

실내센서기반 실시간 이동객체 맵핑 시스템

Real time Mapping System for Moving Objects based on Indoor Camera Sensor

이현진*¹, 박소영¹, 유순주¹, 김이화¹, 전철민²

Hyun-jin Lee*¹, So-young Park¹, Soon-ju Yoo¹, Ea-hwa Kim¹
Chulmin Jun²

¹서울시립대학교 공간정보공학과 학사과정, ²서울시립대학교 공간정보공학과 교수
{cometogether99*, psy20750, tnswn86, robber19}@hanmail.net, cmjun@uos.ac.kr

요약

점차 가속화 되는 현대화에 따라 복잡한 구조의 대형 시설 및 교통수단이 증가 되고 있으며 이는 화재 등과 같은 긴급 재난 상황 발생 시의 대형 피해를 초래하고 있다. 본 연구에서는 이와 같은 위험 상황에서의 피해를 최소화하기 위하여 사용되는 실시간 대피경로 안내시스템 구현을 위한 초기 과정으로 실시간으로 이동객체의 위치 정보를 획득하고 이를 건물 데이터 위에 표현하는 실시간 맵핑 시스템을 구현하였다.

주요어 : 실내카메라센서, 위치좌표, 맵핑

1. 서론

대규모 복합 공간 및 지하철과 같은 지하 시설물 등의 증가로 인해 화재 및 지진 등 재난 상황 시 많은 인명 피해 발생이 예상되며 복잡한 실내 구조로 인해 초행자의 경우 긴급 상황 발생 시 대피로의 파악이 어려운 실정이다. 또한 비상사태 발생 시 실내에 있는 사람의 대피를 위한 경로 안내 시스템의 부재와 신속한 구조를 위해 실내에 남아있는 사람들의 위치를 알려주는 시스템의 필요가 증가하고 있다. 따라서 실내 공간에서의 비상사태 발생 시 대피경로 안내를 위한 실시간 대피경로 안내 시스템의 구현을 위해 실시간으로 이동 객체의 3차원 위치좌표를 획득하고 이를 맵핑하는 시스템의 구현이 우선적으로 필요하다.

기존의 맵핑 시스템은 실험자의 위치

를 가상의 공간에 일률적으로 배치하고 이를 가지고 시뮬레이션을 구현한 것과 달리 본 연구에서는 실내 카메라 센서를 통해 획득한 이동객체의 실시간 위치좌표를 이용해 실제 공간을 기반으로 한 맵핑 시스템을 구현하였다. 이를 위해 실내 카메라 센서를 이용하여 이동객체의 3차원 위치좌표를 획득하고, 획득된 데이터를 인터페이스를 통해 건물 도면위에 표현하는 과정을 수행하였다.

2. 관련 연구의 검토 및 비교

카메라 센서를 활용하여 이동객체의 위치 정보를 획득하는 연구는 이미 국내외에서 몇 차례 수행되었다. 그 중 대표적인 연구로는 스테레오 CCD 카메라를 이용하여 이동객체의 실시간 3차원 위치의 추적

에 대한 연구(권혁중 외 2명, 2005)가 있다. 이 연구에서는 상호표정이 수행된 스테레오 CCD 카메라를 이용하여 영상을 획득하였다. 그 후 RGB 화소값을 이용하여 이동객체를 추출하고 이동객체의 위치를 계산하였다.

본 연구에서는 위와 같은 내용을 기반으로 실내 이동객체의 위치를 실내 카메라 센서를 이용하여 추출한 후 이 값을 맵 위에 표현하는 알고리즘을 구현하였다. 이 알고리즘을 이용하여 대피경로 안내를 위한 실시간 대피경로 안내 시스템의 구현에 기반이 될 이동객체의 실시간 위치 좌표 맵핑 시스템을 구현함으로써 이전 연구보다 향상된 시스템의 구현을 목표로 하였다.

3. 영상취득 및 3차원 좌표 획득

본 연구는 실내공간을 실험 대상으로 하기 때문에 실외공간에서 주로 사용되는 GPS를 활용하기에는 위치데이터 획득, 비용 등의 면에서 제약이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 실내에서 주로 사용되는 센서를 검토하고 본 연구에 가장 적합한 센서를 선정하여 실험을 수행하였다. 현재 가장 일반적으로 사용되는 RFID는 가장 보편화되어있고, 관련 연구도 활발히 진행되고 있다는 장점이 있지만 개개인이 모두 태그를 소지해야만 위치 데이터를 확보할 수 있다는 단점이 있다.

반면 카메라 센서는 영상의 범위 내에서는 특별한 장치의 유무에 관계없이 이동체의 3차원 좌표를 파악할 수 있다. 따라서 현재 카메라 센서는 실내에 있는 모든 사람들의 위치를 파악할 수 있는 가장 현실적인 방법이다.

따라서 본 연구에서는 카메라 센서를 활용해 영상을 취득하고, 취득된 영상에서 이동객체의 위치를 획득하는 방안을 선택하였다.

본 연구에서 이동객체의 3차원 위치 좌표를 획득하기 위해 사용되는 censys3D의 주요 기능은 획득된 영상에서 3차원

객체를 추출하여 그 3차원 위치 및 이동 경로를 추적하는 것이다. 기본적으로 제공되는 라이브러리는 C++언어로 구현되어 있으며 필요한 만큼의 프레임 수를 지정하면 그에 따라 하나의 텍스트 파일에 결과가 저장된다. 본 실험에서는 카메라 센서 설치의 선행 과제로써 연구의 목적에 알맞게 기본적 알고리즘 수정 과정을 수행하였다. 연구의 핵심과제인 실시간 위치 좌표 획득을 위해 프레임 하나당 하나의 텍스트 파일이 지속적으로 생성되도록 알고리즘을 수정하여 맵에 실시간 좌표 구현을 용이하도록 하였다.

영상 획득 및 좌표취득을 위해 본교의 건물 실험 대상으로 선정하였다. 천정에 총 5번의 카메라 센서를 설치하여 영상을 획득하였으며, 카메라의 캘리브레이션은 censys3D의 initialize 파일에서 자동으로 설정하였다.

PositionX=auto

PositionY=auto

PositionZ=4.030000

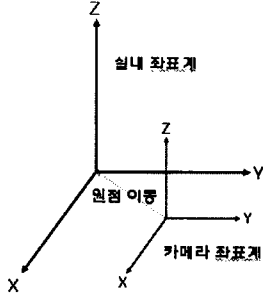
RotationX=3.141593

RotationY=0.000000

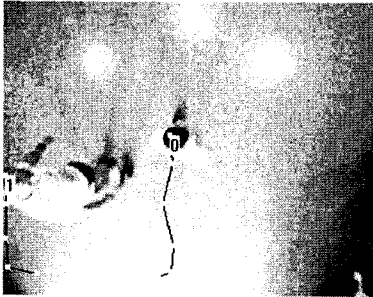
RotationZ=auto

카메라 센서를 이용해 얻은 이동체의 좌표는 프레임이 찍힌 시간과 그 시간에 감지된 이동체의 수만큼의 3차원 x, y, z 위치좌표와 영상의 row, column 값이 출력된다. 이 결과는 텍스트 파일로 실시간으로 생성되어 저장된다. 이때 3차원 위치좌표는 카메라를 중심으로 한 상대좌표이며 이를 실내공간 안에서 설정한 좌표계의 x, y, z 값으로 변환을 수행하며 변환된 x, y, z 값은 실내 공간 안에서의 이동체의 위치를 나타낸다. 카메라좌표에서 실내좌표로의 변환이 용이하도록 카메라 설치 시에 카메라와 벽면, 카메라 렌즈와 바닥면이 평행으로 마주보도록 설치하여 실내 공간 안에서 설정한 좌표계의 z축과 카메라상의 z축이 일치 한다고 가정하였다. 따라서 이미 알고 있는 실험공간의 한 모서리 점(실내 좌표계의 원점)의 실제 좌표로부터 카메라의 커버리지 공간 내의

모서리 점(카메라 좌표계의 원점)까지의 거리를 측정하여 그 거리만큼의 x, y 값을 획득한 좌표에서 더해 주어 x, y 좌표의 변환을 수행하였다.



[그림2] 좌표의 변환



[그림3 이동객체의 위치추적 영상

4. 맵핑 시스템의 구현

본 연구에 사용되는 주요 장비는 영상 취득에 쓰이는 스테레오 CCD 카메라 센서(Bumblebee@2)와 취득된 영상을 저장하는 frame grabber, 3차원 좌표추적에 쓰이는 SDK(Soft Development kit)인 Censys3D 구동에 필요한 워크스테이션이 있다. 이를 이용하여 시스템을 구성하였다.

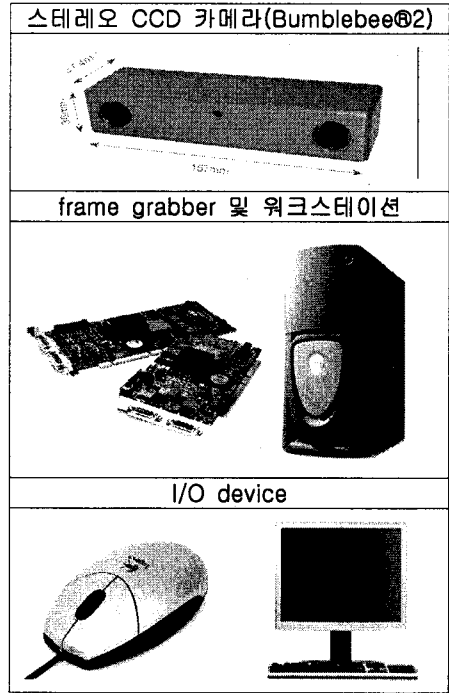


그림1. 시스템 장비 구성

본 연구는 정확한 실내구조 파악과 함께 실내에 있는 이동객체의 위치와 이동객체의 Tracking 정보를 제공함을 목적으로 하고 있다. 그러므로 GIS 데이터인 Shape File을 Viewer를 통해 보여주고, 실내구조 layer위에 이동객체 데이터를 중첩하는 것을 목표로 하였다.

[그림 2]는 본 논문에서 따른 스테레오 카메라 센서에 기반한 이동객체 맵핑 시스템의 기본적인 실시 예를 나타낸 다이어그램이다. 시스템은 크게 카메라를 통해 얻어진 이미지를 통해 이동객체의 위치정보를 추출하고, 추출된 tracking 데이터를 기록하는 Camera Agent Module, GIS Shape File을 load하고 이동객체를 중첩하는 viewer Module로 구성된다.

Viewer 어플리케이션은 C#언어로 구현하였으며, 일정시간 간격으로 카메라를 통해 얻어진 이동객체의 x, y, z 위치정보를 스트림하고 Viewer 위에 맵핑한다. 이러한 정적 위치획득(Static Acquisition) 방법을 사용한 이유는 단순한 방법인 동시에 이동객체의 정적인 이동시 불필요한 스트림

트래픽을 최소화 할 수 있는 방법이기에 때문이다. 이동객체 경로의 손실을 최소화 위해서 새로 갱신된 데이터와 기존의 데이터를 선으로 연결 하였다.

[그림3]과 같이 Viewer는 기본적으로 Zoom, Panning등을 처리 할 수 있는 도구로 구성되었다. 그 밖에 실내 구조 파악을 용이하게 하기 위해서, 마우스 이벤트를 통해 Shape File의 속성정보를 inquiry 할 수 있도록 구현하였다.

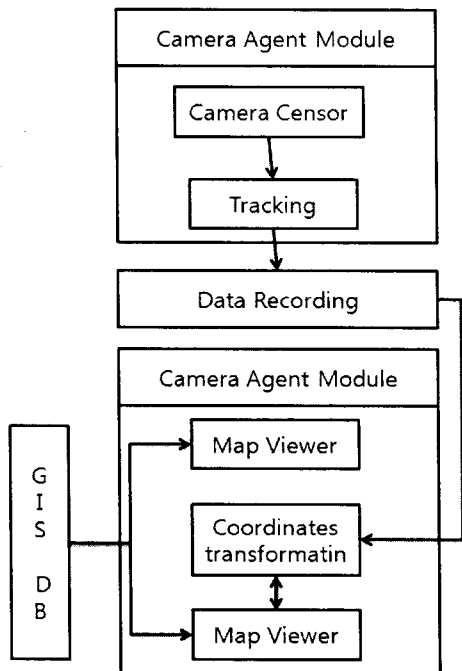


그림2. 시스템 다이어그램

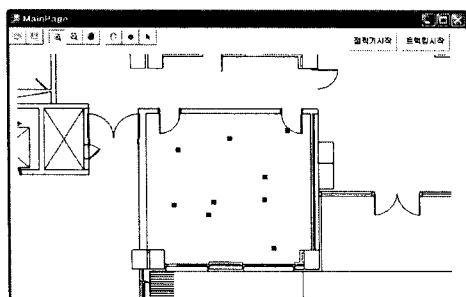


그림3. 이동객체 Viewer

5. 결론

본 연구에서는 실내 카메라 센서를 이용하여 실시간으로 이동객체의 3차원 위치좌표를 획득하고 이를 맵핑하는 시스템을 구현하였다. 맵핑 시스템의 정확도를 높이기 위해서 맵핑 시스템에서 이동체의 위치 변화와 실제 실험 실험에서 실험대상의 이동 거리를 비교한 결과 최대 $\pm 40\text{cm}$ 정도의 오차를 보여 비교적 좋은 정확도를 지닌 것으로 판단되었다. 본 연구는 실시간 대피경로 안내시스템 개발을 위한 기초 연구로써 본 연구를 발전시키면 실험자의 위치를 가상의 공간에 일률적으로 배치하고 이를 가지고 대피 시뮬레이션을 구현한 기존의 대피 경로 안내 시스템과 달리 실내 카메라 센서를 통해 획득한 이동객체의 실시간 위치좌표를 이용하여 실제 공간을 기반으로 한 대피 경로 안내 시스템을 구현할 수 있을 것이다. 이는 학문적인 연구에만 국한되지 않고 실제 피난 상황으로의 적용이 가능하며 현대화 시대의 대형 피해를 최소화하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- (1) 권혁중, 배상근, 김병국, "스테레오 CCD 카메라를 이용한 이동체의 실시간 3차원 위치추적", 한국GIS학회지 제13권 제2호, pp. 129~138, 2005. 7
- (2) 김한성, 손광훈, "다중 스테레오 카메라를 이용한 3차원 모델링 시스템", 전자공학회논문지 제44권 SP편 제1호, pp. 1~9, 2007. 1
- (3) 정회원, 고정환, 이준호, 김은수, "팬/틸트 탑재형 스테레오 카메라를 이용한 지능형 이동표적 추적 및 감시 시스템의 구현", 한국통신학회논문지 제29권 4C호, pp. 514~523, 2004. 4
- (4) R. M. Salinas, E. Aguirre, M. G. Silvente, "People detection and tracking using stereo vision and color", Image and Vision Computing 25, pp. 995~1007, 2007

- (5) T. Bodenmüller, W. Sepp, M. Suppa, G. Hirzinger, "Tackling Multi-sensory 3D Data Acquisition and Fusion", Proceedings of the 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems San Diego, CA, USA, pp. 2180~2185, 2007
- (6) Point Grey Research.
<http://www.ptgrey.com>