

3차원 격자체계 기반 도시통합관리 방향

안종욱 안양대학교 스마트시티공학과 부교수

1. 머리말

3차원 격자체계란 지상, 지하, 수중, 공중 등 모든 공간을 3차원으로 관리할 수 있는 입체격자체계를 의미한다. 이는 기존 2차원 공간 중심의 공간정보 관리체계를 3차원으로 확장한 것이다. 실세계 공간상의 절대 위치를 3차원 격자 형태로 정의하고 입체격자에 다양한 도시정보의 저장·관리·분석 등을 수행함으로써 국토의 효율적 관리에 활용할 수 있다.

도시는 지속적으로 고층화·지하화·복합화 되고 있다. 이에 따라 도시는 점점 더 재난재해에 취약하고 환경이 파괴되며 시설관리에 여러 문제가 발생하고 있다. 이러한 도시문제를 해결하고자 과거에는 시설을 개선하거나 확충하는 방법을 썼다. 그러나 4차 산업혁명 기술기반의 지능정보사회에서는 도시시설물에 설치된 수많은 센서와 CCTV에서 생성·수집된 데이터를 기반으로 문제를 해결하고자 한다.

특히 스마트시티가 확산됨에 따라 실세계를 가상화해 도시를 관리하고자 디지털 트윈 스페이스(Digital twin space)와 같은 3차원 공간정보의 필요성이 증대했다. 그러나 3차원 공간정보를 활용해 도시를 관리하려면 우선적으로 좌표체계 기반의 위치참조 체계가 필요하다. 또한 끊임없이 생성되고 수집되는 다양한 도시정보를 효과적으로 처리할 수 있는 새로운 기술도 필요하다. 본고에서는 국토교통 R&D를 통해서 개발한 3차원 격자체계 기술을 알아보고 이를 기반으로 한 도시통합관리 방향과 향후 발전 방향을 제시하고자 한다.

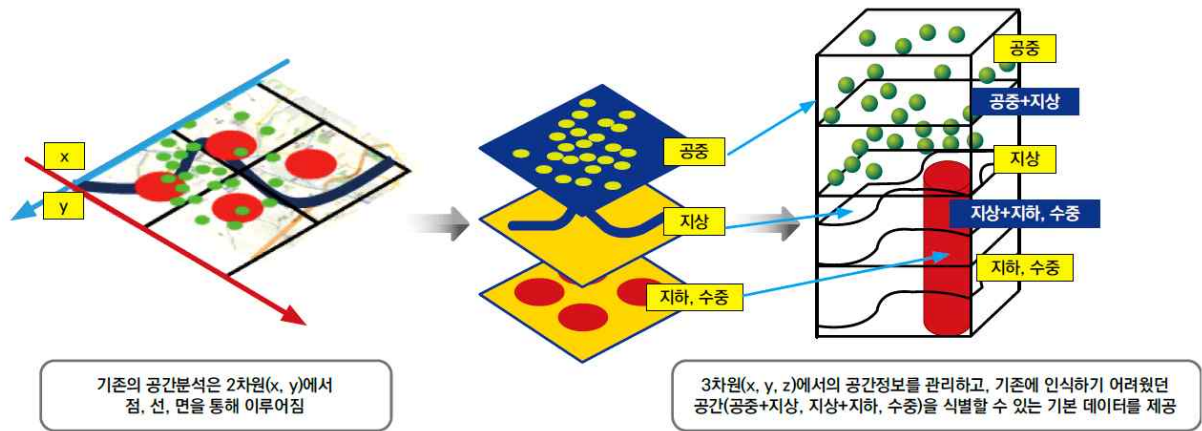
2. 3차원 격자체계 기술

2.1 3차원 격자체계 구조

3차원 격자체계는 새로운 위치체계로서 경위도 좌표계를 기준으로 격자의 크기를 분할한다. 이때 높이(깊이)를 고려해 구상격자(The spheroid grid)로 공간을 분할한다. 격자의 범위는 사람이 활동하는 범위를 고려해 항공기의 최고 비행높이인 지상 10km와 유·무인 잠수정의 최대 잠항 깊이 지하 10km로 설정한다. 격자의 크기는 지구를 10개로 분할한 36°로 설정하며 최상위 레벨의 크기가 결정되면 하위레벨의 크기는 팔진트리(Octree) 분할 기법을 활용하여 일정하게 분할된다.

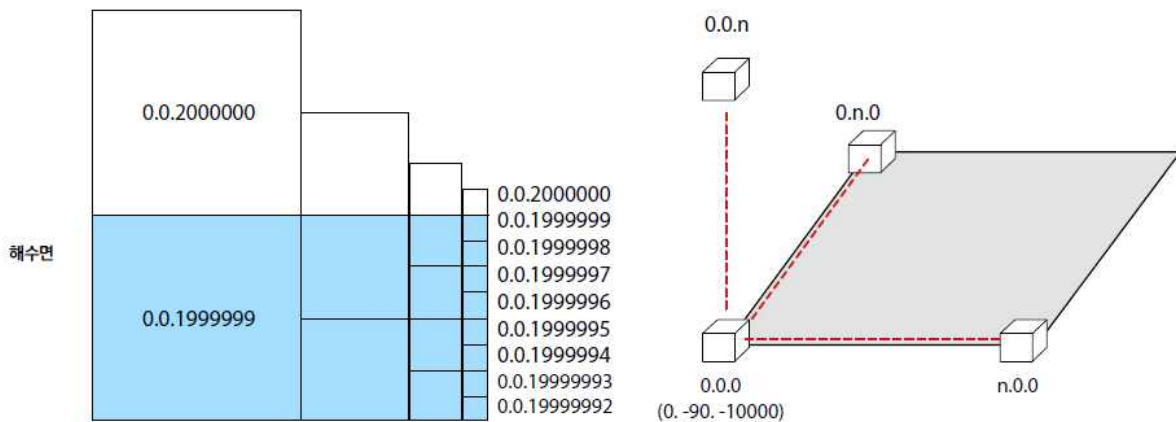
3차원 격자의 고유번호(ID)는 평면을 기준으로 좌 하단을(0,0,0)으로 설정한다. 이러한 경우 해수면 혹은 지오이드를 기준으로 수직 번호가 0부터 시작해 지하일 경우 음수의 ID를 가진다. 따라서 효율적으로 관리하기 위해 수직 부분의 최대 깊이(지하 10km)를 0으로 설정한다. 지하 아래

최대 레벨 개수를 가정하고 해수면에서의 높이 인덱스(Index) 번호는 2,000,000으로 시작한다.



출처: 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2020)

[그림 1] 3차원 격자체계 개념



출처: 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2020)

[그림 2] 3차원 격자 ID 부여 방식 및 체계

2.2 프레임워크

3차원 격자체계 프레임워크는 정보연계 영역(Information area), 핵심 영역(Core area), 서비스 영역(Service area)의 3개 영역으로 구성된다. 정보연계 영역은 정의된 격자 형식에 따라 데이터의 변환 및 저장에 관련된 기술이다. 온·오프라인에 연계된 기본공간정보를 3차원 격자체계 고유 포맷으로 변환하는 기능을 수행하는 3차원 격자체계 데이터 가공 레이어(Data ETL Layer)와 이를 저장·관리하는 데이터 관리 레이어(Data management Layer)로 구성된다.

핵심 영역은 저장된 격자 데이터를 분석해 해당 분석 결과를 화면에 디스플레이하는 가시화 기술이다. 정보연계 영역의 데이터가 3차원 격자체계에서 사용하는 데이터 형식으로 입체격자화(Transform to 3D Geo-spatial Grid)된다. 2D 및 3D 래스터 & 벡터(Raster & Vector) 분석이 가능한 분석 엔진(Analytical engine)과 가시화를 위한 가시화 엔진(Visualization engine)이 포함돼 있다. 특히 점, 선, 면을 연산하는 2차원 공간연산과 더불어 입체격자 기반의 공간연산을 가능하게 하는 3차원 격자체계의 핵심 영역이다.

서비스 영역은 저장된 격자 데이터로부터 응용 프로그램에서 필요로 하는 데이터를 검색하고

그 결과를 클라이언트로 전송하는 기능을 담당한다. 3차원 격자체계의 테이블 데이터(Table data), 메타데이터(Metadata) 등 속성정보를 관리하는 모듈로 구성된 관리 구역(Management area)과 응용 애플리케이션을 개발하기 위한 정보 제공 기능을 갖춘 의사결정지원 제품군(BI suite)으로 구성된다.

2.3 통합 운영기술 개발

3차원 격자체계 핵심기술에 기반을 두고 통합적으로 운영하기 위한 3차원 격자체계 데이터 관리시스템과 소프트웨어 개발 키트(SDK, Software Development Kit)를 개발했다. 이를 통해 3차원 격자체계 데이터 및 레이어를 관리하고 개발하기 위한 각종 라이브러리를 제공한다. 또한 데이터 형식에 따른 3차원 격자 저장·관리 도구를 제공해 서비스를 개발하기 위한 기초를 마련했다.

3. 3차원 격자체계 기반 도시통합관리

3.1 개요

현재 도시를 관리하기 위한 다양한 서비스는 대부분 2차원 기반의 현황 파악과 단순 지도화 서비스로 정보를 제공한다. 또한 각 분야별 업무에 따라 필요한 개별적 시스템에 의해 관리·운영된다. 이에 3차원 격자체계는 지상, 지하, 수중, 공중이라는 연속된 공간적 범위를 대상으로 함에 따라 종합적인 도시관리 서비스를 위해 다양한 정보를 통합적으로 관측할 수 있는 시범 서비스를 개발했다. 1차적으로 각 공간영역별로 운영되는 시스템과 정보를 종합적으로 모니터링하는 기능을 개발해 향후 예측 및 시뮬레이션까지 확장 가능한 기능을 개발하는 발판을 마련하고자 했다. 이를 위해 3차원 격자체계의 핵심기술을 활용한 도시통합관리 서비스 시나리오를 설계했다. 서비스 시나리오는 ① 도시에서 발생하는 다양한 현상(현황)을 통합 모니터링하기 위한 정보 수집, ② 3차원 격자체계 기반 기술을 활용해 3차원 격자 데이터 세트로 정보를 가공한 기초 자료 생성, ③ 3차원 입체격자 엔진으로 3D 격자 모니터링 정보를 가시화해 공간분석을 지원하고 의사결정 자료로 제공하는 것이다.

3.2 도시통합관리 모니터링 서비스(홍수, 미세먼지)

각 공간영역별 도시통합관리 모니터링 서비스는 다각적인 공간범위를 통합적으로 모니터링 할 수 있는 연계 정보와 시각화 정보를 제공하는 서비스로 설계했다. 각 영역(지상-취약시설물 / 지하-지하시설물 / 수중-수위(물) / 공중-미세먼지)별 목적과 부합하게 데이터를 연계하고 모니터링하며 이벤트 발생 시 정보를 표출할 수 있도록 설계했다.

3.3 3차원 격자체계 기반 무인비행체용 VR/MR 서비스

3차원 격자체계는 3차원상에 존재하는 공간정보를 시스템 안에서 표현할 수 있다. 또한 지상, 지하, 수중, 공중에 속하는 공간정보를 통합해 관리가 가능한 체계이다.

본 서비스에서는 VR/MR기반 드론/지형 연계 콘텐츠를 개발하기 위해 3차원 격자체계기반 무인비행체용 VR/MR 서비스 모듈을 설계하고 구현했다. 먼저 VR기반의 무인비행체 및 현황정보

시각화 시스템은 데이터 연계 및 출력의 정보 시각화 기능과 입체격자 체계기반 3차원 공간정보 시각화를 통한 서비스 기능으로 구성된다. 그리고 MR기반의 무인비행체 및 현황정보 시각화 시스템은 입체격자 체계기반 3차원 공간정보상에서 무인비행체 및 무인비행체 현황정보를 제공한다.

4. 맺음말

국토교통 R&D로 개발된 3차원 격자체계 기술은 연계기술 측면에서 데이터 연계·수집 기술과 입체격자 변환 기술로 이뤄진다. 핵심기술로는 입체격자체계 구현 및 갱신 기술, 입체격자 가시화 기술, 입체격자 Auto Scaling 및 공간분석 기술, 통합운영 기술이 있다. 또한 활용기술로 입체격자 기반 도시통합관리 서비스와 스마트 모빌리티 서비스가 시범적으로 개발됐다.

최근 3차원 상에서의 격자 단위 공간데이터 관리와 분석 기법을 많이 시도하고 있다. 이와 관련된 기술은 실시간 데이터 취득 및 취득된 데이터의 전송과 활용 같은 분야에서 새로운 공간데이터 플랫폼으로도 이용 가능하다. 예를 들어 자율주행자동차와 같은 경우에는 국소 지점의 공간데이터를 실시간으로 취득하고 활용하는 전형적인 시스템이다. 그렇기에 격자체계에 기반하며 최근의 스마트시티 및 이에 바탕을 둔 디지털 트윈도 대규모의 센서 데이터와 네트워크 데이터 등을 3차원 격자로 관리할 수 있어 효과적이다.

3차원 격자체계 기술은 기존 2차원 중심의 공간정보 기술 체계를 지능정보시대에 맞춰 혁신하고자 추진한 기초연구다. 이러한 기초연구가 4차 산업혁명과 스마트시티 그리고 디지털 뉴딜의 핵심기술로 활용되려면 3차원 격자 기반 통계 분석, 위치 탐색 및 경로 추적, 패턴 분석, 입체격자 기반 시뮬레이션 기술 등이 추가적으로 개발돼야 한다.

특히 3차원 격자체계와 관련 기술은 전 세계적으로 미개척 분야로서 공공분야의 지원을 통해 빠른 해외시장 선점이 필요하다. 이러한 데이터들의 수요가 폭발적으로 늘어나기 전에 3차원 격자체계 기술을 고도화해 새로운 수요에 대비해야 한다

[참고문헌]

- [1] 국토교통부·국토교통과학기술진흥원, 2020, 3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원기술 개발.
- [2] 국가기후환경회의, 2020, 3차원 미세먼지 공간분포 제공을 위한 방향성 정립.

※ 출처: TTA 저널 제193호

(코로나 이슈로 각 표준화기구의 표준화회의가 연기·취소됨에 따라 TTA 저널로 대체합니다)