

논문 2004-41SC-4-6

옥외 증강현실을 위한 관측점 트래킹 시스템 구현

(Implementation of View Point Tracking System for Outdoor Augmented Reality)

최 태 종*, 김 정 국*, 허 응*, 장 병 태**

(Tae-Jong Choi, Jung-Kuk Kim, Woong Huh, and Byung-Tae Jang)

요 약

한글 본 논문에서는 개방된 광역을 대상으로 하는 옥외 증강현실을 위한 관측점 트래킹 시스템을 구현하였다. 옥외용 증강현실 시스템은 관측점이 이동하면 주위환경이 변하기 때문에 이동체의 위치와 관측시점의 위치를 트래킹 해야만 실제영상과 가상영상의 정확한 정합이 가능하다. 따라서 옥외용 증강현실의 전역 트래킹은 이동체의 위치와 방향을 추적하는 시스템이므로 GPS를 응용하여 구현하였다. 지역 트래킹 시스템은 이동할 때 현재 위치에서 이동체 내부의 사용자가 바라보는 시점의 변화를 추적하기 위한 장치이므로 제한된 영역에서 시점 트래킹이 가능한 광학식 위치 추적 시스템을 사용하여 구현하였다. 따라서 본 논문은 실제 영상과 실시간으로 트래킹된 가상정보를 정합함으로써 제한적이지만 옥외용 증강현실 시스템의 응용분야에 적용 가능성을 보였다.

Abstract

In this paper, a view point tracking system has been realized for outdoor augmented reality including broad area monitoring. Since the surroundings of the moving view point are changing, it is necessary to track the position and observation moment of the view point system for consistency between real and virtual images. For this reason, the GPS(Global Positioning System) is applied to the realized system for tracking the information on position and direction of the moving system. In addition, an optical position tracking system that is able to track view point in a limited area is used, because the local tracking system has to trace the image variation, seen to the observer in a moving vehicle, at a particular position and time. It was found that the realized outdoor augmented reality system, which combined the virtual information tracked in real time with the real image, can be very practical in various application area.

Keywords : HCI(Human Computer Interaction), VR(Virtual Reality), AR(Augmented Reality),

VE(Virtual Environments), Tracking System

I. 서 론

증강현실(Augmented Reality) 기술은 3차원의 공간에서 움직이는 현장상황을 이해되도록 현장 영상에 문자와 그래픽 모형과 같은 정보를 실시간으로 사용자에게

제공하여 실세계 현상에 대한 이해와 인식력을 향상시키는 기술 분야이다^[1-3]. 다시 말하면 증강현실은 실세계를 가상세계로 완전히 대체하기보다는 실세계에 가상환경을 부가함으로써 현실감의 향상 및 이해를 돕는 정보기술이다^[4]. 사용자 인터페이스의 핵심기술로 증강현실은 가상환경의 몰입감 중심에서 현실 세계와의 상호작용을 제공하는 기술이다. 장비의 유지보수 및 기계 조립 및 제조, 의료, 엔터테인먼트, 항법, 건설, 설계, 교육 훈련분야에 증강현실의 시제품이 소개되면서 연구가 활성화 되었다. 최근에는 광고, 스포츠 등의 일부 분야에서 증강현실 기술이 상용화되고 있다^[5].

* 정회원, 명지대학교 전자공학과
(Department of of Electronics Engineering Myongji University)

** 정회원, 한국전자통신연구원 텔레매틱스연구단
(Telematics Research Division, ETRI)

접수일자: 2004년3월23일, 수정완료일: 2004년7월8일

사용자가 주시하고 있는 실제영상에 컴퓨터에 의해 생성된 가상환경을 정확하게 중첩하기 위해서 사용자의 위치 및 사용자가 주시하고 있는 방향을 측정하기 위한 고정밀의 트래킹 기술이 필요하다. 상용화된 트래킹 기술은 주로 실내의 좁은 영역을 대상으로 하는 응용분야로 개발되고 있다. 옥외용 증강현실 시스템은 개방된 광역을 대상으로 하는 원격지의 지형 정보를 인식하는 방식으로 이용되고 있다.

지금까지 주로 연구된 증강현실 관련 기술은 카메라 또는 사용자의 시점을 추적하기 위한 센서 및 디스플레이 장치의 제약으로 인하여 주로 실내의 한정된 공간에서 사용 가능한 응용시스템에 대한 연구가 많이 진행되었다^[6-8]. 실내에서 사용되는 시스템의 경우 주요 연구 분야는 의료, 제조, 게임 등의 분야로 연구 현황은 다음과 같다.

의료 분야는 증강현실이 처음 등장할 무렵부터 연구되고 있는 고유 응용 분야 중의 하나로, 수술 및 의료 교육용으로 활용하기 위한 연구가 진행 중이다. 미국의 센트럴 플로리다 대학에서 개발 중인 것은 3차원 해부학 방법을 적용한 것으로 의사가 광학 투시형 HMD를 착용하고 환자의 다리에는 움직임을 측정할 수 있는 자기방식의 트래커를 부착시킨다. 의사는 환자의 다리가 움직일 때마다 실제 해부학적 움직임이 환자의 다리 위의 영상에 정확히 일치되어 겹쳐지는 것을 볼 수 있게, 컴퓨터 시스템은 실시간으로 그래픽 모형으로 표현된 뼈의 변화된 위치와 모양을 렌더링하여 실제의 다리 위에 중첩하여 출력해 준다.

제조 분야는 증강현실 기술을 이용하여 복잡한 기계의 조립, 유지 보수에 필요한 정보를 HMD를 착용한 사용자가 실제 장비를 보면서 작업에 필요한 정보를 즉시 획득할 수 있는 장점이 있어, 현재 많은 연구가 진행되고 있다.

게임 분야는 단순히 가상 대상물체를 보는 것이 아니라, 사용자에게 촉감을 줄 수 있도록 가상 대상물체에 촉감을 부여하는 연구도 진행되고 있다. 최근 증강현실을 이용한 다중 참여자 오락게임도 개발되고 있다. 일본의 Mixed Reality Systems Laboratory사에서는 AR Guard 게임을 개발하고 있다^[9]. AR Guard 게임은 마그네틱 센서 및 CCD 카메라가 부착된 투시형 HMD를 착용하고 손에 자기 센서를 부착하여 다른 게임 참여자를 보면서 컴퓨터 그래픽으로 만들어진 가상의 적을 없애는 게임이다.

옥외용 응용 시스템은 옥외에서 CCD 카메라 또는

사용자의 시점을 트래킹 할 수 있는 센서 기술의 부족 등 여러 가지 이유로 인하여 아직까지 많은 연구가 진행되지 못하였으며, 현재는 옥외의 제한된 환경에서 운영 가능한 시스템 개발만이 부분적으로 이루어지고 있는 분야이다. 그러나 GPS 관련 기술의 발전으로 Clum-bia University, University of Southern California, HRL Laboratories, UNC Chapel Hill, 한국전자통신연구원 등에서 최근 옥외용 환경에 문자 기반의 정보를 제공하는 시스템 및 옥외용 트래킹 시스템에 대한 연구를 하고 있다^[10-12].

미국의 HRL Laboratories에서는 University of Southern California, Chapel Hill, Raytheon과 공동으로 GRID(Geospatial Registration of Information for Dis-mounted Soliders)라는 휴대용 head-mounted AR 시스템을 개발하고 있다. GRID는 군사용 응용 시스템으로, 군인에게 자신의 위치, 적의 위치와 같은 항법 및 위치 정보를 제공하는 시스템이다.

이외에도 증강현실 관련 항법 시스템에 대한 연구는 미국 Rockwell Science Center, Monterey Technologies사를 비롯하여 여러 기관에서 최근 많은 연구가 진행되고 있다^[13]. 미래 항법에 사용할 수 있는 증강현실 기술을 연구하고 있는 Rockwell Science Center에서는 항공기에서 볼 수 있는 실제 영상에 부가 그래픽 정보를 합성하여 보여주는 시스템을 개발하고 있다. Monterey Technologies사에서는 헬리콥터 조종을 위하여 머리에 착용하는 Ambient Vision 디스플레이 장치를 개발하고 있다.

본 연구에서는 옥외용 증강현실을 위한 관측점 트래킹 시스템을 구현하였다. 전역 트래킹은 이동체의 위치와 방향등에 관한 정보를 추적하는 시스템으로 정밀하고 사용자가 편리하게 이용할 수 있도록 GPS 수신기를 제작하여 구현하였다. 지역 트래킹 시스템은 차량 내부의 사용자가 바라보는 시점의 변화를 추적하기 위한 장치이므로 제한된 영역에서 시점 트래킹이 가능한 광학식 위치 추적 시스템을 사용하여 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 옥외 증강현실을 위한 관측점 트래킹 시스템의 구성 요소에 관하여 설명하고 III장에서는 본 시스템을 이용한 실험 및 고찰에 관하여 설명하였으며, 마지막으로 IV장에서는 결론을 맺고 추후 연구 과제를 제시 하였다.

II. 본 론

1. 시스템 구성

옥외용 증강현실 시스템은 그림 1과 같이 전역 트래킹 모듈, 지역 트래킹 모듈, 영상정합 모듈, 가상항법 정보 생성 모듈로 구성된다.

전역 트래킹 모듈은 GPS를 이용한 트래킹 모듈로서 지구상에서 차량의 절대 위치 및 자세 정보를 실시간으로 측위하는 기능을 수행한다. 지역 트래킹 모듈은 차량 내부에 설치하여 사용자 및 카메라의 위치/자세를 계산하기 위해 사용된다.

트래킹 모듈은 위의 두 모듈에서 제공하는 위치/자세 정보를 통합하여 사용자/카메라의 절대 위치와 자세를 계산한다. 트래킹 시스템에서 계산된 위치/자세 데이터는 실제영상과 가상영상을 정합하는 영상정합 모듈과 가상 영상을 생성하는 가상 정보 모듈에서 사용된다.

영상정합 모듈은 트래킹 시스템으로부터 입력된 사용자/카메라의 위치/자세정보를 사용하여 증강현실 데이터베이스를 액세스 하여 증강현실 영상을 생성하고 사용자/카메라에서 획득한 실제영상과 정합한다. 가상 정보 모듈도 트래킹 모듈에서 입력된 사용자/카메라의 위치/자세 정보를 사용하여 3차원 기반 가상 영상과 2차원 기반 영상을 생성한다.

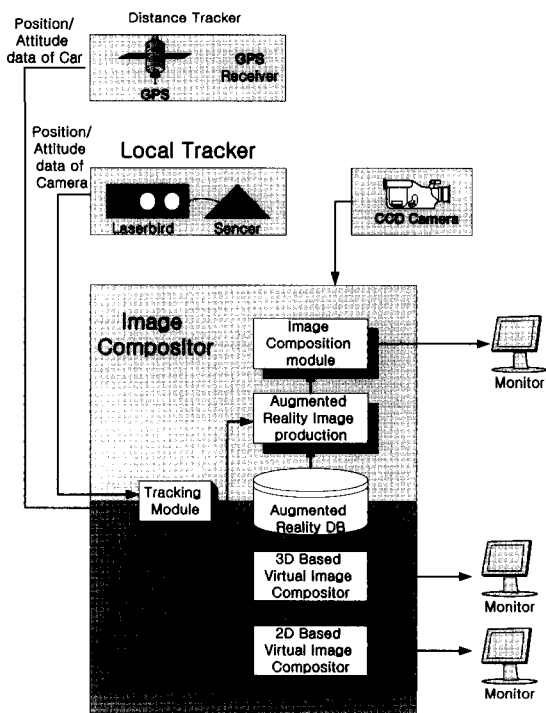


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1. System Block diagram.

가. 지역 트래킹 시스템

지역 트래킹 모듈은 Ascension Technology사의 Laserbird 제품을 사용하여 구현하였다.

Laserbird는 트래커 본체와 센서 부분으로 나누어지며, 트래커 본체의 위치/자세를 기준으로 센서의 위치와 자세 정보를 초당 60Hz로 측위값을 출력한다. 트래커 본체를 차량 내부의 미리 정해진 위치에 고정한다음, 카메라에 트래커의 센서를 고정하여 실제영상을 취득할 때 카메라의 움직이는 위치와 자세를 구하는데 사용하였다.

나. 전역 트래킹 시스템

차량에 탑재된 CCD 카메라의 위치와 자세를 측정하기 위해서는 옥외에서 3차원 위치와 자세를 측정할 수 있는 장비가 필요하다. 지금까지 나와 있는 장비로는 GPS 장비, 자이로 센서, 가속센서, 고도센서 등이 있다. 이들 중 자이로센서와 가속센서는 시간에 따라 오차가 누적되는 현상이 있으며, 고도센서 등은 고도가 높아질수록 오차가 커져 본 시스템에 적용하기에는 많은 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 시간에 독립적인 정확도를 가지는 GPS 방식을 이용한다. 위치 및 자세 측정을 위하여 Fastrax사의 iTrax02 GPS Receiver Module을 GPS 수신칩으로 사용하는 수신기를 자체 개발하였다.

GPS 위성에서 송출되는 신호는 L1(Coarse/ Acquisition code, 1575.42MHz:154×10.23MHz), L2(Precise code, 1227.6MHz: 120×10.23MHz) 신호로 나눌 수 있으며, L1 신호만을 사용하여 단독 측위하는 경우는 약 100m 정도의 위치오차가 발생되지만, L2 신호를 모두 사용하게 되면 약 30m 이내의 위치 좌표를 얻을 수 있다.

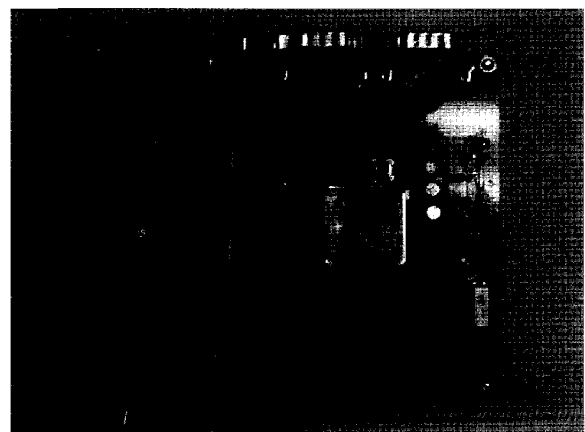


그림 2. GPS 수신기
Fig. 2. GPS receiver.

그러나 30m 정도의 오차를 가진 위치 데이터를 본 시스템에 이용하기에는 오차가 너무 크므로, 본 연구에서는 L1 주파수의 반송파 파장을 이용하여 반송파의 위상을 측정하고 위성으로부터 수신기까지의 파장수를 계산하는 LIRTK 방식을 이용하였다. GPS 수신기는 위성으로부터 수신한 항법 데이터를 사용하여 사용자의 위치 및 속도를 계산한다.

다. 트래킹 정합 모듈

본 연구는 옥외에서 차량에 증강현실을 적용하므로, 차량에 탑승한 사용자의 위치 및 자세 측정은 실제영상에 문자 정보와 같은 가상 정보를 정합하기 위해 필수적이다. 정합 모듈은 크게 3부분으로 나뉜다. 지역 트래킹 모듈, 전역 트래킹모듈, 전역과 지역 트래커의 통합 트래킹 모듈이다. 전역 트래킹 모듈은 차량에 대한 지구상의 절대 위치 및 자세를 제공하고 지역 트래킹 모듈은 차량 내부의 사용자의 위치 및 자세 정보를 제공한다.

통합 트래킹 모듈은 전역 트래킹 모듈과 지역 트래킹 모듈의 결과값을 통합하여 지구상의 사용자 절대 위치/자세를 계산하는 모듈로서 트래킹 모듈에서 계산된 사용자의 위치/자세 정보는 영상정합 모듈 및 가상영상모듈에 제공된다.

트래킹 모듈은 사용자의 절대 위치/자세를 계산하기 위하여 GPS 모듈과 지역 트래킹 모듈의 결과값을 통합한다. 트래킹 모듈은 GPS 통합 모듈의 차량 위치/자세 정보와 지역 트래킹 모듈의 위치/자세 정보를 행렬형태로 입력 받고 다음과 같이 연산하여 사용자의 절대 위치/자세를 계산한다. 계산된 시점 행렬은 영상정합 모듈과 가상영상모듈에 제공된다.

III. 실험

본 논문에서 구현된 옥외용 증강현실을 위한 관측점 트래킹 시스템의 성능평가를 위해 지역 트래커, 전역 트래커 등 단위 모듈을 독립적으로 구현하여 각각 시스템의 오차를 평가하였으며, 각 모듈을 통합하고 차량에 장착하여 평가 실험을 행하였다.

지역 트래킹 모듈의 오차 보정을 위하여 3차원 좌표 교정 시스템을 제작하여 지역 트래커를 CCD 카메라에 설치한 후 고정점에서의 시간에 따른 측정값의 변화를 분석하여 오차율을 확인하고 임의로 선정한 높이에 따라 변화할 때 측정값의 변화를 분석하였다.

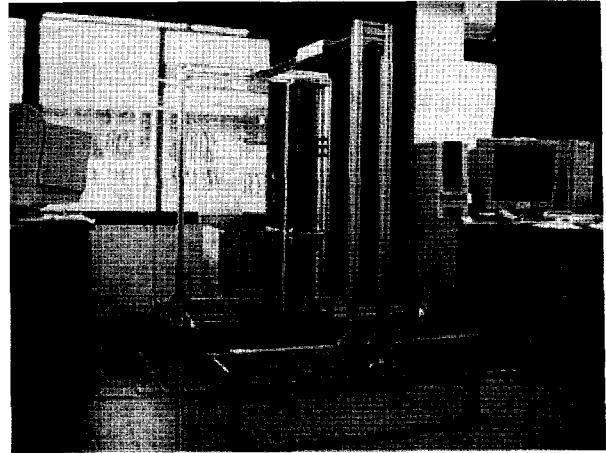


그림 3. 3차원 좌표 교정 장치
Fig. 3. 3D coordinate calibration.

전역 트래킹 모듈의 오차 평가를 위하여 자체 제작한 GPS 수신기를 실험용 차량에 장착한 후 고정된 지점에서 시간에 따른 GPS 데이터의 변화 등을 살펴보고, 이동 경로에 따른 실험의 경우 이동 경로에 따라서 위도 및 경도, 고도등이 정확히 수신되는지를 확인하고, 또한 기준값과 비교하여 오차율이 얼마나 되는지를 확인하였다.

통합 실험의 경우에는 차량에 CCD 카메라 및 지역 트래커, 전역 트래커, 정합용 컴퓨터 등을 통합 장착하여 실제 영상을 획득하고 취득한 영상에 실제영상에 부합시킬 증강현실 데이터베이스를 실시간으로 정합하여 트래킹 모듈에 의한 영상의 정합이 잘 이루어지는지를 확인하였다.

1. 지역 트래킹 모듈의 실험

지역 트래킹의 정밀도를 측정하기 위하여 카메라와 센서를 3차원 공간상에서 여러 특정 위치/자세에 놓아야 한다. 이를 위하여 그림 3과 같은 3차원 좌표 교정기를 제작하였으며, 제작된 좌표 교정기는 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 1) 카메라는 G 위치에 고정된다.
- 2) 대상체는 B 위치에 고정된다.
- 3) 센서는 카메라가 고정된 케이스위에 고정된다.
- 4) 카메라는 X, Y, Z축으로 움직이게 되어있고 X축은 CD이고 Y축은 EF이고 Z축은 AB이다.
- 5) 실험 환경을 통하여 트래커 본체의 위치를 기준으로 카메라의 3차원 위치를 알 수 있다.
- 6) 카메라는 사진에서 대상체를 정면으로 보도록 고정되어 있고 회전할 수는 없다.

3차원 좌표 교정기에 부착된 카메라는 X, Y, Z축의 각각에 대해 이동이 가능하며 각 축에 부착된 자를 이용하여 카메라의 3차원 위치 측정이 가능하다. 각 축에 대한 위치의 확도는 0.1mm 이내의 오차 범위를 갖도록 구축하였다.

그림 3과 같이 CD를 연결하는 선을 X축, EF의 연결 선을 Y축, 그리고 AB의 연결선을 Z축으로 정의하여 사용하였다. 또한 CCD 카메라는 G의 위치에 있는 카메라 고정상자 내에 삽입되어 각 축에 달린 이동 핸들의 작동을 통하여 상, 하, 좌, 우, 전, 후 방향으로 이동하며 B위치에 있는 실세계 대상체(나무상자)의 영상을 촬영한다. 카메라가 들어있는 카메라 고정상자의 중심위치를 정확히 측정하여 카메라 센서의 중심위치로 삼아 각 축의 방향으로 이동했을 때 나오는 값과 실제의 값을 비교하여 측정하였다.

또한 3차원 좌표 교정기의 한 쪽 끝에는 실세계의 대상을 고정할 수 있는 판을 설계하였고 이 판의 기준점에 대한 좌표 또한 정확하게 측정하여 알 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 실세계 대상물을 정확한 CAD 데이터에 근거하여 육면체의 사각형 나무 상자를 이용하였다.

실험 환경에서의 나무상자의 위치는 나무상자의 원점에 의해 결정되고 이 점을 세계 좌표계의 원점으로 잡았고(origin to object), 트래커의 좌표계에 대한 실험을 하기 위하여 카메라에 부착할 트래커 센서 바로 수직 위에 트래커를 설치 할 수 있도록 하였다. 트래커는 카메라의 X축 위치 값이 0일 때 Z축에 대한 카메라의 위치와 트래커의 위치가 동일하면 카메라의 원점은 트래커의 원점과 같은 Z축상에 위치하게 된다.

실험방법은 먼저 기준점에서 일정한 거리만큼 이동한 후 정지한 후 시간에 따른 데이터를 측정하고, 오차를 비교한다.

차량에 각 단위 모듈을 장착하여 통합실험을 하기 전에 먼저 지역 트래커가 정확한 위치를 추적하는지를 실험하기 위하여 시험대에 카메라와 트래커 센서를 부착하고 기준점에서 X축 기준으로 22", 37", 51", 65"의 거리에 대한 약 350분 동안의 시간대별 측정값의 변화를 X, Y, Z축에 대하여 각각 측정하였다. 그림 4, 그림 5, 그림 6은 각 높이별 축에 대한 변화를 그래프로 표현한 것이다.

그림 4, 그림 5, 그림 6에서 알 수 있듯이 시간에 따라서 약간씩의 오차율은 발생하였다. X축의 경우 최대 오차가 0.0375", Y축의 경우 최대 0.07195", Z축의 경우

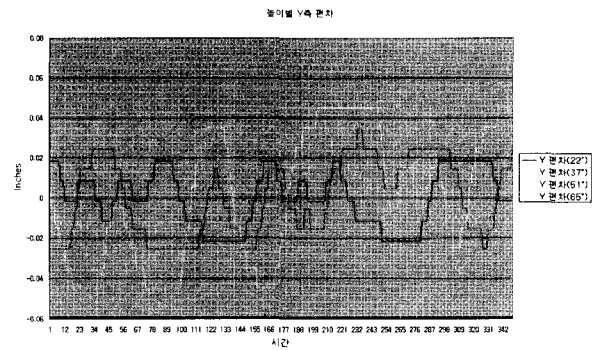


그림 4. 높이별 Y축 편차
Fig. 4. Y axis deviation of height.

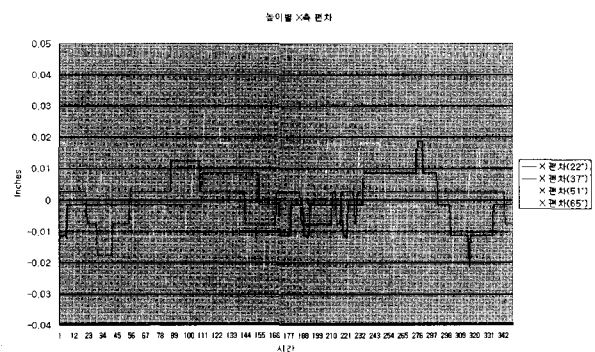


그림 5. 높이별 X축 편차
Fig. 5. X axis deviation of height.

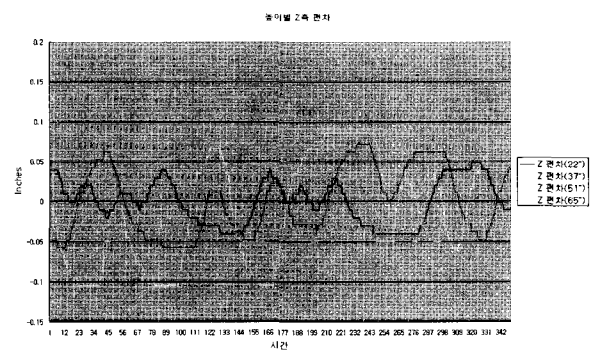


그림 6. 높이별 Z축 편차
Fig. 6. Z axis deviation of height.

최대 0.14997"의 편차를 나타냈으며 표준편차는 X축의 경우 0.0052602", Y축의 경우 0.0060970", Z축의 경우 0.0074426"로 허용오차 이내임을 알 수 있다. 따라서 본 지역 트래커를 이용한 관측점의 위치/자세 트래킹 시스템은 실험 결과에서 보여주듯이 거의 실제 측정값과 비교해서 오차가 매우 적음을 알 수 있다.

2. 전역 트래킹 모듈의 실험

가. 실험방법

GPS를 이용한 자세/위치 트래킹 시스템의 실험은 고

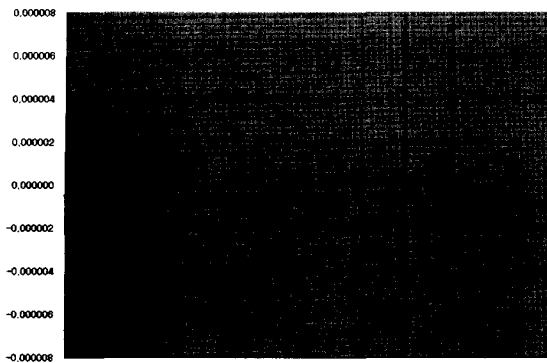


그림 7. A 지점에서의 GPS 데이터 변화율
Fig. 7. GPS data rate variation at A point.

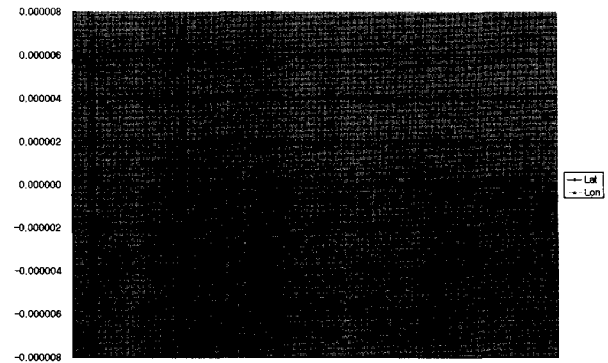


그림 9. C 지점에서의 GPS 데이터 변화율
Fig. 9. GPS data rate variation at C point.



그림 8. B 지점에서의 GPS 데이터 변화율
Fig. 8. GPS data rate variation at B point.

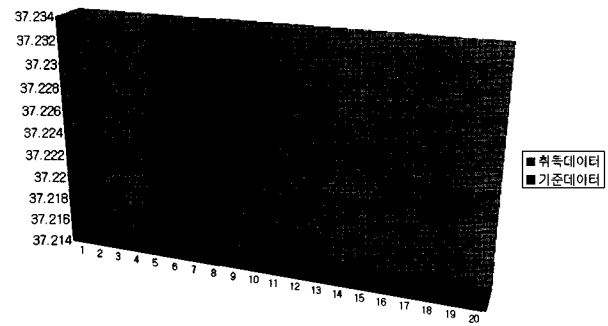


그림 10. 위도에 따른 데이터 비교
Fig. 10. Data comparison by latitude.

정 지점과 이동 지점에 대해서 각각 실험 하였다. 차량에 GPS 수신기와 GPS 안테나를 장착하고 임의로 선정된 고정된 지점에서 GPS 데이터를 획득하여 기준 데이터의 위도와 경도를 이용하여 수신된 신호의 정확성을 측정한다. 이동지점에 대한 실험은 차량을 이용하여 일정한 구간을 반복 운행해서 수신된 GPS 데이터와 기준 데이터를 상호 비교하여 차량 운행시의 자세/위치 정보 및 고도 등을 상호 비교하여 정확성을 측정 하였다.

나. 고정 지점에서의 GPS 변화량

고정 지점에서의 GPS를 이용한 트래킹 시스템의 실험은 GPS 수신기의 수신 능력이 정확한지를 비교하기 위한 기초 실험으로서 기준 데이터와 취득된 데이터를 상호 비교하여 고정점에서의 신호의 정확성이 얼마나 되는지를 파악하였다.

실험을 위하여 차량에 GPS 수신기와 수신 안테나 등을 장착하고 차량의 조수석에 노트북을 이용하여 GPS 측정값을 파일로 저장하여 후처리를 할 수 있도록 하였다.

데이터 취득 방법은 GPS 신호의 특성상 주위 건물이

나 날씨 등에 의해서 영향을 받을 수 있으므로 가급적 날씨가 맑은 날씨에 주위에 큰 건물이 밀집되지 않은 지역으로 임의의 3곳을 선정하였다. 임의로 선정한 장소 3곳에서 각각 2분 동안 약 100여개의 데이터를 취득하여 취득된 경도/위도 값의 평균값을 구하여 기준 데이터와 상호 비교하여 GPS 수신기의 정확성을 실험하였다.

그림 7, 그림 8, 그림 9는 세 지점에서 취득된 데이터와 기준 데이터와의 변화율을 나타낸 그래프이다.

다. 이동궤적에서 GPS 변화량

이동궤적에서 GPS를 이용한 트래킹 실험은 차량이 이동할 때 이동하는 궤도를 정확히 측위하는지를 확인하였고, 이동시 나타나는 위도, 경도, 고도등의 데이터를 취득하였으며, 미리 일정한 지점마다 기준데이터를 확보하여 취득된 데이터와 기준 데이터와의 비교를 행하여 얼마나 정확히 측위 하였는지를 확인하였다.

그림 10은 수신된 데이터중 위도를 중심으로 기준데이터와 비교한 모습을 나타내었고, 그림 11은 수신된 데이터중 경도를 기준으로 기준 데이터와 비교한 그래

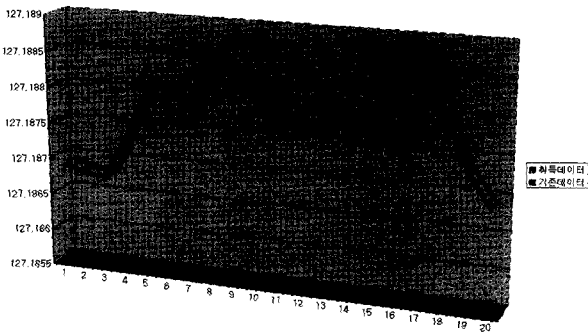


그림 11. 경도에 따른 데이터 비교
Fig. 11. Data comparison by longitude.

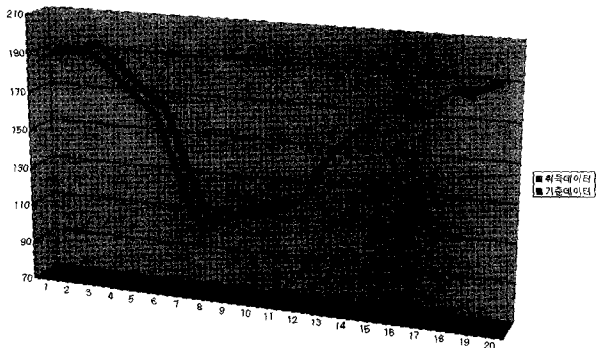


그림 12. 고도에 따른 데이터 비교
Fig. 12. Data comparison by altitude.

프이며, 그림 12는 수신된 데이터중 고도를 기준으로 기준 데이터를 일정한 지점마다 비교한 그래프이다.

3. 통합 실험

통합 실험은 각 단위 시스템을 통합하여 실험하였다. 움직이는 실제영상을 취득할 CCD카메라를 차량에 장착하고 지역 트래커에 카메라를 부착하여 카메라 시선의 변화를 측정하고, 차량에 전역 트래커를 장착하여 현재의 위치와 고도, 속도등을 측정하여 획득된 실제영상과 미리 제작된 가상영상을 정합하여 얼마나 정확히 보여주는지를 확인하였다.

본 연구의 옥외 실험 지역은 시설물과 지형고도를 같이 측정할 수 있는 지역이며, 차량의 이동이 많지 않고 높은건물들 사이가 아닌 지역으로 대전시 유성구를 대상으로 선정하였다. 주요 정합대상으로는 주요 연구 단지 및 건물 이름, 각 건물이나 단지의 소개 자료, 교차로 정보 등을 이용하였다.

가. 차량을 이용한 통합 실험 시스템

옥외 실험용 차량은 통합 실험을 위하여 차량 내부에



그림 13. 실험차량의 내부 모습
Fig. 13. Inside of test car.

설치될 장비의 전원 공급을 위한 인버터, 컴포넌트들을 설치 할 수 있는 컴퓨터 랙, 지역 트래커, 전역 트래커, CCD 카메라 등의 설치를 위한 지지대등의 장치들을 장착하였다.

영상정합 모듈용 PC는 전역 트래커, 지역 트래커, CCD 카메라의 정보를 RS-232를 통하여 연결되어 있어 이들의 데이터를 실시간으로 받는다. 또한 증강현실용 데이터베이스와 연계하여 항법 및 지형 정보를 받아 실제영상에 가상 물체들을 실시간 정합을 한다.

3D 가상항법 영상 생성 모듈용 PC는 전역 트래커와 지역 트래커의 데이터를 영상정합 모듈용 PC로부터 RS-232 포트를 이용하여 실시간 전송 받고 증강현실 데이터베이스와 연계하여 가상 항법 영상을 생성한다. 2D 항법영상 생성 모듈용 PC는 LAN을 이용하여 실시간 전송 받고 증강현실 데이터베이스와 연계하여 항법 영상을 생성한다. 위의 3대의 PC들은 옥외 실험용 차량의 뒷좌석에 위치한 컴퓨터 랙과 그 주변에 설치한다.

GPS 통합 모듈은 영상정합 모듈용 PC에 RS-232 포트로 연결되어 GPS 데이터를 전송하고 옥외 실험용 차량의 앞좌석에 설치한다. 그림 13은 차량의 내부 모습이다.

CCD 카메라와 지역 트래커의 수신부는 옥외 실험용 차량의 앞좌석에 이들의 설치를 위해 고안된 장치를 이용하여 설치하고, 지역 트래커의 센서는 CCD 카메라에 부착하였다. CCD 카메라는 영상정합 모듈용 PC의 Meteor II에 연결하고 지역 트래커는 RS-232 포트를 이용하여 영상정합 모듈용 PC에 연결하였다.

나. 실험 결과

그림 14, 그림 15는 시범지역인 대덕 연구 단지에서 통합된 단위 모듈을 이용하여 실험한 결과 영상이다.

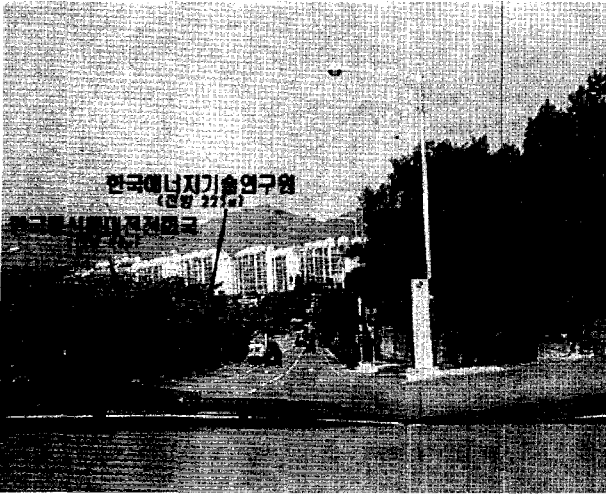


그림 14. 증강된 결과영상(I)
Fig. 14. Augmented results image(I).

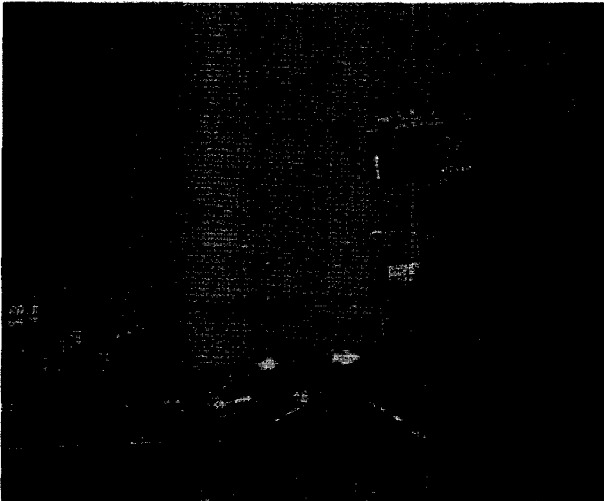


그림 15. 증강된 결과영상(II)
Fig. 15. Augmented results image(II).



그림 16. 증강된 3D 결과 영상
Fig. 16. Augmented 3D results image.

그림 14는 차량이 운행하고 있는 도로의 실제영상에 건물등의 정보가 그래프로 중첩되어 보이며, 편의를 위하여 현재 차의 위치로부터 남은 거리가 표기된다.

그림 15는 차량이 운행 중에 교차로에 접근하게 되면 교차로에 대한 정보와 각 방향에 대한 위치가 문자와 그래픽으로 중첩되어 표시된 것이다.

그림 16은 별도의 모니터로 보이는 3D 항법 정보 모듈로서, 현재 실험 운행중인 대덕 연구 단지 지역에 대한 3D View를 나타내는 결과 영상이다.

4. 고찰

본 연구에서 카메라를 통해 들어온 실제영상과 증강현실 영상 생성 모듈을 통해 들어온 가상의 영상을 합성하는 영상 합성 모듈의 정확도는 카메라의 시점 위치를 얼마나 정확하게 구할 수 있는가에 의해 결정된다. 그리고 이러한 카메라의 시점 위치는 전역 트래킹 시스템과 지역 트래킹 시스템에 의해 결정된다.

본 논문에서 전역 트래킹 시스템은 GPS 시스템을 사용하여 구현함으로써 차량의 위치 오차를 최대거리 3미터 이내로, 차량의 자세정보 오차를 0.2도 이내로 낮출 수 있었다. 또한 지역 트래커 시스템은 위치정보의 오차 0.2mm, 자세정보의 오차 0.5도 이내로 보정하였다.

전역 트래킹 및 지역 트래킹 시스템에서의 이러한 오차는 카메라의 위치정보에 영향을 주게 되어 왜곡된 영상정합이 이루어질 수 있다. 그렇지만 본 논문에서는 이러한 계산 오차를 고려하여 주로 큰 건물이나 단지 위주의 영상정합을 수행하였고, 결과 영상에서 볼 수 있듯이 가시적으로 커다란 영향을 미치지 못하고 있었다.

제작된 트래킹 시스템을 차량에 장착하여 움직이는 실제영상의 위치, 카메라의 시점변화의 자세 등을 측위하였고 이를 가상영상과 정합되도록 하였다. 실험 결과 영상에서 볼 수 있듯이 실제영상에 부합되는 가상영상의 정합이 실시간으로 정확히 이루어졌으며, 각종 부가 정보가 표시되어 사용자의 편의를 증진시키는 증강현실로의 적용 가능성을 보였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 제작된 트래킹 시스템을 차량에 장착하여 움직이는 실제영상의 위치, 카메라의 시점변화의 자세 등을 측위하였고 이를 가상영상과 정합되도록 하였다.

지금까지 연구되고 있는 대부분의 증강현실 관련 기술이 실내에서 고정밀의 트래킹 기술이나 카메라의 영상정합에 초점을 맞추고 있는 반면, 본 논문에서는 옥

외에서 이동 시스템용 지역 트래커와 GPS를 이용한 전역 트래커로 카메라의 위치와 자세를 측정하고 사용자나 카메라가 바라보는 시점에 따른 자세를 측위 하는데 사용하는 트래킹 이므로 실내에서 사용되는 트래킹 방법에 비하여 정밀도가 떨어지는 단점이 있으나, 무인정찰기, 항법지원 시스템과 같은 옥외용 증강현실 응용분야의 트래킹 기술로 사용하는 것이 가능하다는 것을 실험을 통하여 입증하였다.

본 연구에서는 CCD 카메라를 통해 획득한 지형 및 지물에 대한 실세계 객체와 그 객체에 대한 설명을 담고 있는 문자, 그래픽 형태의 다양한 부가 정보를 시점 변화에 실시간으로 반응하여 정합하는 정합 모듈, 카메라의 위치 및 회전에 의해 변하는 시점을 추적하고 차량의 위치를 측위하는 위치 및 자세 트래킹 모듈 등을 통합하여 실험하고 결과를 분석하였다. 이동체의 글로벌 위치 측위를 위하여 구현된 전역 트래커를 사용한 차량의 현재 위치에 대한 측위 실험에서 3m 이내의 위치 정확도를 획득하였다.

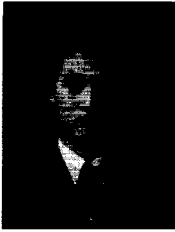
카메라나 사용자의 시점변화를 측위하기 위한 시스템으로 사용된 지역 트래커의 성능을 분석하고 미세한 시점 변화에 대한 방향과 위치를 측위하여 그 사용 가능성을 검증하였다. 제한적인 환경이긴 하지만 실제 차량에 이러한 모든 단위 모듈을 통합하여 실험한 결과 증강현실 인터페이스에의 적용 가능성을 보였다.

미국과 일본등 선진국에서는 증강현실이 지닌 가능성에 대한 인식을 가지고 방송, 의료, 국방 등 다양한 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있으나 국내에서는 연구가 미약한 상태이므로 더욱 많은 노력이 필요하다. 향후에는 현재 시스템의 안정화 작업 및 보다 고정밀의 위치와 자세 정보를 얻을 수 있는 기술 개발에 대한 노력을 하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] T. P. Caudell, and D. W. Mizell, "Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes," Proceedings of Hawaii International Conference on System Sciences, pp 659-669, January, 1992.
- [2] S. K. Feiner, S. MacIntyre and D. Seligmann, "Knowledge-Based Augmented Reality," Communications of the ACM, pp. 53-62, Vol. 30, No. 7, July, 1993.
- [3] T. P. Caudell, and D. W. Mizell, "Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes," Proceedings of Hawaii International Conference on System Sciences, pp 659-669, January, 1992.
- [4] M. Bajura and U. Neumann, "Dynamic registration correction in video-based augmented reality systems," IEEE Computer Graphics and Applications, 15(5), pp52-60, 1995.
- [5] 장병태, 김주완, 김해동, 김정식, 김동현, "증강현실 (Augmented Reality) 소프트웨어 개발", SoftExpo 97, 1997
- [6] S. Balcişoy, D. Thalmann, "Interaction between Real and Virtual Humans in Augmented Reality", Proc, Computer Animation '97, IEEE CS Press, pp. 31-38, 1997.
- [7] Bowskill, Jerry and John Downie, "Extending the Capabilities of The Human Visual System", An Introduction Enhanced Reality, Computer Graphics 29, 2, pp. 61-65, May, 1995.
- [8] Feiner, Steven K., Anthony C, Webster, Theodore E, Krueger III, Blair Macintyre and Edward j. Keller, Architectural Anatomy, Presence, "Teleoperators and Virtual Environments 4, 3", pp. 318-325, 1995.
- [9] O. Toshikazu, S. Kiyohide, Y. Hiroyuki and T. Hideyuki, "AR2Hockey : A case study of collaborative Augmented Reality", Proc. IEEE VRAIS '98, pp. 268-275, 1998
- [10] 최태중, 허웅, 김정국, 장병태, "GPS 트래킹 방식을 이용한 옥외용 증강현실 시스템 구현", 전자공학회 논문지 제 39권 CI편 제 5호, pp. , 2002. 09.
- [11] S. Feiner, B. Macintyre, T. Hollerer, and A. Webster, "A touring machine prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment", Personal Technologies, Vol. 1, no. 4, pp. 208-217, 1997
- [12] Byungtae Jang, Juwan Kim, Haedong Kim and Donghyun Kim, "An Outdoor Augmented Reality System for GIS Applications", Mixed Reality-Merging Real and Virtual Worlds, Chapter 22, pp. 391-399, 1999
- [13] Wu. Jiann-Rong and Ming Ouhyoung, "A 3D Tracking Experiment On Latency and its Compensation Methods in Virtual Environments", Proceedings of UISt '95, pp. 41-49, Pittsburgh, PA, 14-17, November, 1995.

저 자 소 개



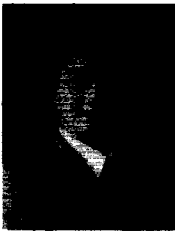
최 태 종(정회원)
 1997년 2월 동신대학교
 정보통신공학과(공학사)
 1999년 8월 명지대학교 대학원
 전자공학과(공학석사)
 2003년 2월 명지대학교 대학원
 전자공학과(공학박사)

2003년 9월 ~ 현재 명지대학교 교육학습개발원
 겸임교수
 <주관심분야: 장애인 인터페이스, 의용신호처리,
 가상현실>



허 응(정회원)
 1973년 2월 인하대학교
 전자공학과(공학사)
 1975년 2월 인하대학교 대학원
 전자공학과(석사)
 1985년 2월 인하대학교 대학원
 전자공학과(박사)

1989년 8월 ~ 1990년 7월 일본 동경대학
 객원조교수
 1979년 3월 청주대학교 전자과 전임강사
 1980년 9월 ~ 현재, 명지대학교 전자공학과 교수
 <주관심분야: 의용계측, 의용신호처리>



김 정 국(정회원)
 1982년 명지대학교 전자공학과
 (공학사)
 1984년 명지대학교 대학원
 전자공학과(공학석사)
 1993년 University of Illinois at
 Chicago, Bioengineering
 (공학박사)

1984~1985년 Beam Telecommunication, Inc.
 (미국 Chicago 소재) Project Engineer,
 1986~1993년 University of Illinois at Chicago,
 연구 및 교육조교
 1994~1999년 Guidant Corp. (미국 St. Paul 소재),
 Senior Research Scientist
 1999년 ~ 현재 명지대학교 전자공학과 조교수
 <주관심분야: 전자 의료 시스템 설계, 의용 신호
 처리 및 인식>



장 병 태(정회원)
 1989년 서울대 자연대학 대기과학
 학사
 1994년 충남대학교 전산과학 석사
 2001년 충남대학교 컴퓨터과학
 박사
 1989~1997년 시스템공학연구소
 선임연구원

1997~2003년 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트
 웨어연구소 가상현실연구부 증강현
 실연구팀 팀장 (책임연구원)
 2003년 ~ 현재 한국전자통신연구원 텔레매틱스연
 구단 텔레매틱스 솔루션 연구팀 팀
 장 (책임연구원)
 <주관심분야: 가상현실, 컴퓨터 게임, 휴먼 인터
 페이스 등 >