

CityGML에서 유도된 IndoorGML의 생성 방법 Method for Generating IndoorGML Derived from CityGML

주치현*, 김준석, 이기준

Chi-Hyun Joo*, Joon-Seok Kim, Ki-Joune Li

부산대학교 공간정보협동과정 석사과정(chjoo@pnu.edu)

부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정(joonseok@pnu.edu)

부산대학교 컴퓨터공학과 교수(lik@pnu.edu)

요약

건물이 대형화되고 복잡도가 증가함에 따라 실내공간의 위치기반 서비스에 대한 필요성이 요구되고 있다. 실내에서 위치기반 서비스를 제공하기 위해서는 연결성 즉, 방들 간의 위상관계를 가진 데이터 모델이 필요하다. IndoorGML은 실내공간 서비스에 적합하게 위상관계에 비중을 두고 개발된 포맷이다. 본 연구에서는 기존 CityGML 포맷으로 구축되어있던 데이터를 실내공간의 서비스에 적합한 포맷인 IndoorGML로 유도하는 과정에 대해서 소개한다. 이 방법을 적용하면 기존에 구축되어있던 실내 데이터를 재사용하여 실내 위치기반 서비스에 적합한 데이터의 구축비용과 시간을 절감할 수 있다.

1. 서론

건물이 대형화됨에 따라 실내공간의 복잡도 또한 증가하고 있다. 이에 따라 실내공간에서도 위치기반 서비스의 필요성이 대두되고 있다. 예를 들어 대형 상가나 백화점에서 위치기반 서비스가 제공된다면, 효율적인 구매경로의 탐색이 가능하다.

실내에서 위치기반 서비스를 제공하기 위해서는 연결성 즉, 방들 간의 위상관계를 가진 데이터 모델이 필요하다. 이런 위상관계를 잘 표현한 모델에는 IndoorGML[4]이 있다. IndoorGML 데이터를 통해 위치기반 서비스를 하기 위해서는 실내공간 데이터의 구축이 선행되어야 할 것이다. 하지만 IndoorGML은 표준화 과정 중에 있기 때문에 IndoorGML의 데이터를 구축하는 도구는 전무한 실정이다. IndoorGML의 위상정보를 따로 구축하는 것 보다, 기존의 실내공간을 표현하는 모델인 CityGML[3]의 건물모델 그리고 IFC (Industry Foundation Classes)[2] 데이터 모델을 활용하여 데이

터 유도과정을 통해 IndoorGML로 변환시킨다면 데이터 구축의 비용과 시간을 줄일 수 있다.

본 연구에서는 기존에 구축되어있는 CityGML 건물모델의 데이터를 IndoorGML 포맷으로 유도하는 과정에서 생기는 문제점과 이슈에 대해 소개한다.

2. 관련연구

실내공간의 표현하는 데이터 모델에는 표준 데이터 포맷인 CityGML의 건물모델, IFC가 대표적이다.

CityGML은 3차원 도시 모델의 저장 및 교환을 위한 포맷이다. CityGML의 건물모델에서 방과 같은 실내공간은 *gml:Solid*, *gml:MultiSurface*, *_BoundarySurface* 타입으로 표현된다. *gml:Solid*와 *gml:MultiSurface*는 독립적인 방의 기하정보만을 표현하지만, *_BoundarySurface*는 바닥, 천장, 벽면 등의 객체이며 실내공간은 이러한 *_BoundarySurface*들로 구성된다. 문은 *gml:MultiSurface*로 표현된다. 만약, 방이

_BoundarySurface 타입의 정보를 가지고 있다면 문이 존재하는 *_BoundarySurface* 에는 문 정보가 포함되어 있다.

IFC는 건설 분야에서 건물의 계획과 디자인, 건설, 관리에 있어서 정보를 공유하기 위한 목적으로 개발된 포맷이다. IFC는 2D/3D CAD 프로그램에서 다루는 단순한 기하 데이터 모델에서 벗어나 공간에 대한 위상정보를 포함하고 있다. IFC 포맷은 IFCExplorer CityGML- IFC Converter[1] 통해서 IFC에서 CityGML로의 포맷전환이 가능하다. 그래서 본 연구에서는 CityGML에서 IndoorGML로 유도하는 것만을 고려한다.

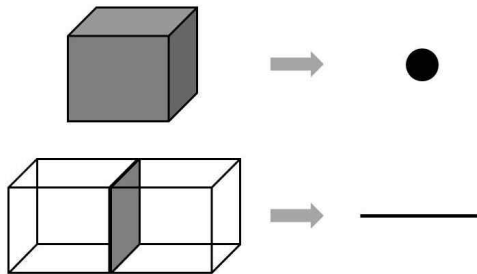


그림 1. Poincare Duality

실내공간에서의 이동객체 추적, 이동경로 표현 등의 서비스를 위해서는 IndoorGML로의 유도가 필수적이다. IndoorGML은 그림 1에서와 같은 Poincaré Duality를 이용해 3차원의 방을 0차원의 점으로, 2차원의 면을 1차원의 선으로 표현한다. IndoorGML은 방과 그 연결관계를 그래프의 형태로 표현한다.

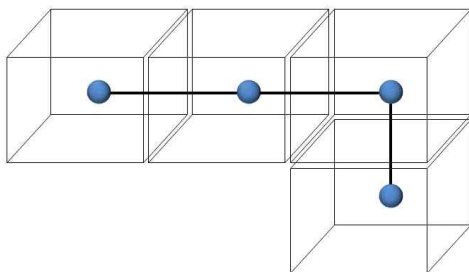


그림 2. IndoorGML에서 연결정보의 표현

그림 2는 4개의 연결된 방을 Poincaré Duality로 변환하고 그 연결관계를 표현한 것이다. IndoorGML은 점으로 표현된 방을

State, 선으로 표현된 연결정보를 *Transition* 형태로 변환하여 하나의 레이어에 구성요소로 포함시킨다. 하나의 레이어는 단순히 방과 방사이의 위상정보만을 가질 수도 있고, 사람이 이동 가능한 이동경로를 표현한 것일 수도 있으며, 센서의 위치를 나타낸 것일 수도 있다. 이런 다양한 정보를 가진 레이어 여러 개를 겹쳐 다중 레이어 그래프를 만들면 실내공간의 위치 기반 서비스에 유리한 데이터 모델이 된다.

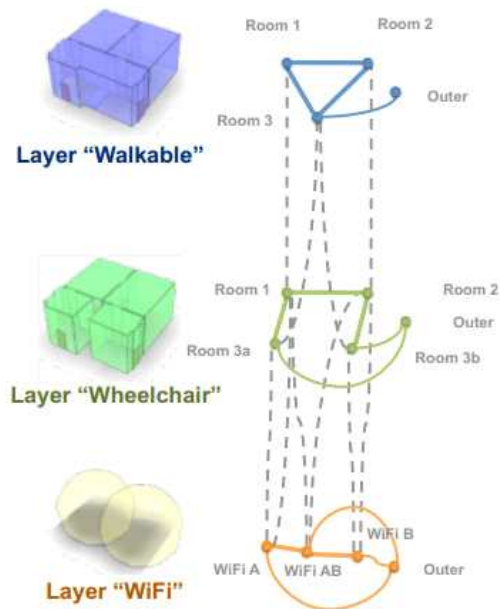


그림 3. 다중 레이어 그래프

그림 3은 여러 개의 레이어를 겹친 다중 레이어 그래프이다. 그림 3은 총 세 가지의 레이어를 표현하고 있다. 위에서 아래로 살펴보면 첫 번째 레이어는 사람이 걸어서 이동할 수 있는 이동경로를 그래프로 나타낸 것이다. 두 번째 레이어는 Room3의 가운데에 휠체어로 이동할 수 없는 부분이 존재하여 Room3을 두 개의 *State*로 나누어 표현하였다. 세 번째 레이어는 2개의 WiFi의 도달범위와 겹쳐지는 범위를 그래프로 나타낸 것이다. 각 레이어의 *State*는 다른 레이어의 대응되는 *State*와 점선으로 연결되어 표현된다. 예를 들어 이동객체가 WiFi A *State*에서 WiFi AB *State*로의 이동이 감지되었다고 할 경우, 이에 대응되는 *State*인 Room3a 혹은 Room3에서 Room1로의 대

략적인 이동이 있었다고 할 수 있을 것이다. WiFi가 아닌 좀 더 위치 측위가 정교한 센서를 이용한다면, 정확한 이동객체의 위치를 알 수 있다.

3. IndoorGML의 생성 방법

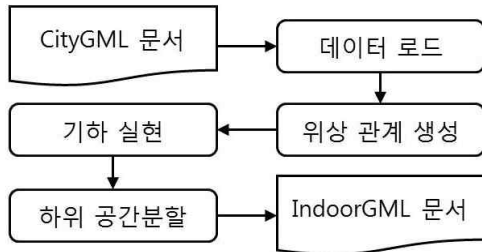


그림 4. 변환과정

그림 4는 CityGML에서 IndoorGML로 데이터가 유도되는 과정을 나타낸 그림이다. 먼저 CityGML 문서에서 필요 데이터를 로드한 후 위상 관계를 생성하고, 기하 실현 과정을 거친다. 마지막으로 하위 공간분할 과정을 거치면 CityGML에서 유도된 IndoorGML 데이터가 생성된다.

1) 데이터 로드

CityGML 인스턴스 문서로부터 XML파서를 이용해 데이터들을 가져온다. IndoorGML 포맷으로 전환시 기본적으로 필요한 정보는 CityGML로 표현된 건물의 문과 방에 관한 기하정보와 객체이름이다.

2) 위상 관계 생성

로드된 CityGML 데이터의 방 객체가 위상관계를 정의하는 *_BoundarySurface* 요소를 가지고 있으면 좀 더 쉽게 방과 방 사이의 연결 관계, 방과 문의 포함관계를 알 수 있다. 하지만, 모든 CityGML의 데이터가 *_BoundarySurface*를 포함하지 않기 때문에 본 연구에서는 단순한 기하 정보만을 가지고 방의 위상관계를 재구성하였다.

기하정보를 가진 방과 문 객체는 Postgis에서 제공되는 교차연산을 통해 붙어있는 방과 방, 방과 문간의 위상관계를 생성하게 된다. 예를 들어, 거실과 주방과 같이 문이 없이 공간이 구분된 경우, 가상의 문을 만

들어 주는 과정이 필요하다. 그 뒤, 방과 문간의 위상관계를 정의하게 되는데 이 과정을 거치게 되면 로드한 모든 객체의 위상관계가 정의되게 된다.

3) 기하 실현

모든 위상관계가 만들어졌으면 그것을 실제로 표현해내는 기하정보를 가진 *State*와 *Transition*을 만드는 과정이 필요하다. *State*는 방의 대표점이 되는데 단순히 대표점을 무게중심으로 설정하면 무게중심이 방 외부에 존재할 수도 있다. 이 경우 제대로 된 *State*라 할 수 없을 것이다. 이를 방지하기 위해 Skeletonization 알고리즘을 활용한다.

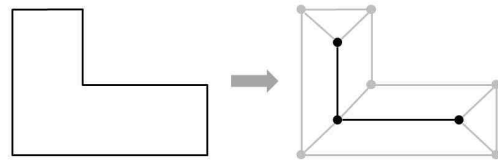


그림 5. Skeletonization 알고리즘

그림 5은 Skeletonization 알고리즘을 사용하여 다각형을 골격형태의 선분으로 만든 예제이다. 위의 알고리즘을 활용하면 방의 중심을 지나는 선이 만들어지게 된다. 생성된 선 위의 한 점을 대표점으로 설정하게 되면 *State*가 방의 외부에 위치하게 되는 경우를 방지할 수 있게 된다.

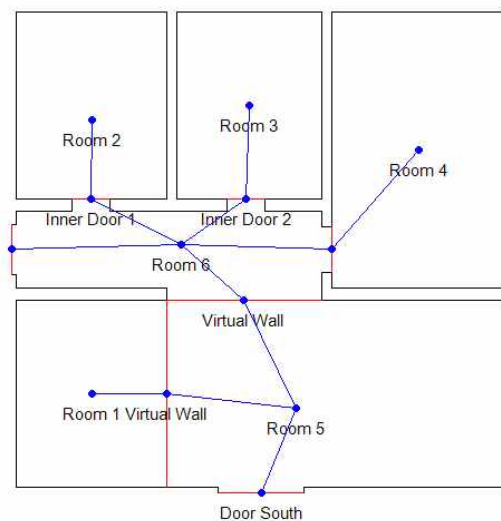


그림 6. 위상 관계 생성

그림 6는 위상관계가 정의된 모든 객체를, 각각 하나의 *State*로만 나타낸 그림이다. 이 경우 정의된 위상관계를 단순히 객체의 대표점만을 고려하여 *State*와 *Transition*을 구성하였기 때문에 실제 사람의 이동경로와는 거리가 있다.

4) 하위 공간분할

위상구조와 방과 문의 대표점만을 가지고 네트워크를 구성하면 사람의 실제 이동경로를 반영하지 못한다. 사람의 실제 이동경로를 고려한 *State*와 *Transition*을 구성하기 위해서는 방의 하위 공간분할이 필요하다. 하위 공간분할은 사람의 이동 패턴을 반영하고, 분할된 공간의 *State*는 분할되기 전 특정 *State*에 집중된 *Transition*을 분산시키는 효과를 가진다. 사람의 이동 패턴을 반영한 하위 공간분할은 또 하나의 연구 주제이므로 본 연구에서는 사용자들이 *State*를 수동으로 편집하는 것으로 대체한다.

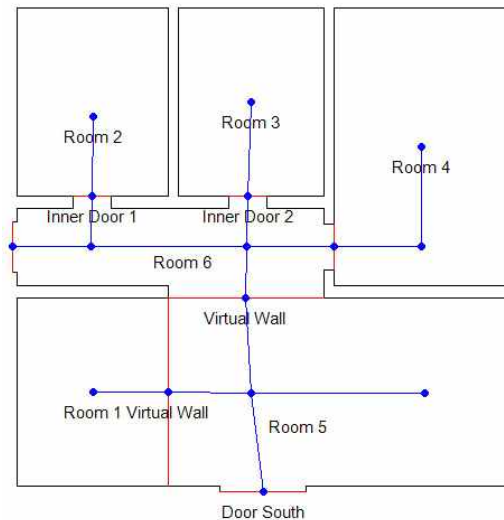


그림 7. 실제 이동경로를 고려한 네트워크

그림 7은 그림 6과 비교해볼 때, 사람의 행동 패턴을 바탕으로 한 하위 공간분할이 이루어진 후, *State*의 생성 / 이동 / 삭제가 행해졌다. Room6의 기존의 *State*가 삭제되고 새로운 2개의 *State*가 추가되었다. 그리고 Room4와 Room5의 *State*가 각각 하나씩 추가되었고, Room5의 기존 *State*는 사람의 이동경로에 맞추어 이동되었다.

생성된 모든 정보들은 IndoorGML 포맷으로 데이터가 출력된다. 출력된 데이터는 IndoorGML 스키마에 적합하며 최종적으로 완성된 *Transition*과 *State*정보를 담고 있다.

4. 결론

본 연구에서 개발한 툴의 사용으로 인해 CityGML 포맷을 사용자의 간단한 조작으로 IndoorGML 포맷으로의 유도가 가능하게 되었다. CityGML 건물모델의 데이터를 IndoorGML로 변환함으로써 구축되어 있는 데이터를 재사용하는 것이 가능해졌다. 차후에는, IFC데이터를 포함한 다양한 데이터 포맷들을 IndoorGML로 변환 가능하도록 툴의 입력부분 기능을 강화하는 것이 필요하다. 또한 사용자가 *State*를 편집을 최소화 하도록 사람의 이동 패턴을 반영한 다양한 하위 공간분할 옵션을 만들어서 자동적으로 *State*와 *Transition*을 구성하도록 해야겠다.

감사의 글

본 연구는 두뇌한국21사업과 국토해양부 첨단도시개발 연구개발사업의 연구비지원(11첨단도시G11)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] IFCExplorer CityGML - IFC Converter, <http://www.iai.fzk.de/www-extern/index.php?id=1566>
- [2] ISO, 2005, ISO/PAS 16739 Industry Foundation Classes Release 2x Platform Specification (IFC2x Platform)
- [3] Open Geospatial Consortium Inc., 2008, City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard
- [4] Open Geospatial Consortium Inc., 2010, Requirements and Space-Event Modeling for Indoor Navigation