실내 길 찾기를 위한 Indoor LBS 어플리케이션 개발**

- IndoorGML 에디터(Editor) 및 뷰어(Viewer) 개발을 중심으로 -

Development of a Indoor LBS Application for Navigation

- Focusing on Development for an IndoorGML Editor and Viewer -

Author 윤승현 Yoon, Seung-Hyun / 정회원, 버추얼빌더스(주) 선임연구원
최진원 Choi, Jin-won / 정회원, 버추얼빌더스(주) 대표이사*

Abstract Due to an increase in the number of large-scale and high rise buildings, the importance of indoor location information has been highlighted. As a result, seamless three-dimensional space information, linked to various indoor and outdoor services is required. The purpose of this study is to develop a system which can edit and operate indoor space information using the IndoorGML(Geography Markup Language). It provides functions such as converting and editing authoring indoor space using the IndoorGML. Based on defined schema which is the IndoorGML international standardization work, we develop the "Editor" and "Viewer" for the IndoorGML. When indoor space is modeled in an authoring tool, a variety of topologies can be created automatically. These are available to be edited and modified. Moreover, the file of model can be saved as IndoorGML, SBM and KML file. These files are viewed by the "Viewer". Indoor LBS(Location Based Service)is served with these principles.

Keywords BIM, 공간정보, IndoorGML, 실내 길 찾기, 토폴로지
BIM, Spatial Information, IndoorGML, Indoor Navigation, Topology

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 목적

최근 공간정보는 외형만을 표현하던 실외(Outdoor) 공간정보에서 실내(Indoor) 공간을 포함한 3차원 공간정보로 진화되고 있어 3차원 실내외 모델링에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히, 건물의 대형화 및 고층화로 인한 복잡도가 증가함에 따라 실내 위치정보의 중요성이 커지고 있다. 컨벤션, 쇼핑 및 엔터테인먼트 등과 같은 다양한 활동들이 실외로의 이동 없이 이루어지게 되면서 실내공간에서의 생활비중은 점차 높아지고 있다.

따라서 이를 보완할 수 있는 실내외의 끊임없는 3차원 공간정보 구축을 통한 다양한 연계 서비스가 요구되고 있다. 공간정보 응용 분야에서 또한 표준화 및 표준화 관련 연구와 기술 개발은 최근 중요한 현안중의 하나로 간주되고 있다. 현재 실외공간은 대표적인 국제 표준 데

이터모델인 CityGML을 기반으로 3차원 공간정보로 표현이 가능하다. 하지만, 실내공간은 IndoorGML을 기반으로 국제 표준화 작업이 진행 중에 있다.

본 연구의 목적은 실무적인 측면을 우선하여 Open Geo-spatial Consortium, Inc.(OGC)에서 제안한 XML 기반의 실내공간정보 인코딩 표준 방식인 IndoorGML (Indoor Geography Markup Language)를 이용하여 실내공간자료를 편집, 운영할 수 있는 시스템을 설계 및 구현하는 것이다. 즉, 개발된 IndoorGML기반 공간정보 편집시스템에서 실내공간을 저작한 후 IndoorGML파일 형식으로 변환 및 편집할 수 있는 시스템을 연구 개발하고자 한다. 이를 기반으로 실내 길 찾기 기능을 제공하는 어플리케이션을 개발하는 것이 최종 연구 목적이다.

1.2. 연구 방법 및 범위

본 논문에서는 현재 국제 표준화 작업을 기반으로 정의된 스키마를 기반으로 실내공간 IndoorGML을 편집하고 가시화할 수 있는 에디터(Editor)와 뷰어(Viewer)를 개발한다. 첫 번째로, 실내공간저작 도구1)에서 실내공간

* 교신저자(Corresponding Author); lab@vbuilders.co.kr

** 본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(11첨단 도시G11)에 의해 수행되었습니다.

을 저작한다. 공간 데이터와 함께 다양한 기능의 토폴로지가 모델링과 동시에 자동으로 생성된다. 이 때, 토폴로지는 공간의 연결성을 노드와 링크로 표현하며, 이는 실내공간에서의 이동이 가능한 실내 길 찾기의 기초가 될 수 있다. 두 번째로, 토폴로지의 편집 및 수정이 가능한 기능을 개발한다. 세 번째로, 실내외 정보 교환 및 파일 호환을 위해 IndoorGML 파일, SBM(Smart Building Mesh)²⁾ 파일, KML(Keyhole Markup Language) 파일로 저장이 가능한 기능을 구현하며, 이러한 파일들은 뷰어에서 가시화 될 수 있다. KML 파일은 구글맵(실외정보)과 연동될 수 있으며, 실외 네비게이션의 연속선상에서 실내이동 및 경로 탐색이 가능할 것으로 사료된다. 네 번째로, 실내 길 찾기 서비스가 가능한 위치기반서비스(Location-based service)어플리케이션 프로토타입을 구현한다. 본 연구에서는 어플리케이션 기능 중 길 찾기 기능에 한정하여 테스트하고자 한다.

2. 이론 고찰

2.1. 공간 정보 생성 구성

(1) BIM 기반 공간 모델링

2차원 도면 작성에 의한 설계 프로세스로는 건설 분야의 다양한 요구사항을 수용하는데 한계에 이르렀으며, 수많은 정보를 다양하게 활용할 수 있는 BIM(Building Information Modeling)과 같은 정보 모델기반의 설계 프로세스가 그 대안으로 평가받고 있다. BIM기술은 객체의 속성정보를 데이터베이스화 하여 활용함으로써 건설과정에서의 자동화된 물량산출 및 분석 등을 가능하게 하며, 대부분의 BIM 소프트웨어들이 3차원 기반의 형상 모델링을 지원하고 있어, 기존의 2차원 방식에 비해 보다 효율적이고 정확한 디자인 검토를 가능하게 한다. 본 연구에서는 기 개발한 실내공간저작 도구를 활용하여 공간을 2D와 3D 데이터를 직관적으로 가시화 하고자 한다. 벽체, 문 등의 컴포넌트 수정 및 편집을 통한 공간의 형상 및 속성정보를 구성할 수 있다.

(2) 토폴로지 정의

스페이스 토폴로지(Space Topology)는 공간 정보를 구조화하기 위한 방법으로써 실내 공간 내 길 찾기 경로 설정에 적용할 수 있다. 토폴로지는 기본적으로 그래프 구조를 가지고 있는데 반하여, 건축물에서의 공간은 유클리드 평면 공간을 의미한다. 따라서 유클리드 평면 공간을 유의미한 그래프 구조로 변환 한다. 토폴로지 형성

을 통해 노드(node)와 에지(edge)가 생성된다. 각각의 토폴로지 특성에 따라 공간과의 연결성, 장애물 회피, 개폐구 위치 파악 등이 가능하며, 이는 실내 경로 제공을 위한 기능으로 본 연구에서는 4가지로 분류하였다. 토폴로지 종류에 따른 기능 및 가시화 표현은 <표 1>과 같이 분류할 수 있다.

<표 1> 토폴로지 종류별 정의와 특징

종류	가시화	속성
zone topology		<ul style="list-style-type: none"> - 존이란 벽체 등의 물리적 건축구성 요소에 의해서 둘러싸여진 스페이스의 부분집합을 의미 - 존 노드(zone node)와 존 에지(zone edge)로 구성됨 - 존 토폴로지에서는 존 에지는 공간의 연결 관계를 나타냄 - 존 에지의 길이는 유클리드 공간에서의 거리를 의미함 - 존 에지의 길이에 가중치를 부여해서 공간의 연결성 및 근접성 등의 속성 생성이 가능함
path topology		<ul style="list-style-type: none"> - 유클리드 공간 내에서 에이전트가 필드 내의 두 공간을 이동할 경우에 두 지점을 최단거리로 이동 할 수 있는 경로들의 모든 경우의 경로를 나타냄 - 한 노드에서 다른 노드로의 최단 경로는 에지로서 나타낼 수 있음 - 두 지점을 이어주는 최단 경로는 복수가 될 수 있음 - 옴스터클 노드는 장애물(실내공간의 경우 가구 및 집기류 해당)의 사방에 4개의 노드가 자동으로 형성됨
connector topology		<ul style="list-style-type: none"> - 커넥터 즉 실내공간의 경우 출입구를 노드로 하는 토폴로지로서 이 커넥터 노드간의 연결은 같은 공간에 속한 커넥터들은 에지로서 연결됨 - 같은 존에 위치한 커넥터를 에지로서 연결됨 - 커넥터 토폴로지에서는 에지의 길이는 무의미하며 커넥터와 커넥터 사이의 연결 관계를 나타냄
zone-connector topology		<ul style="list-style-type: none"> - 존 노드와 커넥터 노드를 이용하여 만든 토폴로지로서 커넥터를 고려한 공간 간의 연결 관계를 나타냄 - 존-커넥터 토폴로지에서는 에지의 길이는 무의미함 - depth는 한 존에서 다른 존으로 이동 시 지나가야 할 문과 공간의 수를 나타냄

2.2. 공간 정보 서비스

(1) 실내 공간 정보 서비스 개요

공간정보를 구성하는 가장 기초적인 방법은 ISO 19107(Spatial Schema) 표준이 있다. 국제 공간정보 표준화기구OGC(Open GeoSpatial Consortium)가 개발한 GML(Geographic Markup Language), 도시의 3차원 명세를 위해 5단계(Level0-Level4)의 LoD(Level of Detail)를 지원하는 XML 기반의 CityGML, 미국 구글이 Google Earth를 위해 사용하는 KML등이 있다. 하지만

1) 본 연구에서 사용 한 공간저작도구인 GongBuilder는 통합 건축물 모델링 도구로서 공간템플릿 및 벽체, 슬래브, 문, 가구와 같은 건축물 컴포넌트를 기반으로 공간을 저작하고 변경할 수 있다.
2) SBM은 BIM공간 데이터에서 속성정보를 제외한 형상정보(Geometry)만을 가진 가벼운 구조이다.

이러한 기술들은 모두 실외의 공간정보들을 기술하는 방법으로 빌딩 내를 구분한 것은 CityGML만이 존재하는 것으로 사료되어진다. 또한 빌딩 내를 기술하는 공간 정보 기술로는 최근 BIM 기술이 사용되고 있다. 현재 Building Smart IAI에서 개발한 IFC가 다양한 서비스에서 사용할 수 있는 실내 공간 기술 방법이다. 하지만 BIM에서 사용되는 데이터들은 일반 사용자들이 가장 중요시하는 인테리어에 대한 요소가 표시되지 않는 것이 일반적이며 모바일 서비스에서 사용하기에는 파일의 크기나 파일이 담고 있는 내용이 일반 사용자들을 위한 용도가 아닌 것으로 사료된다. 즉, 건설 목적의 공간 정보의 구성방법과 다른 IT 서비스나 스마트 서비스를 위한 실내 공간정보 구성방법이 필요하다.

(2) 실내공간 정보 데이터 모델

실내공간 정보 데이터 모델 국제 표준인 IndoorGML은 LBS 혹은 실내 네비게이션 시스템을 구축하고 작동시키기 위해 요구되는 실내 공간 정보를 표현하고 교환하기 위한 스키마를 일컫는다. 지형적 실내공간의 시멘틱 모델과 연결하기 위하여 정의된 공간정보 가시화 인터페이스를 지원한다. CityGML과 IFC와 같은 3차원 데이터 모델과 상호보완적인 표준으로, 3차원 데이터 모델에 제약받지는 않으며 아래 <그림 1>과 같이 GPL³⁾, SBM, IFC, KML 등 다양한 실내공간정보로부터 IndoorGML을 유도하고, 유도된 IndoorGML은 3차원 실내 데이터 모델과 함께 다양한 응용분야에 활용될 수 있다. 본 연구에서는 길 찾기 서비스(Indoor Navigation)에 기능을 한정지어 프로토타입을 개발한다.

<그림 1> IndoorGML을 이용한 실내 길 찾기 서비스

(3) 실내공간 정보 서비스 어플리케이션

스마트폰의 비중이 증가함에 따라 사용자의 위치 정보가 중요해지고 있다. 라이프 로깅(life logging), 지오타깅(geo tagging) 등 새로운 개념의 모바일 어플리케이션의 비중이 높아지고 있는 가운데, SNS(Social Network Services)의 증가 추세와 더불어 이동단말에서 직접 내용을 입력하는 모바일 블로깅(mobile blogging)이 일반화 되면서 포스팅 하는 시점의 사용자의 위치정보를 포함한다거나 사진파일에 그 사진을 찍은 위치정보를 실는

3) GPL은 버츄얼월드에서 개발한 공간저작도구의 입력 파일 포맷이다.

것과 같이 스마트폰을 사용하는 데에 있어 위치 정보를 이용하는 새로운 서비스가 증가하고 있다. 또한 사용자의 위치를 기준으로 가까운 순서대로 검색 결과를 보여주는 서비스도 사용자의 위치 정보를 필요로 하는 예이다. 이러한 위치기반 서비스(Location Based Services, LBS)는 사용자의 위치정보를 이용하여 사용자에게 보다 유용한 정보를 제공하는 것이 그 목적이라고 볼 수 있다.

<표 2> 실내공간 정보 서비스 어플리케이션 사례

사례	화면 예시	설명
Fastmall		<ul style="list-style-type: none"> - 현재 위치에서 근처에 있는 화장실 찾기 (모바일 단말기를 상하로 흔들면, 현재의 위치 인식 후, 가까운 위치의 장소 정보 제공: 흥미 유발)기능 - 본인이 주차한 곳 알림 기능 등 제공 - 유모차를 가지고 있는 사용자 혹은, 장애인(휠체어) 등에 따라 적합한 경로 제공
Nokia Indoor Navigation		<ul style="list-style-type: none"> - 야외 공간에서는 GPS를 이용한 Outdoor 네비게이션으로 이용하다가, 실내공간으로 들어서게 되면 자동적으로 실내 네비게이션 모드로 전환 됨 - 사용자의 소지품에 센서를 부착하면, 물건 분실 시 알림기능과 함께 잃어버린 물건의 위치 표시 알림 기능
Indoor Navigation and eMuseum		<ul style="list-style-type: none"> - 전시공간에서 관람객의 위치를 지도에 가시화 - 관람객이 전시품에 가면, 해당 정보가 모바일 단말기에 제공
BWM Micro Navigation and Indoor Location		<ul style="list-style-type: none"> - BMW 자동차에 내부에 장착하여 prototype 구현 - 마이크로 네비게이션은 주행 시, 어떤 경로가 원할한지 파악한 후, 해당 경로로 길을 안내함 - 사전에 도착지의 주차지역을 예약할 수 있음 - 외부 주행 후, 주차장(실내)으로 진입하면, 실내네비게이션 모드로 전환

위 <표 2>에서 사례들을 살펴보면, 현재 실내공간 정보 서비스는 2차원 지도 기반으로 서비스를 제공하고 있다. 실제 공간에서 사용자의 길찾기 및 서비스 제공의 편의를 위해서는 3차원 기반 가시화 기능을 추가해야 할 것으로 사료되어 본 연구에서는 가시화 기법을 2D와 3D로 분류하였다. 또한 현재까지 개발된 어플리케이션들은 IndoorGML 파일포맷에 기반하여 구축한 사례가 없는 것으로 판단된다.

3. BIM기반 실내 공간 모델링

3.1. BIM기반 건물 모델링 시스템

(1) BIM기반 실내공간 저작 도구 구성

BIM기반 실내 공간 저작 도구는 크게 어플리케이션(Application), API(Application Program Interface), 코어(Core) 모듈로 구성되어 있다. API 모듈에는 모델링 API를 기반으로 하여, 길 찾기를 위한 LBS API를 추가하고자 한다. 코어(core)모듈은 크게 뷰어(Viewer), 매니저

(Manager), DB 등으로 분류할 수 있다. 공간을 저작하는 방법은 우선 2D 기반으로 벽체를 그리는 것이다. 벽으로 둘러싸인 공간은 스페이스(Space)로 자동 인식된다. 여기에 오픈링 컴포넌트(문, 창문 등)를 배치하여 층별 공간을 구성한다. 수직 및 수평 이동을 위한 계단 및 엘리베이터를 설치하고, 기타 가구 및 집기류를 배치한다. 공간 및 컴포넌트를 기반으로 하여 토폴로지 형성이 이루어진다. 이렇게 구성된 실내 공간은 스케치 뷰와 2D공간 뷰, 3D모델 뷰로 가시화 되어 표현된다.

<그림 2> 실내 공간 저작 도구 시스템 구성

(2) BIM 기반 공간 정보 작성에 의한 토폴로지 생성

공간정보를 조직적으로 작성하기 위해서 위에서 언급한 공간저작도구를 사용하여 실내공간 데이터를 형성한다. 본 연구에서 사용하는 건축 공간 데이터 중에서 공간의 인접, 연결 관계는 그래프 형식으로 나타나는 토폴로지 데이터가 자동적으로 생성된다. 이 토폴로지에서는 공간의 인접관계를 두 공간 사이에 이용자가 출입할 수 있는 개구부의 존재유무에 따라서 결정하였다. 연결 관계에 있어서 기본적으로 일반적인 건축물의 경우, 모든 공간은 연결되어 있다고 할 수 있다. 현재 위치(출발지)에서부터 목적지까지의 길 찾기 경로선택은 실내공간에 있어서 각 실간의 연결 구조를 나타내는 스페이스 토폴로지에 근거한 기존의 최단경로 찾기를 이용한다.

공간정보를 구조화하기 위한 방법으로 실내 길 찾기 경로 설정 등에 영향을 미치는 스페이스 토폴로지 기능 개발을 진행하였다. 토폴로지 사용처에 따라 5개의 세부 토폴로지 사용이 가능하다. 공간 간의 연결 관계를 나타내는 토폴로지 작성, 출입구 간의 연결 관계를 나타내는 토폴로지 작성, 공간·출입구를 고려한 연결 관계 토폴로지 작성, 공간 내에서 길 찾기를 위한 토폴로지 작성, 공간 내 최단거리 이동경로 토폴로지 작성 등의 기능을 구

<그림 3> 공간 모델링과 다양한 토폴로지 형성 가시화

현하였다. 본 연구에서는 토폴로지를 다음과 같은 방법으로 작성한다. 첫째, 해당 공간의 공간노드와 출입구노드 및 공간의 폴리곤의 정점을 추출 한다. 둘째, 추출한 정점으로 완전 그래프(complete graph)를 작성한 다음, 작성된 간선 중에서 그 공간 폴리곤을 벗어나는 간선을 삭제 한다. 셋째, 모든 공간에 대해서 위의 1, 2번의 작업을 반복해서 시설물 전체의 공간토폴로지를 작성 한다. 각 존과 존 에지는 속성명(text), 속성값(int, double, array, text)과 같은 데이터 포맷의 속성을 가질 수 있도록 한다. 기존 토폴로지에 근거한 알고리즘 외에 Sub-spacing에 의한 단일 공간 내 세부적인 속성 부여가 가능하다. 건물 내부의 정보를 다양하게 표현하기 위하여, 공간을 분리하고, 각 영역이 저마다 다양한 용도 및 속성을 가질 수 있도록 할 수 있다. 본 토폴로지를 통해 사용자가 지정한 목적지의 최단거리를 구할 수 있다.

<그림 4> 공간정보 토폴로지 설계도

설계된 토폴로지는 위상 관계 정보뿐만 아니라, 3차원 공간의 위치도 포함하며, 공간상의 한 위치를 나타내는 요소를 노드(Node)라고 정의하고, 두 개의 서로 다른 노드 사이의 연결 정보를 에지(Edge)라고 정의한다. 하나의 대상 공간의 토폴로지는 두 개의 파일로 정의되며, 각각 노드 정보와 에지 정보를 담고 있고, 모든 파일은 텍스트 문서로 작성되며, 확장자나 파일명에 제한이 없다.

하나의 노드는 다음과 <표 3>과 같은 정보로 구성된다. 데이터타입은 메모리에 저장 될 때의 형태이며, 파일에서는 문자열 상태로 작성되어 있으므로 적당한 방법으로 이 문자열을 해당하는 데이터타입으로 변환 되어야 한다. 하나의 노드는 텍스트 파일 상태로 다음과 같이 쉼표로 구분된 하나의 행으로 표시된다.

하나의 에지는 다음과 같은 정보로 구성 된다. <표 4>에서 데이터타입은 메모리에 저장 될 때의 형태이며, 파일에서는 문자열 상태로 작성되어 있으므로 적당한 방법으로 이 문자열을 해당하는 데이터타입으로 변환 되어야 한다. Edge ID와 Node ID는 서로 관계가 없으므로 중복되어도 상관없으며, 하나의 에지는 텍스트 파일 상태로 다음과 같이 쉼표로 구분된 하나의 행으로 표시된다.

마 분석을 수행한다. NRS(Node-Relation-Structure)를 통해 공간과 공간의 연결성은 간단한 토폴로지, 3차원 공간은 2차원 공간에서 노드로 정의된다. 공간의 경계는 에지로 표현하며, 듀얼그래프는 이와 같은 방식으로 형성된다.

<그림 5> IndoorGML 에디터 스키마 전달

본 논문에서 개발한 IndoorGML 에디터는 사용의 편의성을 증대시키기 위하여 토폴로지 설정 및 편집 기능을 추가하였다. <그림 6>은 토폴로지 편집 기능의 예를 보여주고 있다. 노드 선택 후 삭제 및 수정이 가능하며, 노드와 링크의 색상 변환 또한 가능하다.

<그림 6> 토폴로지 생성 및 편집 기능

(3) IndoorGML 뷰어(Viewer) 개발

IndoorGML 에디터를 활용하여 공간정보 및 토폴로지를 볼 수 있는 뷰어를 구현하였다. 이 뷰어는 2D와 3D 데이터를 직관적으로 가시화하여 3차원 공간 기반 모니터링을 위한 가시화 기능을 제공한다. <그림 7>은 IndoorGML 뷰어 개발 과정을 보여주고 있다.

IndoorGML 가시화 요소는 모든 객체 및 공간정보가 단순 표면으로 이루어져 있으며, 글로벌좌표를 이용한다. 메인 프레임은 MFC를 이용하였으며, 표면의 지오메트리(geometry)생성은 다각형의 메시(mesh)를 쉽게 생성하기 위해 OpenCASCADE와 Ogre3D를 이용한다.

<그림 7> IndoorGML 뷰어 스키마 전달

IndoorGML 데이터는 에디터(모델러)와 뷰어에서 각각 살펴볼 수 있다. 에디터에서는 모델링 툴의 사용자 인터페이스를 이용하여 사용자가 미리 정의된 건축 객체를 이용하여 모델을 저작한다. 사용자의 명령은 데이터에 반영되고 데이터는 다시 시각화되어 사용자에게 현재 데이터의 상태를 보여주게 된다. 데이터 상의 모델은 화면에 시각화를 위한 메시데이터(Mesh Data)와 메시가 나타내는 공간, 혹은 공간을 만들어내는 요소들의 건축적 의미 정보를 나타내는 속성(Attribute), 그리고 기본적인 건축적 성격 외에 목적에 따라 부여할 수 있는 그 밖의 정의로 구분이 가능하다. 이러한 각각의 정의들은 미리 약속된 모델 데이터의 형태로 저장이 가능하다. 모델에서 얻어진 건축물은 공간을 만들어내고 특히 실내공간에 대해서는 IndoorGML에서 정의된 정보 단위로 대응시키는 것이 가능하다. IndoorGML에서 정의된 객체를 기록하는 룰에 따라 모델의 실내 정보가 기록되고, 결국 이 정보는 XML 확장자 형식으로 저장된다. 뷰어에서는 데이터 형태에서 제한된 모델에 대한 정보는 시각화와 사용자 인터페이스를 통해 화면에 표시되고 조작이 가능하다. 모델에서 추출한 실내 공간의 속성과 특징들은 효과적인 시각화 정의를 통해 사용자에게 인식 방법을 제공하는 것이 가능하다. 또한 사용자 인터페이스를 통해 정보의 다양한 활용이 가능해진다.

<그림 8> IndoorGML 데이터 흐름도

4. IndoorLBS 어플리케이션 개발

4.1. 실내공간 길 찾기 어플리케이션 개발

(1) 실내공간 길 찾기 개요

IndoorGML 뷰어 기능을 이동이 간편한 모바일 디바이스에 탑재하여, 길찾기 어플리케이션 프로토타입을 개발하고 서비스 테스트를 진행하였다. 본 연구에서는 우선 대형 공간을 대상으로 테스트를 진행하였다. IndoorLBS

에 최적화 된 토폴로지 기술을 적용함으로써 실내측위 기술과 함께 최적화 된 실시간 길안내 토폴로지 서비스를 제공할 수 있는 것으로 사료된다.

공간분할(Sub-spacing)에 의한 단일 공간 내의 세부적인 속성을 부여한다. 장애물 등 비영구적인 공간 속성 입력 및 결과의 경로 탐색 및 길찾기에 활용 할 수 있다. 기존 저작도구에서 개발한 향상된 경로탐색 알고리즘을 적용하여 공간분석 모듈과 연동이 가능하다. 향후 고도화된 경로탐색 모듈과 실내공간의 상황인지 모듈이 연동할 경우 지능적인 실시간 실내 공간 길 찾기 탐색기능을 구현할 수 있을 뿐만 아니라 실내공간정보 기반 서비스 매칭 등의 실효성 있는 시스템을 개발할 수 있다.

<그림 9> 길 찾기 기능을 위한 기능 모듈 설계 다이어그램

<표 6> 실내공간 길 찾기 서비스 개념

분류	As is	To be
고품질 지도 서비스	- 대형 공간의 경우 일정 크기 이상 확대 시 확대가 불가능 - 모든 공간에 대한 동일한 인지성을 주는데 한계가 있고 모의 주행이 불가능	- Vector기반 지도로 초대형 공간 안내를 위한 지도 확대에 따른 화질 저하 없음 - 모든 매장/시설에 대한 인지성 부여 및 보행자 관점 모의 주행 제공
편리한 사용성 제공	- 3D의 경우 자유도가 너무 높아 화면 회전 기능 사용 시 어려움 - 터치, 스피크 등 일반 스마트폰 사용자들이 익숙하지 않은 조작 방법을 사용	- 기존 스마트폰 사용자가 예측 가능한 조작방법 및 사용성 제공 - 지도 조작을 위한 버튼을 최소화하고 한 손으로 제어 가능한 조작 방법 제공(지도 확대/축소 제외)
세계 최초의 실내공간 정보 표준기술 도입	- 국제 공간정보 표준화기구에서 표준 제정 중(2013년 6월 공표)이며 국토해양부 등 국내 표준화 기구에서 적극적으로 지원 - 표준이 지정된 실외 공간정보 외에는 자체적인 포맷을 사용하여 서비스간 호환성 부족	- 국제 공간정보 표준화기구에서 표준 제정 중인 실내공간정보 표준 포맷의 세계 최초 상용화 - 국토해양부, 건설기술연구 등 국내 공간정보 표준화기구에서 지향하는 공간정보 표준 사용

실내공간 길 찾기 서비스 개념의 첫 번째 특징은 고품질 지도 서비스 기능을 제공하는 것이다. 벡터(Vector)기반 지도로 초대형 공간 안내를 위한 지도 확대에 따른 화질 저하가 없도록 한다. 모든 매장 및 시설에 대한 인지성 부여 및 보행자 관점의 모의 주행을 제공한다. 두 번째 특징은 편리한 사용성을 제공하는 것으로, 기존 스마트폰 사용자가 예측 가능한 조작방법 및 사용성을 제공하고자 한다. 지도 조작을 위한 버튼을 최소화하고 한

손으로 제어 가능한 조작 방법을 제공한다. 세 번째 특징은 세계 최초의 실내공간 정보 서비스 제공으로, 표준 기술 도입국제 공간정보 표준화기구 OGC(Open Geospatial Consortium)에서 표준 제정 중인 실내공간정보 표준 포맷의 상용화를 제공하고자 한다.

<그림 10> 실내공간 길 찾기 서비스 플로우

(2) 실내공간 길 찾기 서비스 어플리케이션 개발

IndoorGML 뷰어를 이용한 길 찾기 서비스 모델을 위해 시스템 프레임워크를 설계하였다.⁴⁾ 프레임워크는 실행시간 환경을 정의하는 실행환경과 이를 기반으로 한 어플리케이션 개발 환경, 그리고 전체적인 프레임워크의 운용에 관련 된 운영 환경으로 구성된다. 서비스 그룹의 개념 설명은 아래 <표 7>과 같이 분류 되어진다.

실내공간 길 찾기 서비스 구현을 위한 서비스 프로세스는 <그림 10>과 같이 최종 목적지를 POI(Point of Interest)형태로 제공하고, 이를 기반으로 출발지에서 목적지까지의 길안내가 제공되는 방식이다. 여기에서 출발지는 실시간 위치 추적을 통한 현재 위치가 기본값이 된다. 길 찾기 서비스에서 길안내를 누른 화면에서 팝업이 뜨고, 선택이 되면 지도/길안내가 실행된다. 그리고 해당 층의 실내공간 지도가 2D에서 제공 된다. 여기에서 POI와 현재 위치가 다른 층에 있을 경우 해당 층의 2D 지도를 노출시키는 것으로 제한을 두고자한다.

<그림 11> 실내공간 길 찾기 서비스 개발 화면 기형

4) 윤승현, 3차원 실내공간정보 통합플랫폼을 위한 Framework 기반 연구, 한국실내디자인학회학술발표대회논문집 제14권 1호, pp.210-213

<표 7> 실내공간 길 찾기 서비스 개념

어플리케이션	서비스 그룹	서비스	설명
LBS UI	공간정보 가시화	2D 가시화	단말기에서 IndoorGML 공간정보를 TopView의 2차원차원으로 가시화하는 기능
		3D 가시화	단말기에서 IndoorGML 공간정보를 3차원차원으로 가시화하는 기능
		정보 레이더링	단말기에서 공간정보상에 주제별 지도를 좌표체계를 통일하여 중첩하여 가시화 함
		매쉬업	단말기에서 공간정보 상에 POI 값들을 표준화된 좌표체계에 맞추어 가시화 시키는 기능
	POI 가시화	POI 가시화	스마트 서비스에 전달된 POI정보의 유형에 따라 사전에 정의된 가시화 기법으로 POI의 아이콘 혹은 화면 처리를 하여 가시화 시키는 기능
		POI 가시화 옵션 설정	POI의 유형에 따라 가시화할 이미지를 선택할 수 있도록 정의하는 기능
	길 찾기	길 찾기 가시화	공간정보 상에 길 찾기 결과를 매쉬업 기법을 이용하여 2D 및 3D로 가시화하는 기능을 지원함
		출발지/도착지, 옵션 설정	단말기에서 사용자가 선택한 출발지, 도착지, 서비스 옵션 입력 값을 표준화된 좌표로 전환하여 길찾기 서비스에 호출하는 기능
	위치추위 플랫폼	위치정보 송/수신 서비스	실행 환경의 위치정보 처리 서비스에서 보정된 위치좌표를 단말기로 수신하는 기능
	LBS 실행환경	공간 통계	Smart Service Server F/W에서 받고 POI정보와 실내측위 플랫폼의 위치정보를 공간정보를 기반으로 통계 분석하여 유동인구, 혼잡도 등의 결과를 공간 단위, 속성 별로 통계화하는 기능 지원함

공간정보와 토폴로지 형성을 기반으로 향후에는 센서를 통해 현재 위치를 입력받고, 출발지에서부터 도착지점(원하는 지점 선택)까지의 실내 공간 길 찾기 기능이 가능하다. 대형 쇼핑몰과 같은 쇼핑을 위한 공간에서 사용자들이 주로 필요로 하는 기능은 매장 검색, 편의시설 검색, 이벤트 장소 검색 등을 기반으로 길 찾기 기능을 구현할 수 있다. 건물 내에서 모든 이동이 이루어지므로, 실내공간에 대한 위상정보와 속성정보를 통해 경로검색 및 길 안내를 수행할 수 있다. 보행자를 위한 경로 안내 시스템과 같은 응용에서는 최단 경로 찾기, 우회 경로 찾기 등의 다른 공간으로 이동할 수 있는 기능이 요구된다. 또한 길 찾기 기능을 기반으로 피난 경로 대피 안내 서비스가 가능하다. 소방 방재 시스템 등과 같은 응용 프로그램에서는 피난 경로 찾기, 조난자 찾기, 진입경로 찾기 등과 같은 길 찾기 기능이 주로 요구되고 있다. 피난 경로 찾기는 실내의 상황에 따른 경로 검색이 가능해

야 하므로, 시맨틱 한 실내 공간 정보와 형상 정보, 그리고 위상정보, 기하정보가 필요하다.

<그림 12> 실내공간 길 찾기 서비스 개발 실행 화면(화면 예시)

5. 결론

시설물의 대형화, 복잡화에 따라 다중이용시설물에 대한 실내공간정보 서비스 요구가 증가되고 있다. 이러한 요구에 맞춰 실내공간정보 서비스를 위한 기반 기술을 연구하고 프로토타입을 개발하고자 하였다. 실내공간제작 도구 기반으로 현재 국제 표준화 작업이 진행 중인 실내공간을 표현하는 IndoorGML포맷을 편집하고 가시화 하는 에디터와 뷰어 기능을 개발하였다. IndoorGML 에디터는 3차원 실내 공간을 듀얼그래프로 표현하여 경로(path), 존(zone)등의 다양한 토폴로지를 설정 및 편집하는 기능을 제공한다. 토폴로지 및 공간 데이터는 IndoorGML 표준 스키마를 통한 출력 및 입력 기능이 가능하며 IndoorGML 뷰어는 2D와 3D 데이터를 직관적으로 가시화하여 3차원 공간 기반 모니터링을 위한 가시화 기능을 제공한다.

실내 길 찾기를 위한 IndoorGML 에디터 및 뷰어의 기능 구현을 연구 개발 한 결과, 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 지형적 실내공간의 시맨틱 모델과 연결하기 위하여 정의된 공간정보 가시화 인터페이스를 지원한다.

둘째, CityGML과 IFC와 같은 3차원 데이터 모델과 상호보완적인 표준으로, 3차원 데이터모델에 제약받지는 않으며 GPL, IFC, KML, 2차원 평면도와 같은 다양한 실내공간정보로부터 IndoorGML을 유도하고, 유도된 IndoorGML은 3차원 실내 데이터 모델과 함께 다양한 응용분야에 활용될 수 있다.

또한 개발한 IndoorGML 에디터 및 뷰어를 기반으로 실내공간 길찾기 서비스를 구현 해 보고자 모바일 디바이스 기반 어플리케이션을 개발하였다. 어플리케이션은 BIM모델링제작도구를 이용하여 공간의 3D콘텐츠를 구축하고 최적화 된 토폴로지를 제공한다. 이를 바탕으로 모바일 IndoorLBS 기술을 적용하여 완성하였다. 실내공간 길찾기 어플리케이션의 기능은 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 현재 모바일 기기를 소지하고 있는 사용자의 현재 위치를 POI 형태로 가시화 한다. 이를 출발지점으로 설정가능하며, 사용자가 원하는 위치를 선택 한 후 경로 찾기를 요청하면 2D 및 3D 기반으로 경로 안내가 시작된다. 둘째, 실내공간 데이터가 공간별, 층별 정보 및 공간의 속성정보를 포함하고 있기 때문에, 사용자는 POI를 통하여 해당 공간의 정보를 손쉽게 파악할 수 있다.

본 연구에서 제시한 기법은 실내 길 찾기 안내 시스템 뿐만 아니라 실내 공간 정보 가시화 표출 및 다양한 공간기반 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 또한 IndoorGML을 활용한 다양한 3차원 분석 및 가시화에 응용 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 향후에는 실내 공간에 국한되지 않는 실내외를 연동하여 실외부터 실내까지 끊임없는 서비스 제공 기술 개발로 발전할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Ki-Joune Li, Indoor Spatial Awareness Project and indoor Spatial data model, The Journal of GIS Association of Korea, Vol.16 No.4, 2008
2. 윤승현·조수연·최진원, 3차원 실내공간정보 통합플랫폼을 위한 Framework 기반 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회논문집 제14권 1호, 2012
3. 주치현·김준석·이기준, CityGML에서 유도된 IndoorGML의 생성방법, 한국지형공간정보학회 추계학술대회, 2012
4. 박용진, GML 지도 가시화 서비스 및 태깅을 이용한 POI 관리 도구 개발, 한국인터넷정보학회 통권 제9권 3호, 2008
5. 박정대, CAAD와 GIS 데이터 상호운용을 위한 정보표준에 관한 기초적 연구, 대한건축학회 제24권 제8호, 2008
6. 김윤태, 실내 위치 서비스를 위한 스마트 공간정보 고찰 : IndoorGML 중심으로, 한국BIM학회 정기학술대회논문집, 2012
7. 유상준·정무용, 가상현실을 이용한 공동주택 피난 Wayfinding 평가도구 개발에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회논문집 제28권 1호, 2008
8. ArchiSpace, 국제 표준 IndoorGML 지원한다, CAD&Graphics, 2012
9. Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org/>
10. 한국전자신문, 실내공간정보 국제표준 한국이 주도한다, http://www.etnews.com/news/computing/informatization/2575826_1475.html
11. IndoorLBS, <http://www.indoorlbs.com>
12. IndoorLBS Application 예시, <http://lab-sf.tistory.com>

[논문접수 : 2013. 07. 19]

[1차 심사 : 2013. 08. 22]

[게재확정 : 2013. 09. 06]