

Rapid 3D-GIS기반 메타테이블을 이용한 레이트레이싱 전파분석 시스템 개발

박선래*, 임영재*, 박지상*, 이규철**

*한국전자통신연구원

**충남대학교 컴퓨터공학과

e-mail:sgil13@etri.re.kr, yjlim@etri.re.kr, parkji@etri.re.kr, kclee@cnu.ac.kr

Development of Propagation Analysis System Using Meta-table Based on Rapid 3D-GIS

Sun-Rae Park*, Young-Jae Lim*, Ji-Sang Park*, Kyu-Chul Lee**

*Electronics and Telecommunications Research Institute

**Dept of Computer Engineering, Chung-Nam University

요 약

언제 어디서나 안정된 무선 서비스 제공을 받고자하는 사용자의 요구는 증대되고 국가적으로 유한된 전파자원을 경제적으로 효율적으로 이용하고 신도시 개발과 같은 국토 개발에 따른 국민들의 전파수요에 효과적으로 대처할 수 있는 전파분석 기술이 필요하다. 본 논문에서는 다양한 형태로 취득되는 영상 및 원격탐측 자료를 처리하여 전파분석의 기본 데이터로 사용되는 3차원 공간정보를 신속하고 정확하게 구축하고 건물의 높이가 다양하고 밀집되어 있는 도심지에서 적용될 수 있는 3D Ray-Tracing을 이용하여 전파분석을 할 수 있는 시스템을 제안한다. 이에 기존의 GIS데이터의 갱신 주기가 길어서 발생하는 전파분석 결과의 신뢰성 저하에 대한 문제점을 Rapid Mapping 기술을 통하여 대상지역의 변화를 신속하게 추출한 후 전파분석에 이용함으로써 전파분석의 신뢰성을 높일 수 있다.

1. 서론

현재 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 이동통신서비스에 대한 수요가 급격히 증가하고 있다. 이러한 수요를 충족시키기 위하여 다양한 이동통신 서비스 방식이 개발되고 있고 유한 전파자원에 대한 효율적인 분배 및 관리에 대한 필요성이 증대되고 있다. 더불어 전파예측 모델의 필요성 또한 제한된 전파자원을 효율적으로 활용하고 기지국의 위치를 선정하며 용량을 최대화 하는데 있어서 매우 중요한 의미를 지닌다. 이에 다양한 서비스 개발이 촉진되고 유사 서비스 간 경쟁이 치열해짐에 따라 서비스의 수명주기가 단축되는 반면, 언제 어디서나 안정된 무선 서비스 제공을 받고자하는 사용자의 요구는 증대되고 국가적으로 유한된 전파자원을 경제적으로 효율적으로 이용하고 전파자원의 원활한 수급을 위해 전파자원에 대한 수요와 공급의 변화에 따른 최적의 전파자원 탐색 및 이에 따른 전파자원의 발굴과 분배가 이루어져야한다. 또한, 신도시 개발과 같은 국토 개발에 따른 국민들의 전파수요에 효과적으로 대처할 수 있는 전파분석 기술이 필요하다.

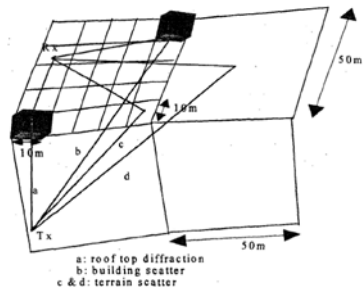
본 논문에서는 다양한 형태로 취득되는 영상 및 원격탐측 자료를 처리하여 전파분석의 기본 데이터로 사용되는 3차원 공간정보를 신속하고 정확하게 구축하고 건물의 높이가 다양하고 밀집되어 있는 도심지에서 적용될 수 있

는 3D Ray-Tracing 이용하여 전파분석을 할 수 있는 시스템을 제안한다.

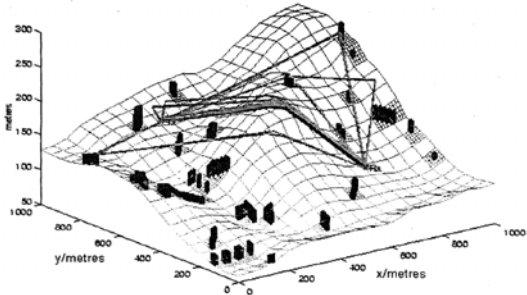
2. Ray-Tracing

도심지에서는 건물 내부의 일부 또는 수개의 건물이 서비스 영역이 되므로 전파 특성이 기지국과 이동국간의 전파환경에 크게 의존하게 된다. 몇 개의 건물 군으로 이루어진 도심지나 건물들의 재질에 따라 반사와 투과 그리고 회절을 겪으며 전파하게 된다. 이러한 다중경로는 경로 손실 및 신호의 지연을 일으킨다. Ray-Tracing 방법은 다양한 환경에서도 정확하게 전파를 예측할 수 있는 방법으로 전계강도의 예측뿐만이 아니라 디지털 통신망 설계에 필요한 채널의 지연분산 특성의 계산을 위하여 매우 유용하지만 계산이 복잡하고 소요시간의 문제로 한계를 가진다. 그리고 컴퓨터의 계산 및 표현(display) 능력이 빠르게 가속화됨에 따라 2차원의 경로 프로파일만을 이용하는 것에서 벗어나 전파 전달 방식인 반사, 굴절 및 산란을 직접 3차원의 산란체에 대하여 계산한다. 이방식은 대상 지역의 지형정보를 직접 사용하여 컴퓨터를 이용하여 모든 수신 위치마다 계산하는 방식이다. 그 예로서, 특정한 지형의 공간 정보를 가지는 GIS 데이터베이스를 이용하여 전자파의 직진 및 회절 현상을 이용한 Ray-Tracing 이 그 한

예이다. (그림 1) 지형정보 데이터인 DTM (Digital Terrain Model) 데이터에 건물정보를 포함시켜 Ray-Tracing을 해석하는 과정과 그 해석 결과를 나타낸 그림이다.



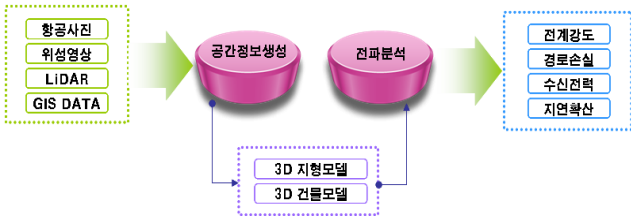
(a) DTM에서 빌딩을 나타낸 3D 모델



(b) 해석된 Ray 결과

(그림 1) 건물정보가 포함된 3D 모델과 Ray-Tracing 방법을 통한 해석결과 표현

3. 제안하는 시스템



(그림 2) Rapid 3D-GIS기반 메타테이블을 이용한 레이트레이싱 전파분석 시스템 개념도

본 시스템은 전파분석에 필요한 3차원 지형정보, 건물 정보 생성을 위한 Rapid 3D 공간정보 생성 시스템과 3차원 공간정보 데이터에 기반 한 정확한 전파분석 결과 예측 및 분석을 위한 3D 공간정보기반 전파분석 시스템으로 구성되어 있다. 사용자의 상호작용을 최소화함으로써 빠른 시간 내에 정밀한 데이터를 구축하는 것이 목표인 Rapid 3D 공간정보 생성 시스템은 항공영상 또는 위성영상으로부터 정사영상 및 수치지형모델(DEM)을 생성하는 Rapid Mapping 모듈, 건물 벽면의 재질정보를 포함하는 3D건물 모델을 생성하는 3D 건물모델 생성모듈로 구성된다. 그리고 이들 모듈로부터 생성되는 3D 공간정보들을 입력으로 한 메타테이블을 이용한 3D Ray-Tracing 알고리즘에 기반하여 단일 전파에 대한 최대 전계강도 및 경로손실 분

석, 협대역/광대역 주파수에 대한 수신전력 분석, 지연확산 분석 등 정확한 3차원 전파분석 및 예측을 수행하는 3D공간정보기반 전파분석 시스템은 전파분석 시뮬레이터 모듈을 포함하고 전파분석 시뮬레이터 모듈을 통해 분석된 전계강도 예측 및 분석결과를 3차원 공간정보 데이터 상에 동적이며 실감적으로 표현하게 된다.

3.1 Rapid Mapping 모듈(3D 지형모델)

이중센서 및 다중영상의 항공삼각측량 기술을 보다 신속하게 수행하여 3차원 공간정보를 제공하게 되는 기술로서 초기 외부표정요소 자동화 추정기술, 이중센서 자동 접합점 자동매칭 기술, Fiducial 정보 템플릿 자동추출 기술, 에피폴라 영상을 이용한 자동 DEM(Digital Elevation Model) 생성 기술로 이루어져 있다. 이중센서 및 다중해상도 영상에 대한 초기 EOP(Exterior Orientation Parameter) 자동화 추정 기술은, 기존 사용자의 수작업이 불가피하고 초기 EOP값의 근사정보가 낮았던 단점을 보완하여 센서모델링 절차에서 이용되어지는 초기 EOP값인, 센서의 위치와 자세를 입력 시 사용자의 입력을 최소화하고 정확한 EOP에 최대한 근사하는 EOP를 자동으로 추정한다.

이중센서 자동 접합점(Tie-point) 자동매칭 기술은 다중 해상도의 스테레오 영상간의 매칭에 적합한 알고리즘을 개발하여, 기존의 수작업으로 인한 작업소요시간을 획기적으로 줄이고 시스템의 효율성을 높여 사용자의 편의성을 제공한다.

Fiducial정보 템플릿 자동추출 기술은 항공사진에 정확한 좌표를 부여하기 위한 초기 내부표정 작업 시 이루어지는 영상좌표와 사진좌표와의 관계를 설정 시 기존의 사용자가 직접 한 장씩 입력하던 방식을 템플릿 매칭 방법을 적용하여 영상번들에 대해 일괄배치로 수행하여 Fiducial Mark 인식을 자동화하고 Subpixel 단위의 정확도를 결정한다.

에피폴라 영상을 이용한 자동 DEM(Digital Elevation Model) 생성기술은 DEM생성을 센서 모델링 결과를 이용하여 자동화하기 위한 것이다. 양질의 DEM생성을 자동화하기 위해서는 스테레오 영상간의 매칭 정확도를 향상시켜야하며 이를 위해 중시차를 제거한 에피폴라 영상을 제작한다.

3.2 3D 건물모델 생성 모듈

본 모듈은 한 장의 고해상도 위성영상 및 이와 함께 제공되는 메타데이터 파일에서 얻을 수 있는 촬영 당시의 위성체 및 태양의 위치정보를 사용하여 단영상에서 건물의 3차원 모델을 생성하는 단영상 기반 3차원 건물모델 생성기능과 수치지도와 입체영상을 활용하여 자동 또는 수동으로 텍스처를 포함하는 고품질의 3차원 건물 모델을 생성할 수 있는 입체영상기반 3차원 시설물정보를 생성한다.

3.3 전파분석 시뮬레이터 모듈

Rapid 3D 공간정보 생성 기술에 의하여 추출된 건물 정보와 지형고도 데이터를 바탕으로 전파분석 사용자가 설정한 시나리오에 의하여 3D Ray-Tracing 분석을 수행하고 Ray tree 생성 및 tree 탐색과정을 줄이기 위하여 스택을 사용하지 않고, 트리의 리프노드들의 주소값을 갖고 있는 메타테이블을 사용하여 트리 탐색 속도를 향상 시키고 분석된 Ray를 바탕으로 전계강도, 경로손실, 수신전력, 지연확산을 결과 값으로 제공한다.

4. 결론

본 시스템은 다양한 형태로 취득되는 영상 및 원격탐측 자료를 처리하여 전파분석의 기본 데이터로 사용되는 3차원 공간정보를 신속하고 정확하게 구축하고 전파분석에 활용 가능케하는 기술이며 기존의 GIS데이터의 갱신주기가 길어서 발생하는 전파분석 결과의 신뢰성 저하에 대한 문제점을 Rapid Mapping 기술을 통하여 대상지역의 변화를 신속하게 추출한 후 전파분석에 이용함으로써 전파분석의 신뢰성을 높일 수 있다.

참고문헌

- [1] 임재우, 권세웅, 문현욱, 운영중, 성향숙, 이경희, 최기갑, 이해영 “지면지형을 고려한 도심 전파 환경 해석에 적합한 개선된 3차원 광선 추적법 관한 연구“ 추계마이크로파 및 전파학술대회 Vol.29 No.3, 2007
- [2] 서충원, 강윤식, 양성봉, “메타 테이블을 이용한 효율적인 레이트레이싱 알고리즘” 한국정보과학회 Vol.33, No.2, 2006
- [3] H.L. Bertoni, "Radio propagation for modem wireless system", Prentice Hall, 2000
- [4] Y.C.Jeong, J.J.Kim, "A subdivision algorithm in Ray Tracing" NuriMedia 2005
- [5] 손해원, 명노훈, “광선추적법을 이용한 마이크로셀 전파환경 예측모델 개발” 한국전자과학회, 전자파 기술 제 10권 제 1호, 1999. 3, pp.2-15