원을 위해 HDML이 먼저 제시되었고 W3C 무선 장비 웹 접근 표준안이 제안되면서 WAP 포럼이 형성되었다. 이후 WAP 포럼에서 WML 스펙 1.2를 공개함으로써 WAP을 기반으로 한 무선 인터넷의 구축이 활발히 진행되고 있다[2-4].

무선 인터넷으로 전자 지도 서비스를 하기 위해서는 기존 지도의 데이터 크기 축소 문제가 가장 궁극적인 해결 과제이다. 본 논문은 generalization 기법을 도입하여 이 문제를 해결하는 접근 방법을 사용한다.

GIS 분야에서 generalization에 대한 연구는 주로 축척이 작아지는 지도를 효율적으로 출력하기 위한 것이었다. 그밖에도 컴퓨터를 이용한 자동화 지도 생성에 generalization을 이용하거나[5] 통계정보를 보이기 위한 지도 생성에도 적용할 수 있다.

Generalization 기법은 1970년대부터 다양한 전략과 연산의 알고리즘들이 제시되었으며 현재에도 활발히 연구되고 있는 상황이다[6]. 그러나, generalization을 위한 많은 기본적인 문제점들이 아직 해결되지 못한 채 남아있다. Generalization 연산들에 대한 분류와 정의는 개념적 수준에서 정립이 되어 있지만 세부 알고리즘은 상당한 노력과 전문

적 판단을 필요로 하기 때문이다[7,8]. 따라서 대부분의 관련 연구들은 generalization의 여러 연산자 중에서 하나의 연산에 대한 세부 알고리즘을 제시하거나 규칙 베이스를 제시해 보이는 기초적 시도에 그치고 있다[7-9].

본 논문에서는 시간과 노력이 많이 필요한 일반화된 generalization 기법에서 탈피하여 기본도를 제외한 모든 객체를 point로 표현하는 확실적인 generalization 기법을 고안한다. 왜냐하면 본 논문이 목표로 하는 것은 많은 제약 사항을 지닌 무선 환경에서 서비스 가능한 지도를 생성하는 것이지 축척에 따라 객체를 단계적으로 단순화시켜 그 축척에 가장 적합한 완전한 지도를 생성하는 것이 아니기 때문이다. 다만, 사용자가 요구하는 축척에 따라 데이터 크기의 균형을 맞추기 위해 generalization의 selection 연산을 활용하며 데이터 크기의 증감이 없이 인지도를 높이기 위한 displacement 등의 연산을 이용한다.

[10]에서 Dettoni는 generalization 연산을 크게 model-oriented generalization과 cartographic generalization으로 나누었다. Model-oriented generalization은 정보의 밀도를 줄이기 위해 주로 사용되며, selection, elimination, simplification, aggregation 연산이 여기에 속한다. Cartographic generalization은 사용자의 인지도를 높이기 위해 사용되며 displacement, exaggeration, symbolization 연산이 여기에 속한다[10-12].

### 3. 사용자 인터페이스(User Interface)

무선 지도 서비스 시나리오를 위한 사용자 인터페이스는 검색 인터페이스와 출력 인터페이스로 나뉜다. 검색 인터페이스는 사용자가 원하는 지역 또는 시설물을 찾기 위한 인터페이스이다. 그리고, 출력 인터페이스는 이동장치의 작은 출력 장치에 효율적으로 속성정보를 출력하기 위한 인터페이스이다.

검색 인터페이스는 사용자가 출력하기를 원하는 지역을 한번에 지정할 수 있도록 지원하는 것이 중요하다. 무선 환경이므로 검색을 위해 많은 대역폭을 소모하는 것은 극히 비효율적이기 때문이다. 그리고, 출력 인터페이스는 한정된 출력장치에 건물 등의 이름 속성을 출력하면 겹침 현상에 의해 구별이 불가능하므로 별도의 범례를 사용하여 이를 해결하는 것이다.

(그림 2)는 무선 지도 서비스를 위한 두 인터페이스를 간단히 예로 보인 그림이다. (그림 2)의 (가), (나), (다)는 검색 인터페이스를, (라)는 출력 인터페이스를 나타낸다.

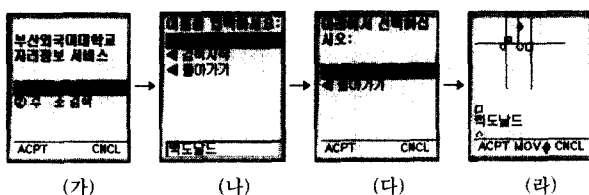
지도 검색 인터페이스는 전국지도부터 행정구역 구별에 의해 세부 지역을 검색하는 방법과 키워드(keyword) 입력에 의해 해당 시설물을 바로 찾는 기법이 있을 수 있는데, 전국지도로부터 검색하는 방법은 많은 데이터 전송을 필요로 하기 때문에 무선 환경에서는 사용될 수 없다. 본 논문에서는 키워드를 사용한 검색 인터페이스를 도입하며 세부적인 시나리오는 다음과 같다.

이동 클라이언트는 키워드(시설명 또는 주소)를 통해 찾고자 하는 위치 또는 시설물이 포함된 지도를 요구한다. 서버는 속성 정보 검색으로 목록 데이터를 이동장치로 전송한다. 목록 데이터는 주어진 키워드에 해당하는 시설물이 하나 이상일 경우를 처리하기 위해 필요하며 문자(text) 정보이므로 대역폭에 큰 영향이 없다. 그 다음, 사용자가 목록 중 한 항목을 선택하여 요구하면 서버가 검색된 지도로부터 약도를 구성해서 이동장치로 전송한다. 또한, 휴대폰 등의 이동 장치는 하드웨어 특성상 모든 객체 속성정보를 나타낼 수 없는 한계점을 가진다. 그렇다면 지도 서비스의 효율을 높이기 위한 속성정보 제공은 어떻게 지원되어야 하는가? 본 논문은 다음과 같은 접근 방법을 도입한다. 먼저 필요한 검색 객체의 속성 정보는 간단한 경우 문자로 시설물 위에 출력한다. 그러나 긴 문자열이거나 공간이 여유가 없을 경우에는 다른 시설물들과 동일한 방법으로 처리한다. 검색한 객체를 제외한 나머지 시설물들의 속성정보(이름 또는 주소 등)는 범례(legend) 처리한다. 즉, 시설물의 종류에 따라 심벌을 달리 하여 표현하고 지도 하단에 주석 정보(텍스트)를 추가해 두는 것이다. 같은 종류의 시설물들이 이상일 경우 번호를 붙인다. 역시 이 번호에 대한 범례가 추가되어진다. 이렇게 처리함으로써 출력될 지도의 복잡도를 낮출 수 있으며 한정된 출력 장치로 지도 검색이 가능하게 된다.

### 4. 동적 약도 생성

#### 4.1 무선 지도 서비스의 요구사항

무선 지도 서비스를 위한 지도의 정확성이 높아질수록 정보량이 많아지고 지도의 밀도가 높아진다. 이것은 지도의 인지도를 떨어뜨리며, 과다한 데이터 크기로 인해 전송 지연이 발생하여 서비스가 불가능해진다. 따라서 정확성을 낮추고 허용되는 분량만큼의 정보만을 보낼 수 있는 기법이 필요하다. 또한, 무한정 데이터의 양을 줄일 경우 만족할 만한 정보를 얻지 못하게 된다. 따라서, 다음과 같은 두 가지 요소의 지원이 요구된다. 첫째, 원본 지도로부터 데이터



(그림 2) 무선 지도 서비스의 인터페이스

크기를 축소하되 필요한 정보가 누락되지 않도록 하는 데이터 축소 기준이 필요하다. 본 논문에서는 이 기준을 만족시키기 위해 generalization 변환기법을 도입한다. 본 논문에서 이 제약 조건을 Generalization constraints라 부르겠다.

둘째, generalization에 의해 데이터 크기가 축소된 지도라 할지라도 제한적인 대역폭의 임계치(threshold) 이상 데이터를 포함할 수 있다. 즉, generalization으로 정확한 대역폭 허용치 이하 크기의 약도를 생성한다는 보장이 없다. 따라서 generalization 결과가 허용치를 넘는 경우에는 다시 데이터의 크기를 강제로 줄여야 할 필요가 있다. 이 과정을 본 논문에서는 filtering이라 부르며 filtering을 수행하는 기준을 Filtering constraints라 부르겠다. Filtering constraints는 대역폭 허용 기준치까지 데이터 크기를 줄이되 꼭 필요한 정보는 누락되지 않도록 하는 제약 조건이다.

Generalization constraints는 데이터 크기 축소를 수행할 수 있는 기준을 포함하며 정형화된 알고리즘으로 표현할 수 있다. 그리고, 이 알고리즘은 다단계 레벨의 generalization이 지원되도록 구성할 필요가 있다. 왜냐하면, 사용자가 요구하는 출력 축척에 따라 generalization 정도가 조절될 필요가 있기 때문이다. 즉, Generalization constraints는 출력 축척을 인자로 하여 그 축척 기준을 변경할 수 있게 구성되어야 한다.

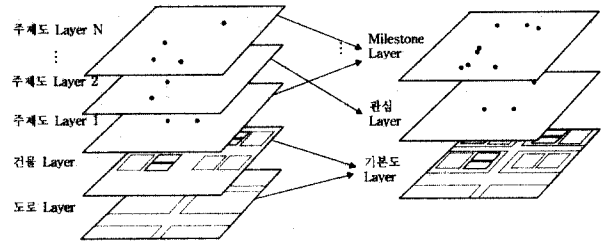
Filtering constraints는 대역폭 허용 레벨까지 generalization 처리된 약도에서 객체를 제거하여야 한다. 이러한 filtering 기준은 약도에 포함된 객체의 데이터 크기를 카운트(count)하는 모듈과 상대적으로 중요도가 떨어지는 객체를 선택하여 제거하는 선택(selector) 모듈로 구성된다. 중요도는 사용자 검색 객체와의 거리, 관련성에 의해 수치화하는 알고리즘으로 표현할 수 있다.

#### 4.2 무선 지도 서비스를 위한 공간 데이터 모델

GIS 서버에 위치한 공간 데이터는 일반적으로 레이어 또는 클래스로 구성되어 있다[13]. 유선 환경에서 전자 지도 서비스를 위해서는 클라이언트가 요청한 축척 수준에 맞추어 특정 레이어 또는 클래스를 포함시켜 전송하거나 누락한다. 이 기준은 미리 GIS 서버에 기록되어 있어 축척에 따라 전송되는 데이터의 크기가 유사하도록 조절하고, 지도를 읽기 쉽게 하는 역할을 하고 있다.

그러나, 무선 환경에서는 레이어만을 참조함으로써 제한된 대역폭에 부응하는 동적 약도를 생성하기 어렵다. 일반적으로 공간 데이터는 수백 개에서 수천 개의 레이어를 포함하고 있다. 그런데, 사용자가 필요로 하는 정보는 여러 레이어에 걸쳐 존재할 수 있기 때문에 다수 레이어 선택이 불가피하고 따라서 상대적으로 지도가 복잡해지고 불필요

한 정보가 포함될 수 있다.



(그림 3) 공간 데이터 모델

본 논문에서는 (그림 3) 같이 무선 지도 서비스를 위해 공간 데이터를 크게 3 레이어로 구성한다. 이것은 물리적 구성을 의미하는 것이 아니라 다수의 레이어를 가상의 3 레이어로 그룹화시킨다는 것을 의미한다. 3 레이어는 사용자가 키워드로 검색하고자 하는 관심 레이어, 도로를 포함한 기본도 레이어, 그리고 사용자가 위치를 파악하는데 참고하기 위한 시설물 레이어들의 조합인 마일스톤 레이어이다.

이렇게 기존의 레이어들을 가상의 3 레이어로 매핑하는 이유는 데이터에 대한 시맨틱(semantic)을 파악하여 generalization에 활용하기 위함이다. 예를 들어 마일스톤 레이어에 대한 데이터 크기 축소(selection)는 심각한 정보 누락을 초래하지 않으므로 과감히 수행할 수 있으며 관심 레이어에 대한 데이터 크기 축소는 검색 객체 하나만을 선택하면 된다. 이렇게 가상 레이어별로 Generalization constraints를 달리 적용하여 효율을 높이기 위함이다.

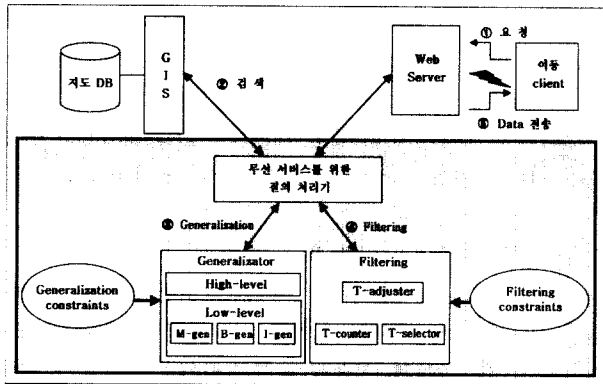
관심 레이어는 이동 클라이언트 단말기의 사용자 키워드로 검색하고자 하는 레이어만을 지칭한다. 이 레이어는 사용자가 검색하기를 원하는 정보이므로 반드시 하나 이상의 객체가 포함되어 출력되어야 할 필요성이 있다.

기본도 레이어는 도로 레이어만을 지칭한다. 왜냐하면 전자 지도의 데이터 크기의 상당 비율을 이 기본도가 차지하기 때문에 area로 모델링된 건물, 지번 등의 정보는 제외시킨다. 단지 도로를 제외한 나머지 정보들은 마일스톤 레이어로 취급한다. 위치는 도로를 기준으로 판단하기 때문에 도로 레이어는 반드시 포함되어야 하는 중요한 정보이다.

마일스톤 레이어는 관심 레이어와 기본도 레이어를 제외한 나머지 레이어들 중에서 위치 판단에 도움을 줄 수 있는 시설물 레이어들, 행정지명 레이어 등의 집합을 지칭한다. 이 레이어는 전송 대역폭이 허용하는 한 많이 포함되어야 고품질의 약도 생성이 가능하지만 단지 상대적 위치 파악에 참조 자료로만 제공하면 되는 덜 중요한 정보이기도 하다.

### 4.3 동적 약도 생성 메카니즘

여기서는 무선 지도 서비스를 위해 약도를 동적으로 생성하는 메카니즘을 소개한다. 본 논문에서 약도란 유선 환경에서 웹 서비스를 위해 구축한 전자 지도 데이터베이스로부터 무선 환경의 웹 서비스를 위해 동적으로 추출하여 생성한 간소화된 지도를 지칭한다.



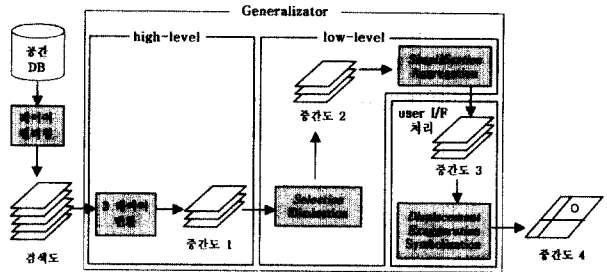
(그림 4) 동적 약도 생성기의 구조

(그림 4)는 본 논문에서 제안하는 동적 약도 생성기의 구조이다. GIS 시스템에 의해 생성된 검색도는 무선 서비스를 위한 질의 처리기에서 generalization 처리를 거쳐 데이터 양이 축소된다. 그리고 filtering 처리를 거쳐 대역폭 허용 범위내의 약도로 변형된다.

이러한 시스템 구조에서 동작하는 동적 약도 생성 메카니즘은 다음과 같다.

1. 검색도가 Generalizator의 입력으로 제공.
2. Generalizator는 검색도의 각 레이어들을 가상의 3 레이어로 변환(high-level generalization).
3. Generalizator는 검색도의 각 레이어(총 3 레이어)를 입력으로 하는 하위 generalizator 호출(B-generalizator for Basic layer, M-generalizator for Milestone layer, I-generalizator for Interesting layer).
4. 각 하위 generalizator는 세부 generalization 연산들을 차례대로 처리하여 각 레이어의 generalization 수행 (low-level generalization).
5. 각 generalization 연산의 처리 알고리즘은 generalization 정도를 다단계로 처리할 수 있도록 인자를 가짐.
6. Generalizator의 최종 처리 결과는 Filter의 입력으로 제공.
7. Filter 내의 Threshold-counter는 입력 약도의 데이터 크기를 계산하고 정의된 임계치값을 초과할 경우 Threshold-selector 호출.
8. Threshold-selector는 중요도에 기반한 selection을 수행. 이 과정은 임계값을 만족할 때까지 반복됨.

### 5. Generalizator



(그림 5) Generalization Steps

본 논문에서 제안하는 동적 약도 생성 기법은 유선 지도 서비스를 위한 공간 데이터베이스를 그대로 서버로 사용하며, 유선 서비스용 검색도로부터 무선 서비스가 가능한 지도를 동적으로 생성한다. 이 과정은 다음과 같이 3단계의 generalization 과정을 통해 수행된다. 첫째, 유선 서비스용 검색도로부터 가상의 3 레이어(중간도 1) 생성, 둘째 중간도 1로부터 각 가상 레이어별로 객체를 선택하거나 제거하고(중간도 2), 셋째, 복잡한 객체들을 단순화시키거나 복수개의 객체들을 통합하여 하나로 만듦(중간도 3), 넷째, 지도의 인지도를 높이기 위해 데이터 크기의 증감없이 객체를 변형한다(중간도 4). 첫 번째 과정을 본 논문에서는 high-level generalization, 둘째와 셋째 과정을 low-level generalization, 그리고 넷째 과정을 사용자 인터페이스 처리 generalization이라 부른다.

#### 5.1 High-level generalization

(그림 5)는 동적 약도 생성을 위한 generalization 과정을 단계별로 보이고 있다. 이 그림에서 high-level generalization 과정은 불특정 개수의 레이어들을 3개의 레이어로 통합 분류한다. 무선 지도 서비스를 위해 데이터의 축소에서 가장 먼저 고려되어야 하는 것이 반드시 포함되어야 하는 중요정보와 상대적으로 중요도가 떨어지는 정보를 구별하는 것이다. 본 논문은 기존의 검색도로부터 가장 중요한 레이어, 중간 정도의 중요한 레이어, 중요도가 가장 떨어지는 레이어, 이렇게 가상의 3 레이어로 구분하여 이후 세부 데이터 축소과정에서 처리방법을 달리 하는 계층적 접근 방법을 사용한다.

기존의 검색도로부터 중요한 정도에 따라 3 레이어를 추출하는 기준은 다음과 같다.

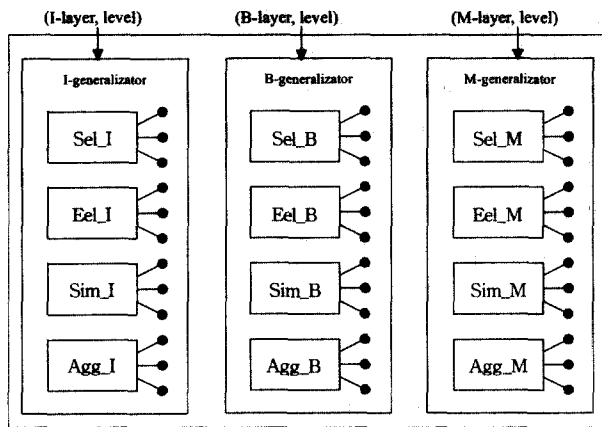
1. 중요도 1: 사용자가 키워드로 검색한 하나의 시설물 레이어, 관심 레이어
2. 중요도 2: 도로 레이어, 기본도 레이어
3. 중요도 3: 관심 레이어와 기본도 레이어를 제외한 레이어, 마일스톤 레이어

이 기준에 의해 생성된 3 가상 레이어들은 이후 세부 gen-

eralization 과정에서 각 레이어의 특성에 따라(semantic에 따라) 다른 기준에 의해 객체가 걸러내어지거나 변형이 수행될 수 있다. 예를 들어 관심 레이어에서는 검색 대상인 객체들은 반드시 선택되어야 한다. 그리고 마일스톤 레이어에서는 객체의 밀집도에 따라 객체를 필요한 만큼만 선택해도 무방하다. 이러한 각 가상 레이어에 대한 세부 generalization 과정을 low-level generalization이라 한다.

5.2 Low-level generalization

Low-level generalization은 이전 단계에서 생성된 3 가상 레이어에 대하여 각각 수행되며 객체 선택, 제거, 단순화 그리고 통합의 총 4개의 세부 단계를 수행한다. 또한, 각 generalization 연산은 축척 인자에 의해 데이터 축소 레벨을 달리 한다. Low-level generalization 수행기의 구조를 정리하면 (그림 6)과 같다.



(그림 6) Low-level generalizer

(그림 6)에서 I-generalizer는 관심 레이어에 대한 generalization 수행기이고, B-generalizer는 기본도 레이어에 대한 것이며, M-generalization은 마일스톤 레이어에 대한 generalization 수행기이다. 그리고 'Sel\_?'은 각 레이어에 대한 selection 연산처리를, 'Eli\_?'는 elimination 연산 처리기를, 'Sim\_?'는 simplification 연산처리를, 그리고 'Agg\_?'는 aggregation 연산 처리기를 의미한다. 각 연산처리는 'level' 입력 축척 인자에 의해 연산 수행 방법을 달리할 수 있다. 각 연산처리에 주어진 입력 인자인 레벨 값은 소축척, 중축척, 대축척으로 나누어지는데 이를 각각 level 0, level 1, level 2라 부른다. 축척 인자를 두는 이유는 이동 클라이언트 단말기에서 전송 받은 지도의 확대 축소를 지원하기 위함이다. 즉, 초기 전송 지도는 default 축척(예를 들어 25,000 : 1 = level 1)으로 제공하고 이후 확대와 축소 요구를 처리하기 위해 Generalization constraints를 달리 적용하여 약도를 생성한다.

Selection과 elimination 연산은 3 레이어의 각 레이어에

대하여, 반드시 포함되어야 하는 객체들을 선택하고, 과도한 객체가 포함된 경우 상대적으로 중요도가 떨어지는 객체들을 선별하여 삭제함으로써 생성될 지도의 데이터 크기를 줄인다. 선택과 삭제의 기준은 해당 레이어의 generalization 수행기에 따라 다르며 입력된 레벨 값에 따라 달라진다.

Simplification과 aggregation 연산은 각 레이어에 포함된 객체들에 대하여 필요 이상으로 복잡한 객체를 선택하여 간소화시키고, 복수개의 객체를 하나의 객체로 통합하는 과정을 수행하여 생성될 지도의 데이터 크기를 줄인다. 역시 간소화와 통합의 기준은 해당 레이어의 generalization 수행기에 따라 다르며 입력된 레벨 값에 따라 달라진다.

5.3 사용자 인터페이스 처리

마지막으로, displacement, exaggeration 그리고 symbolization 연산은 데이터 크기에 영향을 주지 않는 generalization 연산들로서, 사용자의 지도 판독성을 높이기 위한 작업을 수행한다. Displacement 연산은 너무 인접하여 구분이 힘든 객체들을 분리하여 표기하는 작업이고, exaggeration 연산은 중요 객체들을 크게 표현하거나 특정 색깔을 부여하여 눈에 띄게 만드는 것이며, symbolization 연산은 특정 아이콘을 공간 객체의 기하 데이터 대신으로 대체하여 판별력을 높이는 작업이다.

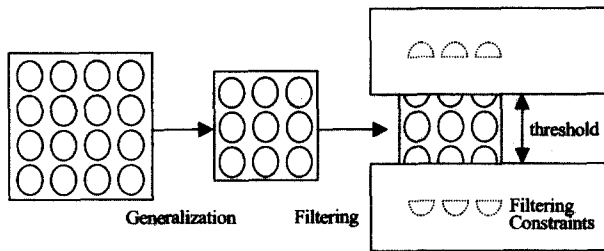
예를 들어 displacement의 경우 특정 레벨(축척)에서 특정 거리 내에 위치한 객체는 모두 충돌이 발생하여 한 지점에 출력된다. 이를 조사하기 위해서 모든 객체들 간의 거리를 파악해야하므로 상당한 계산량을 필요로 한다. 그러나 공간 인덱스를 이용하여 조사할 대상을 대폭 축소할 수 있을 뿐만 아니라 중간도에 포함된 객체(이미 low-level generalization을 거친)들에 대해서만 조사하면 되기 때문에 이 연산처리에 큰 overhead는 없다.

6. Filter

Generalization을 거쳐 생성된 동적 약도의 데이터 크기는 일정하지 않으며 경우에 따라 무선으로 서비스하기에 과도한 분량일 가능성이 있다. 따라서 허용 한계값을 설정해 두고 이 한계를 초과한 데이터 크기는 한계값 이하로 줄이는 과정이 필요하다. 이 과정을 filtering 과정이라 한다. 이때 어떠한 객체를 줄 일지에 대한 판단 기준이 있어야 하며, 이 기준은 상대적으로 덜 중요한 객체와 반드시 포함되어야 하는 객체를 가려낼 수 있어야 한다. 이 기준을 Filtering constraints라 한다.

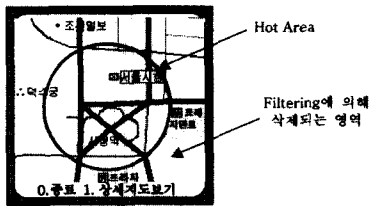
본 논문에서는 이 임계값(threshold value)을 경험적으로 정해준다고 가정한다. 대역폭 허용치는 통신 환경에 따라 달라질 수 있으므로 이 값은 가변적으로 관리될 필요성이

있다. 그리고, 실시간으로 응답 지연 시간을 조사하여 이 임계값을 조정할 수 있다.



(그림 7) Filtering

(그림 7)은 filtering 처리의 개념을 도식화한 것이다. Filtering은 generalization을 거친 동적 약도가 임계값을 넘지 않을 경우 거치지 않는다. Filtering constraints는 직관적으로 키워드로 검색한 객체와의 거리 정보를 이용하여 구현할 수 있다. 즉, 키워드로 검색한 객체를 출력 화면의 중앙에 위치시키고 그로부터의 거리를 측정하여 멀수록 중요도가 떨어진다고 판단하는 것이다. 이 거리를 filtering factor라 부르며 임계값에 근접한 수의 객체들만을 포함하는 거리  $\chi$ 를 구하는 작업이 filtering이다. 중심 객체로부터  $\chi$ 거리 만큼의 원을 그릴 수 있는데 이 영역을 hot area라 부른다. 이 영역에 포함된 객체들만을 선택하여 전송함으로써 대역폭 한계에 의한 응답지연 문제를 해결할 수 있는 것이다. (그림 8)은 filtering factor와 hot area를 보인 그림이다.

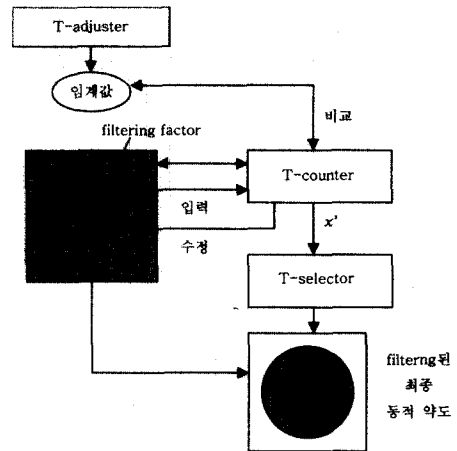


(그림 8) Filtering factor와 hot area

(그림 9)는 filtering 처리기의 구조를 도식화한 그림이다. (그림 9)에서 T-counter는 generalization된 동적 약도의 객체 수를 카운터하는 처리기이며, T-adjuster는 통신 환경에 따라 가변적인 임계값을 계산하고 조절하는 처리기이다. T-selector는 객체를 선택하는 처리기이다.

T-counter에 계산된 객체 수는 T-adjuster에 의해 조절된 임계값과 비교한다. 만약 T-counter의 값이 임계값 이내일 경우에는 generalization된 결과를 그대로 전송한다. 그러나, T-counter의 값이 임계값을 넘을 경우에는 filtering factor가 적용되어 generalization된 동적 약도를 hot area 지역만으로 축소한다. 이때 hot area를 벗어나는 객체는 지도에서 제외되므로 다시 T-counter로 객체 수를 카운

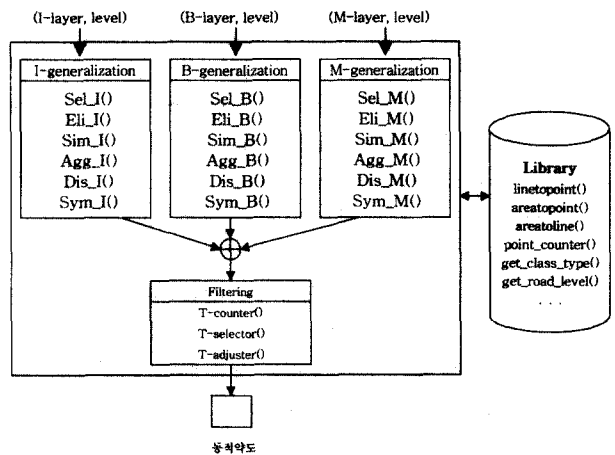
터하고 임계값과 비교한다. 비교와 반복 처리에 따라 filtering factor는  $\chi$ 에서  $\chi'$ 으로 수정된다. 임계값이내의 T-counter를 만족하는 filtering factor가 결정되면, T-selector가 객체를 선택한다. T-selector에 의해 선택된 객체 외에는 제거되어 filtering된 동적 약도를 생성한다.



(그림 9) Filtering 처리기의 구조

### 7. 구현 설계

(그림 10)은 구현을 위한 디자인을 나타낸 것이다. Generalization은 각 세부 연산자를 3 레이어 각각에 대하여 별도의 알고리즘으로, 출력 level값에 따라 다른 기준으로 구현한다. Generalization을 거친 각 레이어 데이터는 filtering 처리 함수에 의해 임계값 이하로 조절된다. Generalization과 filtering을 처리하는 각 함수들은 표준 라이브러리를 이용하여 구현한다.



(그림 10) 구현을 위한 Design

(그림 10)에서 generalization의 세부 알고리즘은 <표 1>

과 <표 2>와 같다. 여기서 제시하는 내용은 완전한 것은 아니다. 본 논문이 핵심으로 하는 것은 이 알고리즘이 아니라 동적 지도를 생성하는 메카니즘의 개발이기 때문이다. <표 1>과 <표 2>의 내용은 앞으로 얼마든지 재정의가 가능하며 향후 반복적 실험을 통하여 개선해 나가야 할 과제이다.

<표 1> Low-level generalization 연산자

연 산	출력 레벨	기본도 레이어 (B-layer)	마일스톤 레이어 (M-layer)	관심 레이어 (I-layer)
selection	leve 10	도로 객체만 선택 +4차선 이상 도로 선택	레이어별 1개 선택	반드시 1개 선택
	leve 11	도로 객체만 선택 +2차선 이상 도로 선택	레이어별 1개 선택	반드시 1개 선택
	leve 12	도로 객체만 선택 +모든 도로 선택	레이어별 1개 선택	반드시 1개 선택
elimination	leve 10	None	( $M0 < M1 < M2$ ) M0개 이상이면 레이어별 우선 순위에 의해 삭제	None
	leve 11	None	M1개 이상이면 레이어별 우선 순위에 의해 삭제	None
	leve 12	None	M2개 이상이면 레이어별 우선 순위에 의해 삭제	None
simplification	leve 10	line으로 차원변환 +B0개의 point로 제한	line → point area → point	line → point area → point
	leve 11	line으로 차원변환 +B1개의 point로 제한	line → point area → point	line → point area → point
	leve 12	B2개의 point로 제한	line → point area → point	line → point area → point
aggregation	leve 10	None	None	None
	leve 11	None	None	None
	leve 12	None	None	None

<표 1>은 각 레이어별 low-level generalization 연산자를 나타낸다. Low-level generalization은 selection, elimination, simplification, aggregation 연산자로 구성되며, 레이어별로 별도의 세부 알고리즘을 정의한다.

먼저 기본도 레이어에서 selection은 도로의 차선 속성 정보를 이용하여 각 출력 축척별로 도로를 선택한다. Level 0에서는 4차선 이상의 도로를, level 1에서는 2차선 이상의 도로를, level 2에서는 모든 도로를 선택한다.

기본도 레이어의 simplification 연산은 level 0와 level 1에서는 하나의 line으로 객체를 간소화한다. 그리고 생성된 도로의 line은 일정 개수 이하의 point로 제한한다. B0, B1, B2는 상수로서 실험적으로 정한다(단,  $B0 < B1 < B2$ ). 이때, point의 선택 우선 순위는 꺾인 각도의 크기에 의해

결정된다.

마일스톤 레이어에서는, 각 레이어별로 한 개의 객체만을 선택한다. 마일스톤 레이어에는 관공서 레이어, 은행 레이어, 상점 레이어 등이 포함될 수 있는데 각각의 레이어에 우선 순위를 부여할 수 있다. 우선 순위를 유명한 시설물, 관공서 등에 높이 부여하여 생성지도에 포함될 확률을 높이는 것이다. 이 정책이 마일스톤의 elimination 연산에 적용되어 있다. 여기서 M0, M1, 그리고 M2는 실험적으로 정해지는 상수값이며  $M0 < M1 < M2$ 의 제약조건을 가진다. 마일스톤 레이어에서의 simplification 연산은 line과 area 모두를 point로 바꾼다.

관심 레이어는 어떤 출력 레벨이든지 반드시 한 객체만 선택되며 마일스톤 레이어와 같이 객체를 모두 point로 변환된다.

<표 2> 사용자 인터페이스 처리 generalization 연산자

연 산	출력 레벨	기본도 레이어 (B-layer)	마일스톤 레이어 (M-layer)	관심 레이어 (I-layer)
Displacement	leve 10	None	충돌 객체 조사, 재배치	None
	leve 11	None	충돌 객체 조사, 재배치	None
	leve 12	None	충돌 객체 조사, 재배치	None
Exaggeration	leve 10	B_color	M_color	I_color
	leve 11	B_color	M_color	I_color
	leve 12	B_color	M_color	I_color
Symbolization	leve 10	None	symbol + 범례생성	symbol
	leve 11	None	symbol + 범례생성	symbol
	leve 12	None	symbol + text + 범례생성	symbol + text

<표 2>는 사용자 인터페이스 처리를 위한 generalization 연산자들의 세부 알고리즘을 제시한 것이다. 가장 많은 삭제가 일어나는 마일스톤 레이어는 레이어별로 하나의 객체만 선택된다하더라도 소속적으로 출력될 경우 표시 위치에 충돌이 발생할 수 있다. 이때 충돌 객체를 조사하여 재배치한다.

기본도 레이어, 마일스톤 레이어 그리고 관심 레이어는 무선 이동 장치가 칼라(color)를 지원할 경우 각각의 색으로 표현한다. 칼라를 지원하지 않을 경우, 관심 레이어를 가장 짙은 명암으로 표현하며 그 다음 마일스톤 레이어, 기본도 레이어 순으로 명암을 부여한다.

기본도 레이어를 제외한 두 레이어들은 심별로 point 좌표를 표시한다. 대축척(level 2)일 경우에는 심별과 문자 정보를 함께 나타낸다. 나머지 경우에는 지도 아래쪽에 심별



에 대한 범례를 추가하여 속성정보를 출력하도록 한다. 관심 레이어의 검색 객체는 중앙에 배치하며 재배치는 고려하지 않는다.

<표 1>에서 Sel\_B의 구현 내용은 (그림 11)과 같다. 기본도 레이어는 도로만을 포함하며 레벨값에 따라 객체 선택 기준을 달리 한다는 것을 알 수 있다.

```

Sel_B(B-layer, Level)
{
  for all object(obj) in B-layer
  {
    if(get_class_type(obj) = ROAD)
    {
      if(level = level 0)
        if(get_road_level(obj) >= 4 )
          select obj
      if(level = level 1)
        if(get_road_level(obj) >= 2 )
          select obj
      if(level = level 2)
        select obj
    }
  }
}

```

(그림 11) 기본도 레이어의 selection 연산 예

## 8. 결론 및 향후 과제

본 논문은 기존 데이터베이스를 무선 데이터베이스에 사용하도록 무선 지도를 간략화하는 동적 생성 메커니즘을 제시했다. 이 메커니즘은 generalization, filtering 그리고 사용자 인터페이스 부분으로 구성된다. Generalization은 가상의 3 레이어를 추출하여 각 레이어별로 별도의 연산 처리 알고리즘을 사용한다. Filtering은 generalization된 결과가 대역폭 허용치를 초과하는 경우 filtering factor로 hot area를 구하며, hot area 영역을 벗어나는 경우 선택하지 않는다. 입력 인터페이스는 사용자의 검색을 용이하게 하기 위해 키워드 검색을 지원하며, 출력 인터페이스는 generalization 연산 중 displacement, exaggeration, symbolization으로 처리된다.

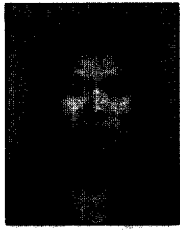
본 논문에서 제시한 기법은 무선 이미지 지도 서비스의 기능을 향상시킬 수 있다. 래스터 데이터(raster data) 지도는 generalization 처리된 후에도 데이터의 증감 없이 동일하나, 여러 그림이 겹칠 경우 제시한 기법을 통해 인지도를 향상시켜 이미지 지도 서비스에 도움을 줄 수 있다. 또한, 벡터 데이터(vector data)를 서비스하는 경우에도 서버에서 전송할 벡터 데이터의 크기를 줄이기 위해 필요한 기술이다.

향후 과제는 이 기법의 설계 내용을 구현하는 것이다. 또한, 구현에 따른 성능 평가도 필요하며 벡터를 지원하는 모

듈을 휴대폰에 지원하기 위한 클라이언트 브라우저(client browser)의 개발도 필요하다.

## 참고 문헌

- [1] 조기환, "이동컴퓨팅 응용기술 : 무선 웹 브라우저를 중심으로", 정보처리학회지, 제5권 제3호, pp.42-48, 1998.
- [2] 이재용, "무선 인터넷 - 계층별 프로토콜 중심으로", 정보과학회지, 제18권 제6호, pp.4-14, 2000.
- [3] <http://www.wapforum.org/>.
- [4] 남기범, 이진명, "무선 웹 기술과 전망", 정보과학회지, 제18권 제6호, pp.32-45, 2000.
- [5] <http://piazza.snu.ac.kr/~minny/automation.html>.
- [6] Weibel, R., "Summary report : Workshop on progress in automated map generalization," Technical Report ICA Working Group on Automated Map Generalization, Barcelona, September, 1995.
- [7] Bo Su, Zhilin Li, Graham Lodwick and Jean-Claude Muller, "Algebraic models for the aggregation of area features based upon morphological operators," INT. J. Geographical Information Science, Vol.11, No.3, pp.233-246, 1997.
- [8] Gary J., Robinson and Fang Lee, "An automated generalization system for large scale topographic maps," Innovations in GIS1, pp.53-63, 1994.
- [9] Geraint LI. Buddy, Christopher B. Jones and Edmund Furse, "A topological structure for the holistic generalization of large-scale cartographic data," Innovations in GIS2, pp.19-31, 1995.
- [10] Giuliana Dettori and Enrico Puppo, "Designing a library to support model-oriented generalization," ACM, 1998.
- [11] J. C. Muller, J. P. Lagrange and R. Weibel, 'GIS and Generalization : Methodology and Practice,' Taylor & Francis, 1995.
- [12] Anne Ruas, "A method for building displacement in automated map generalization," INT. J. Geographical Information Science, Vol.12, No.8, pp.789-803, 1998.
- [13] <http://www.esri.com/library/gis/abtgis/>.
- [14] David M. Mark, "Cognitive models of geographical space," INT. J. Geographical Information Science, Vol.13, No.8, pp.747-774, 1999.
- [15] Andreas D. Blaser, "User Interaction in a Sketch-Based GIS User Interface," COSIT, 1997.
- [16] Heike Tappe and Christopher Habel, "Verbalization of Dynamic Sketch Maps : Layers of Representation and their Interaction," Cognitive Science Conference, 1998.



**김미란**

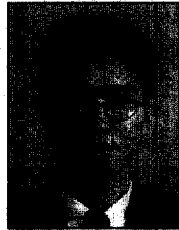
e-mail : frankim@taejo.pufs.ac.kr

1996년 부산외국어대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)

1999년 신라대학교 교육대학원 컴퓨터교육학과(교육학석사)

2000년~현재 부산외국어대학교 대학원 컴퓨터전자공학부 박사과정

관심분야 : 공학데이터베이스, 지리정보시스템, 무선 GIS 등



**최진오**

e-mail : jochoi@taejo.pufs.ac.kr

1991년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)

1995년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)

2000년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)

1991년~1992년 현대전자산업 정보기기사업부 연구원

1998년~1999년 경동대학교 정보통신공학부 전임강사

2000년~현재 부산외국어대학교 컴퓨터전자공학부 전임강사

관심분야 : 공학데이터베이스, 지리정보시스템, 무선 GIS 등