

항공 라이다 데이터 모의생성 소프트웨어 설계

Software Design for Airborne Lidar Data Simulation

민성홍*, 김성준**, 이임평***

Seonghong Min, Seongjoon Kim, Impyeong Lee

서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정*, 박사과정**, 조교수***

{minssy0306, sinus7953, iplee}@uos.ac.kr

요약

Lidar (Light Detection and Ranging, Ladar)는 물체에 반사되어 되돌아오는 광학신호를 관측하여 물체와의 거리를 측정하는 센서로 정밀한 3차원 모델 생성 및 도시지역의 변화탐지 등에 효율적으로 적용될 수 있다. 시뮬레이션은 시스템의 동작을 인공적으로 만들어 내고, 이 동작의 실행을 관찰하여 실제 시스템의 특성을 추론하는 일련의 활동으로, 하드웨어의 설계 및 분석, 보완, 성능 평가 등에 효율적으로 이용된다. 본 연구에서는 Lidar 시스템의 원리 및 구조 분석을 통해서 Lidar 데이터를 시뮬레이션하기 위한 소프트웨어를 설계하였다. Lidar의 특성이 시뮬레이션 소프트웨어에 정확하게 구현되도록 하기 위해 Lidar 동작과 관련된 내부 및 외부요소를 분석하고 기능에 따라 추상화하여 소프트웨어 모듈로 구성하였다. 시스템 내부요소로 송신부, 수신부, 신호/영상처리부 모델과 외부환경요소로 비행환경 모델, 타겟 모델, 대기 모델을 정의하였다. 또한, Lidar 시스템 실행 중에 발생하는 주요 프로세스를 함수 모듈로 정의함으로써, 모듈들 간의 구조적인 관계를 정의하였다. 본 연구의 설계결과는 이후 Lidar 시뮬레이션 소프트웨어의 보다 체계적인 구현에 적용될 예정이다.

1. 서론

Lidar (Light Detection and Ranging, Ladar)는 물체에 반사되어 되돌아오는 광학신호를 관측하여 물체와의 거리 및 물체 표면에서의 신호 반사도를 측정하는 센서로 정밀한 거리 측정과 짧은 시간동안에 넓은 지역을 관측할 수 있는 장점을 가진다. 특히, 항공 Lidar 시스템은 정밀한 3차원 모델 생성 및 도시지역의 변화탐지 등에 효율적으로 적용될 수 있다.

시뮬레이션은 시스템의 동작을 인공적으로 만들어 내고, 이 동작의 실행을 관찰하여 실제 시스템의 특성을 추론하는 일련의 활동으로, 하드웨어의 설계 및 분석, 보완, 성능 평가 등에 효율적으로 이용된다. 이에 Lidar 시스템의 효율적인 설계/보완 및 데이터 활용을 위한 알고리즘 개발을 위한 시뮬레이터 개발의 필요성이 증대하고 있다.

이에 본 연구에서는 Lidar 시스템의 원리 및 구조 분석을 통해서 Lidar 데이터를 시뮬레이션하기 위한 소프트웨어를 설계하였다.

2. 연구방법

일반적으로 소프트웨어는 크고 복잡한 일을 처리하기 위해 우선 작게 나눈 후, 나뉜진 각각의 활동 단위를 일정한 순서로 수행하여 일을 해결한다. 설계란 시스템에서 정의한 기능을 바탕으로 ‘무엇을 어떻게 처리할 것인가?’ 라는 관점으로 기술하는 것이다.(김성홍 외, 2004)

소프트웨어 설계는 다음의 과정으로 이루어졌다. 먼저 시뮬레이션 대상에 대한 원리 및 구조의 분석을 통해 전체 시스템 및 내부 프로세스를 파악한 후, 소프트웨어로 구현하고자하는 시스템의 기능을 명확히 하기 위해, 시스템과 외부의 행위자(A

ctor)의 의사소통을 모델링한 Use Case Diagram을 그린다.(정기원 외, 2006) 분석된 시스템의 프로세스와 Use Case Diagram을 기반으로 소프트웨어 설계의 일반적인 원칙(모듈화, 추상화, 정보은폐, 이해도, 단일화)을 적용하여, 모델과 함수 모듈을 정의한다. 이렇게 정의된 모델간의 관계 및 시나리오를 정의하여, 시스템의 전반적인 설계를 한다. 최종적으로 Lidar simulator의 Block Diagram과 Sequence Diagram을 생성하게 된다. 이 과정을 간단히 정리하면 그림 1과 같다.

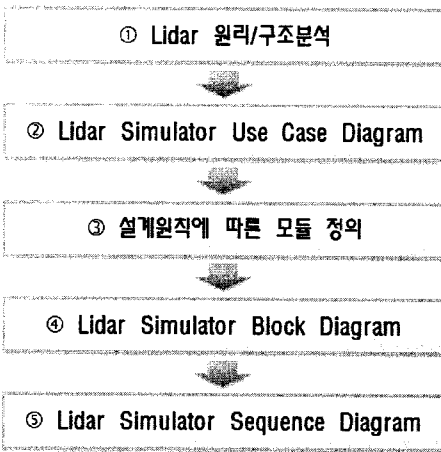


그림 1. 시스템 설계 과정

3. 연구결과

3.1 Lidar 원리 및 구조 분석

그림2는 homodyne Lidar System의 Block Diagram으로 이것을 통해 시스템 내부의 구조 및 프로세스를 분석할 수 있다. Lidar는 먼저 변조된 laser(optical) 신호를 송신하고, 타겟에 반사된 return 신호를 수신한 후, 송/수신 신호를 분석하여, 타겟까지의 거리 및 타겟 표면에서 반사되는 신호의 Intensity를 분석하여 결과를 표시한다.(Kammerman, 1993) 이 과정에서 Lidar의 측정결과에 영향을 주는 외부환경요소로 대기와 타겟의 물질 속성 및 타겟 표면과의 입사각 등이 있다.

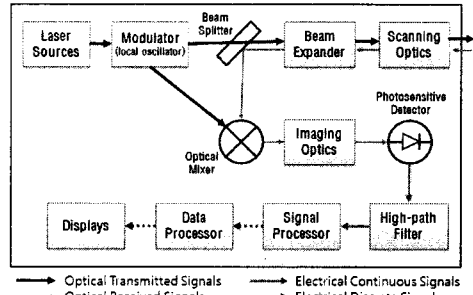


그림 2. Homodyne Lidar의 Block Diagram

3.2 Lidar Simulator Use Case Diagram

Use Case는 행위자에게 의미가 있는 결과를 낳기 위해 시스템이 수행하는 활동의 기술이다. Lidar 시뮬레이터의 Use Case Diagram은 그림 3과 같다.

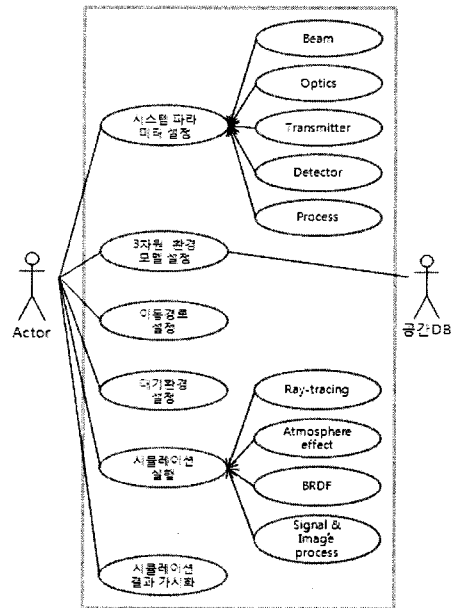


그림 3 Lidar Simulator의 Use Case Diagram

3.3 설계원칙에 따른 모듈정의

Lidar의 Block diagram과 Lidar Simulator의 Use Case Diagram을 기반으로 설계의 일반적인 원칙을 적용하여, 모델과 함수 모듈을 정의하였다.

시스템의 내부뿐만 아니라 시스템의 결과에 영향을 미치는 외부요소를 고려하였

다. 기능을 고려하여 모델을 정의하였고, 모델에서의 프로세스를 고려하여 함수 모듈을 정의하였으며, 그 결과를 Block Diagram과 Sequence Diagram에 적용하였다. 정의된 모델과 함수 모듈은 표 1과 같다.

	모델명	기능
함수 모듈	Atmospheric Function	대기에 의한 신호 크기 변화 계산
	BRDF	타겟 표면에서 반사되는 신호 크기 변화
	DB Access Function	Spatial DB와의 연동
	Ray-Tracing Function	센서와 타겟과의 3차원 위치 관계
	Signal Analysis Function	Lidar 신호 분석 / Lidar 데이터 생성
	Result Analysis Function	LADAR 데이터의 결과 분석
	Visualization Function	3D 데이터 모델의 가시화
모델	Transmitter Model	송신부
	Receiver Model	수신부
	Processing Model	신호처리부
	Flight-path Model	센서의 위치 및 자세
	Target Model	타겟 및 배경
	Atmospheric Model	대기 환경

표 1. 정의된 모델과 함수 모듈

3.4 Lidar Simulator의 Block Diagram과 Sequence Diagram

Lidar Simulator에서 임무수행 주체는 각각의 함수 모듈이며 미리 정의된 시스템 내부의 모델 및 외부 환경 모델과의 상호 작용 및 함수모듈들 간의 상호작용을 통해 개별 모듈로는 성취할 수 없는 수준 높은 기능을 성취하는 방법을 보여 주게 된다.(정기원 외, 2006) 그림 4와 그림 5는 Lidar의 기능에 따라 정의된 모델 및 함수모듈 간의 상호작용 및 Simulator 전체의 시스템 프로세스를 보여주는 Block Diagram과 Sequence Diagram이다.

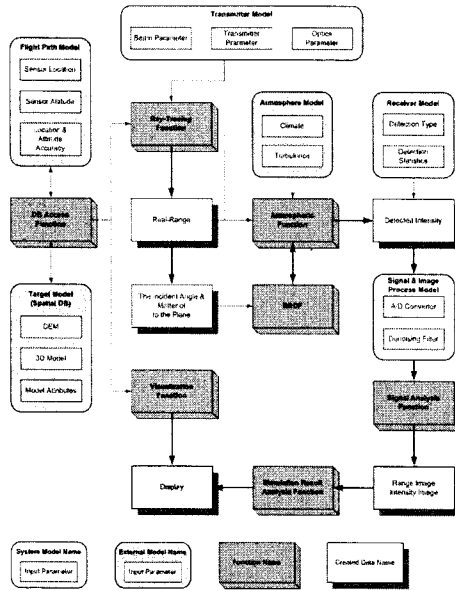


그림 5. Lidar Simulator의 Block Diagram

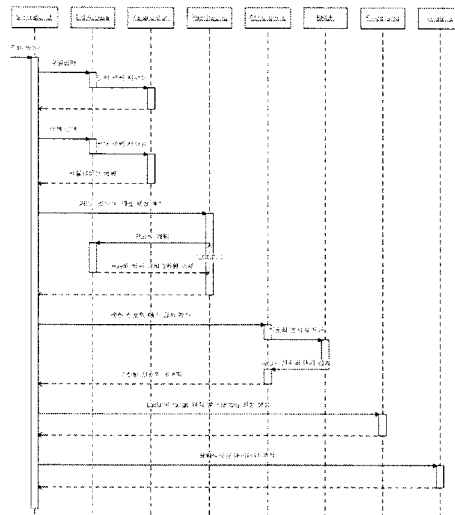


그림 6. Lidar Simulator의 Sequence Diagram

4. 결론

Lidar System의 원리 및 구조 분석과 시뮬레이터의 Use Case 분석을 수행하였고, 이를 통해 Lidar 시뮬레이터의 설계를 위한 다이어그램을 작성하였다.

본 연구의 설계결과는 이후 Lidar 시뮬레이션 소프트웨어의 보다 체계적인 구현에 적용될 예정이다.

감사의 글

본 연구는 한국과학기술원 영상정보특화 연구센터를 통한 방위사업청과 국방과학연구소의 연구비 지원으로 수행되었습니다. (계약번호 UD070007AD)

참고문헌

- 김신홍, 강창원, 2004, *소프트웨어공학*, 21세기사, pp. 88-95
- 정기원, 김종진, 2006, *UML 사례중심 개발단계별 활용법 2/E*, 인터비전, pp.31-59, 213-262
- Kamerman, G. W. 1993, "Laser Radar", *The Infrared and Electro-Optical Systems Handbook Vol.6*, Ch 1, SPIE Optical Engineering Press, pp. 3-9, 35-44.