

## 증강현실을 이용한 3차원 지리정보안내시스템 개발

### The Development on 3D Geographical Information Guide System using Augmented Reality

김해동 \*  
Kim, Hae Dong

김주완 \*  
Kim, Ju Wan

김동현 \*  
Kim, Dong Hyun

#### 要 旨

일반적으로 지리정보시스템(GIS)은 실세계에 대한 정보를 컴퓨터상에서 수치지도로 디지털화하여 저장한 다음, 사용자에게 원하는 형태로 가공하여 제공한다. 따라서 사용자가 지리정보를 얻기 위해서는 실세계가 배제된 디지털화된 수치지도만 사용하므로 현실감이 떨어지게 된다. 그러나 사용자가 주시하는 실세계를 배경으로 그에 동조하는 부가 정보를 함께 정합하여 보여주는 증강현실(Augmented Reality) 기술은 현실감 증대에 많은 도움을 줄 수 있으며, 최근 많은 관심의 대상이 되고 있다. 본 논문에서는 지리정보를 얻기 위하여 단순히 수치지도를 보면서 지리정보를 획득하는 기존의 시스템을 개선하여 사용자가 주시하는 실세계 영상을 배경으로 건물명, 도로명과 같은 부가 정보를 실시간으로 중첩하여 보여 주는 증강현실 기술을 이용한 3차원 지리정보안내시스템을 설계하고 구현하였다.

#### ABSTRACT

In general, GIS provides a user with geographical information according to his requirements after a computer stores digitized spatial data from real scenes. Geographical information from digitized spatial data lacks of reality due to the exclusion of real scenes. However, Augmented Reality(AR) allows a user to see the real world with virtual objects superimposed upon or composited with the real world. Therefore it enhances a user's perception of the real world. In this paper, we present the development on 3D geographical information guide system using augmented reality that displays the real world with virtual objects such as building name, road name, etc., in real time.

\* 한국전자통신연구원 휴먼컴퓨팅연구부

## 1. 서론

지리정보시스템(GIS: Geographical Information System)은 컴퓨터를 이용하여 복잡하고 방대한 지리 정보를 종합적이고 효율적으로 다룰 수 있는 시스템이다<sup>1)</sup>. 따라서, 60년대부터 많은 연구와 응용 시스템에 대한 개발이 활발히 진행중이다. 그러나 지리정보는 컴퓨터에서 모든 작업이 처리되고 처리된 정보만 제공되므로, 컴퓨터에서 정보 저장 및 표현 한계 때문에 실제 사람이 보는 실세계와는 정보의 표현 방법에서 차이가 생긴다. 즉, 컴퓨터에서 처리하기 용이한 수치지도 형태로 일반적으로 데이터를 생성하고 표현하기 때문에, 컴퓨터에 익숙하지 않은 일반인이 지리정보시스템에서 제공되는 정보를 쉽게 이해하기 위해서는 제공된 정보에 대한 해석 방법을 익혀야 하기 때문에, 즉각적으로 정보 전달이 되지 않는 문제가 있어 왔다. 이러한 문제는 인간보다는 컴퓨터에서의 처리 편의성을 중심으로 모든 정보가 제공되어 왔는데 그 원인이 있다.

최근에는 컴퓨터의 처리 편의성에 따른 정보 제공보다는 인간이 보다 편리하게 정보를 습득할 수 있도록 하는 인간 중심의 서비스 제공으로 변화되고 있다. 특히, 가상현실(VR: Virtual Reality), 증강현실(AR: Augmented Reality) 등과 같이 인간에게 보다 쉽게 정보를 제공할 수 있는 기술에 대한 관심이 높아지면서 관련 인터페이스 기술에 대한 많은 관심이 집중되고 있다. 특히, 최근 등장한 증강현실 기술은 실세계 환경을 기반으로 상황판단에 도움이 되는 정보를 제공함으로써 정확하고 빠른 의사결정을 돕는 것으로, 의학, 교육, 국방, 오락 등 다양한 분야에서 관련 사용자 인터페이스 기술 및 효과적인 정보 제공 방법에 대한 폭넓은 연구가 진행되고 있다<sup>4),5)</sup>.

본 논문에서는 증강현실 기술을 이용하여 사용자가 실세계를 직접 보면서 사용자가 주시하는 지역에 대한 건물과 도로 이름과 같은 지리정보를 실시간으로 합성하여 제공하는 3차원 지리정보안내시스템을 설계하고 구현하였다. 본 시스템은 크게 원격지 이동 시스-

템과 지상 시스템으로 나뉘고, 지상시스템은 실시간 운용의 주요 요소인 증강현실 영상 생성 시스템과 데이터 편집 및 처리를 수행하는 3차원 GIS 데이터 관리시스템으로 구분된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 증강현실에 대한 정의 및 관련 연구에 대하여 기술하고, 3장에서는 본 논문에서 구현한 증강현실을 이용한 3차원 지리정보안내시스템에 대하여 설명하고, 4장에서는 시스템의 운용환경 및 결과 화면을 보인다. 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 증강현실의 정의 및 관련연구

### 2.1 증강현실의 정의

증강현실은 가상현실 발전 과정 중에서 발생한 연구 분야로, 현재 시스템 한계 때문에 실세계 전체를 정확히 모델링하여 시스템내에 구현할 수 없으므로 연구되기 시작한 분야이다. 증강현실은 일반적으로 사용자가 주시하는 실세계 장면에 컴퓨터에서 생성한 3차원의 가상 객체를 실시간으로 합성하여 표현한다<sup>2)</sup>. 따라서, 사용자가 보는 실세계 및 컴퓨터에서 생성한 가상세계와 동시에 상호 작용이 가능하도록 하는 기술이다<sup>4),5)</sup>. 또한 이 기술은 실세계 영상을 배경으로 제공하고자 하는 정보만을 효과적으로 모델링하여 적시적소(適時適所)에 합성된 영상을 보여주기 때문에, 현재 시스템 성능으로도 여러 가지 응용분야에 활용할 수 있는 기술이다.

증강현실과 가상현실은 다음 몇가지 점에서 크게 구별된다. 가상현실에서 사용자는 실세계와 차단되어 컴퓨터에서 생성된 가상세계에만 완전히 몰입하게 된다. 그러나, 증강현실에서는 사용자가 주시하는 방향의 실세계 영상을 보면서 그 영상 위에 컴퓨터에서 생성한 가상 영상을 동시에 볼 수 있다. 따라서 사용자에게 보다 현실감 있는 정보를 제공할 수 있으며, 사용자는 제공된 정보를 통하여 보다 쉽게 실세계 상황을 파악할 수 있다는 장점이 있다.

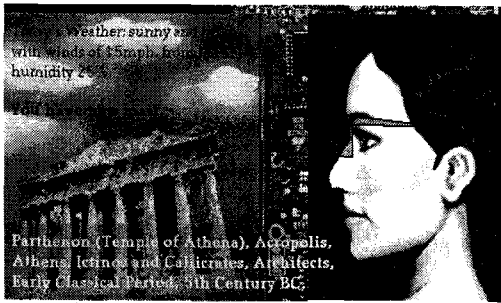


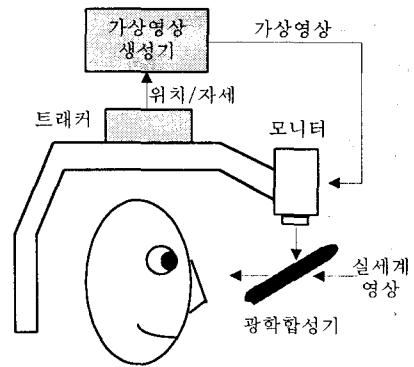
그림 2.1 증강현실의 예

그림 2.1은 관광안내시스템에 적용된 증강현실 시스템의 예이다. 관광객이 파르테논 신전을 관광할 때, 파르테논 신전에 대한 보충설명을 얻기 위해서는 안내책자와 같은 별도의 경로를 통해 정보를 얻어야 한다. 그러한 증강현실 기술을 이용하면, 관광객은 안경과 같은 see-through HMD(Head-mounted Display)를 착용하고 파르테논 신전을 보게 된다. 그러면 그림 2.1의 왼쪽 그림과 같이 사용자가 착용하고 있는 see-through HMD에 파르테논에 대한 부가 설명이 중첩되어 나타나게 된다. 따라서 별도의 책자 등을 참고 할 필요 없이 파르테논 신전에 대한 설명을 볼 수가 있다. 따라서 앞에서 언급한 바와 같이 관광객은 사용자가 주시하고 있는 실세계에 대한 정보를 보다 쉽고 빠르게 얻을 수 있는 장점이 있다.

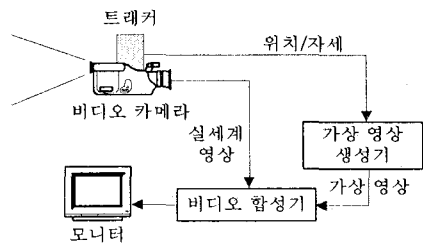
## 2.2 증강현실시스템의 구성

증강현실시스템은 실세계 영상과 가상 영상을 합성하는 방법에 따라 광학기술을 이용한 영상 합성 방법과 비디오 기술을 이용한 영상 합성 방법으로 나눌 수 있다<sup>2)</sup>.

영상 합성 방법에 따른 증강현실시스템의 구성도는 그림 2.2와 같다. 광학기술을 이용한 영상합성 방법은 사용자의 눈앞에 반투과성의 광학합성기가 부착되어, 컴퓨터에서 생성한 영상을 광학합성기에 투시한다. 그러면 사용자는 반투과성 광학합성기를 통하여 실세계를 직접 볼 수 있는 동시에, 광학합성기에 투시된 가상영상도 동시에 볼 수 있게 된다. 비디오 기술을 이용한 증강현실 시스템은 비디오 카메라를 이용하여



(a) 광학 기술을 이용한 증강현실 시스템



(b) 비디오 기술을 이용한 증강현실 시스템

그림 2.2. 증강현실시스템의 구성

실세계 영상을 획득한다. 획득한 영상은 컴퓨터에 의해 생성된 가상 영상과 함께 비디오합성기로 합성되어 사용자에게 보여준다. 이들 방법 중 어느 것을 선택하는가는 응용시스템의 사용목적 및 사용방법에 따라 달라질 수 있으며, 본 논문에서는 사용자와 실세계 영상을 획득하는 부분을 분리한 비디오 기술을 이용한 증강현실시스템으로 설계 및 구현하였다.

## 3. 증강현실을 이용한 3차원 지리정보안내시스템

본 논문에서 구현한 증강현실을 이용한 3차원 지리정보안내시스템은 사용자가 직접 실세계 영상을 획득하는 것이 아니라, CCD카메라를 탑재한 무선조종모형 헬기를 이용하여 원격지의 영상을 획득하고, 해당 지역에 대한 부가 정보를 실시간으로 합성하여 사용자

에게 보여준다. 따라서 본 시스템은 그림 3.1에서 보는 바와 같이 크게 실세계 영상을 획득하는 원격지 이동 시스템과 지상 시스템인 증강현실 영상 생성 시스템 및 3차원 GIS 데이터 관리 시스템으로 구성된다. 그림 3.2는 세부 모듈별로 데이터 흐름을 나타내고 있으며, 모듈별 설명은 다음과 같다.

### 3.1 원격지 이동 시스템

원격지 이동 시스템은 CCD 카메라를 이용하여 원격지의 실세계 영상을 획득하여, CCD 카메라의 위치 및 자세 정보와 함께 증강현실 영상생성 시스템으로 획득한 정보를 실시간으로 전송하는 실세계 영상 획득 시스템이다. 그림 3.3은 실세계 영상을 획득하기 위한 CCD 카메라, 무선 통신 장비, GPS 장비, 그리고 산업용 PC가 탑재된 무선 조종 모형 헬기의 모습이다. 카메라가 보는 방향에 동조하는 지리정보를 합성하여 출력하기 위해서는 카메라의 위치와 자세를 실

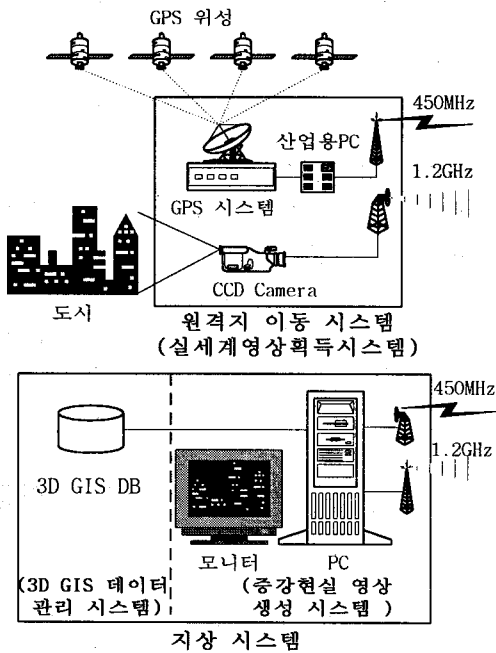


그림 3.1 시스템 구성도

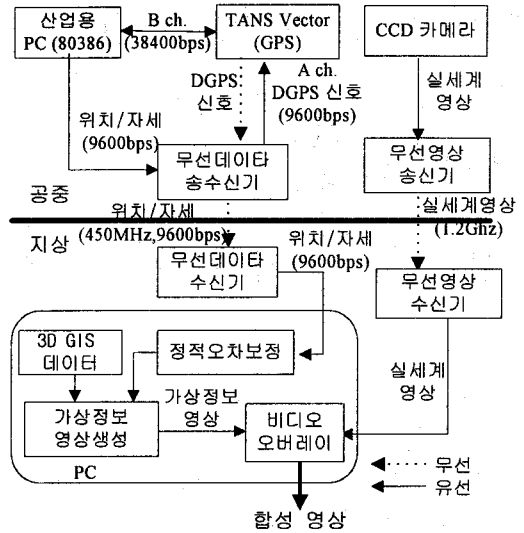


그림 3.2 데이터 흐름도

시간으로 측위하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 4개의 GPS(Global Positioning System) 안테나를 이용하여 위치와 자세를 측위하는 TANS Vector를 사용하였다.

각 모듈별 데이터 흐름은 다음과 같다. 무선데이터 송수신기는 DGPS(Differential GPS) 기준국으로부터 수신된 DGPS 보정 신호를 TANS Vector로 전송하고, TANS Vector에서 산출된 카메라의 위치와 자세 정보를 지상으로 송신하는 기능을 한다. DGPS 기준국

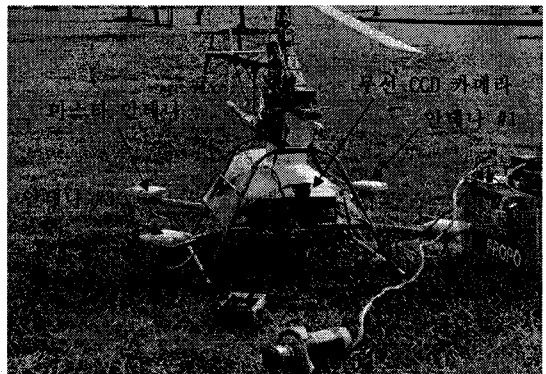


그림 3.3 원격지 이동 시스템

로부터 수신된 DGPS 신호는 GPS의 오차를 보정하기 위하여 사용되며, TANS Vector에서는 GPS의 위치, 방향, 위성 상태 등의 각종 정보를 산업용 PC로 송신한다. 산업용 PC는 TANS Vector로부터 수신된 신호 중에서 불필요한 신호는 필터링하고 증강현실 영상 생성 시스템에서 사용하는 카메라의 위치와 자세 정보만을 무선데이터 송신기로 보내는 기능을 한다. 신호 필터링은 38400bps로 제공된 3차원 GPS 데이터를 9600bps 송신기로 송신하기 위해 사용하였다. CCD 카메라를 이용하여 획득한 실세계 영상은 무선영상송신기를 통하여 지상으로 전송된다.

### 3.2 증강현실 영상생성 시스템

증강현실 영상생성시스템은 실세계 영상획득 시스템으로부터 수신된 CCD 카메라의 위치 및 자세 정보를 이용하여, 실세계 영상에 부합되는 부가 정보를 가상 영상으로 생성한다. 가상 영상은 기 구축된 3차원 지리정보 모델링 데이터를 카메라의 위치와 자세값을 이용하여 원근 투시하여 생성한다 (그림 3.3).

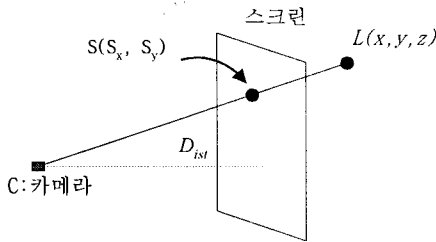


그림 3.4 원근 투시변환

$$S(s_x, s_y) = (-x \times \frac{D_{int}}{z}, -y \times \frac{D_{int}}{z})$$

C: 카메라(위치).

$D_{int}$ : 카메라와스크린간 거리

L: 모델링된실세계좌표

$S(s_x, s_y)$ : 스크린상의좌표

이렇게 생성된 가상 영상은 수신된 실세계 영상과

합성되어 모니터로 출력된다.

실세계 영상획득시스템에서 획득된 위치와 자세 정보는 마스터 안테나의 위치와 그림 3.5에서 보는 바와 같은 TANS Vector의 자세에 대한 해석으로부터 나온다(6). 그림 3.3에서 보는 바와 같이 무선조종모형헬기에 부착된 카메라와 TANS Vector는 동일 기준축에 있지 않으므로, TANS Vector와 카메라의 움직임을 동일 기준축으로 해석할 수 있도록 서로간의 위치 및 방향차를 보정해 주어야 한다. 따라서 본 시스템에서는 고정된 위치에서 미리 알고 있는 특징점을 이용하여 서로간의 차이를 보정하는 행렬을 구한 다음, 시스템 운영시 TANS Vector에서 구한 위치와 자세값에 이 보정 행렬값을 곱하므로써 카메라의 위치와 방향값을 올바르게 해석하도록 보정하였다(7).

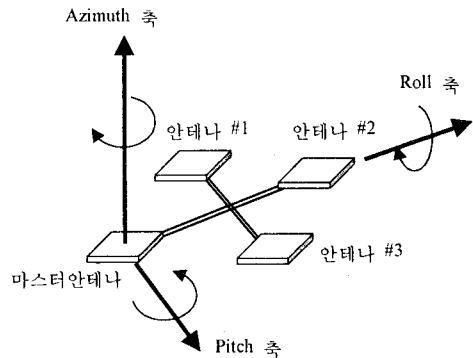


그림 3.5 TANS Vector의 좌표축

TANS Vector와 같은 측위장치에서 산출되는 측정값은 정적인 값이 아니기 때문에 이것을 그대로 이용하는 경우에는 가상영상이 떨리는 현상이 발생된다. 따라서 본 시스템에서는 선형보간법을 이용하여 데이터를 보간하여 사용하였다.

이렇게 나온 최종 위치와 자세값을 시점으로 하여 기 구축된 3차원 모델링 데이터를 원근투시변환하여 2차원의 가상영상으로 생성한다. 생성된 가상영상은 영상합성기법으로 널리 이용되는 크로마키 방법을 이용하여 실세계 영상과 합성한다.

### 3.3 3차원 GIS 데이터 관리 시스템

3차원 GIS 데이터 관리 시스템은 지리정보안내에 관련된 정보생성 및 처리에 필요한 기능들의 집합으로 구성되고, 실시간 운용 모드에서 증강현실영상시스템의 데이터로 이용된다.

관광안내에 사용될 정보 제공을 위한 사용자 인터페이스 제공, 3차원 등고선 데이터를 이용하여 구축된 DEM(Digital Elevation Model)에 근거한 입체 데이터 생성, 그리고 대용량 데이터를 중첩 분할을 사용하여 분할함으로써 실시간에 데이터 로딩(loading)시간을 줄이도록 설계하였다3).

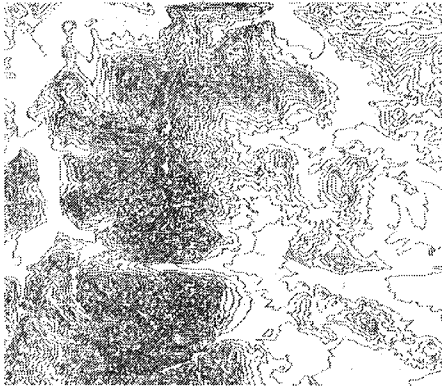


그림 3.6 등고선데이터(원데이터)



그림 3.7 입체생성

다음 그림들은 시스템의 몇가지 기능을 보인 것으로, 그림 3.6은 등고선 데이터 전체의 일부분을 추출한 것이고 그림 3.7은 추출 데이터를 입체 데이터로 만든 것이다.

### 4. 실험 결과

본 시스템을 운용하기 위한 시범 지역은 전자통신연구원의 컴퓨터소프트웨어기술연구소와 그 주변 지역을 대상으로 하였다. 그리고 사용자에게 제공되는 최종 결과 영상은 카메라로부터 획득된 실세계 영상과 해당 지역에 있는 건물명, 도로명과 같은 문자로 이루어진 정보가 합성된 영상이다. 그러나, 카메라가 주시하는 방향에 대해 실제 건물들은 상호 위치 및 크기에 따라 서로 가려서 보이지 않는 경우가 생긴다. 특히 산과 같은 지형요소에 의하여 산 뒤에 있는 건물들은 카메라의 시점 및 방향에 따라 서로 가려서 보이지 않는 경우가 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 건물과 산의 외형을 모델링하여 3차원 데이터베이스로 구축하였다. 렌더링을 부드럽게 하기 위하여 건물은 간략화된 3차원 외곽선만을 모델링하였으며, 산도 외곽을 와이어프레임으로 모델링하여 저장하였다. 따라서 정밀한 클리핑은 이루어지지 않지만, 사용자에게 문자로된 정보만을 제공하므로 크게 문제되지는 않는다. 3차원 모델링 데이터는 3D Studio Max를 이용하여 모델링한 다음, 3차원 데이터 포맷의 표준으로 사용되는 VRML(Virtual Reality Modeling Language)로 변환하여 구축하였다.

일반적인 증강현실 시스템에서 사용하는 컴퓨터시스템은 가상현실에서 요구하는 정도의 고성능 그래픽 엔진을 요구하지 않는다. 따라서 본 시스템은 증강현실 영상을 생성하기 위한 시스템으로 3차원 그래픽 가속기와 비디오 오버레이 카드가 장착된 PC에서 MFC(Microsoft Foundation Class)와 3D 그래픽 라이브러리인 Open Inventor를 사용하여 구현하였다.

그림 4.1은 본 시스템의 결과 화면이다. 왼쪽 중앙의 주 윈도우에는 실세계 영상을 바탕으로 카메라의 위치와 자세 정보를 이용하여 생성된 가상영상(건물

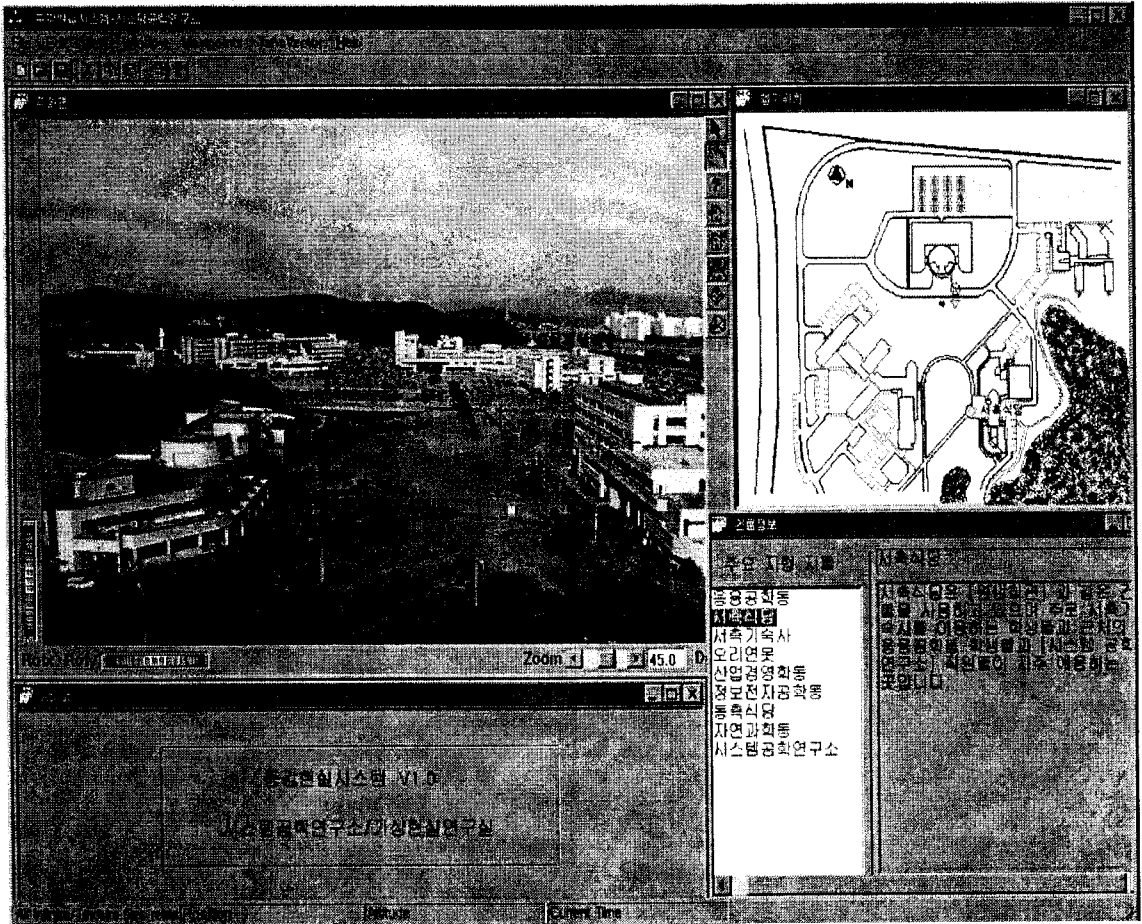


그림 41 영상 합성 결과

명)의 중첩 결과 영상이 보여다. 건물명은 사용자가 마우스를 이용하여 선택할 수 있으며, 선택시에는 오른쪽 하단의 윈도우에 선택된 건물에 대한 세부 정보가 출력된다. 오른쪽 상단의 지도는 현재 시범지역의 2차원 지도를 배경으로 헬기의 위치 및 헬기가 바라 보고 있는 방향이 빨간 마크로 표시된다.

본 시스템에서 실시간으로 실세계 영상과 가상영상을 정합할 때, TANS Vector에서 얻어진 위치와 자세를 지상으로 전송하여 정적오차를 보정한 다음 렌더링하므로 실사와 합성하는 순간까지 수 백 ms의 시간 지연이 있으며, 이로 인하여 실사와 가상영상의 시각 동기가 정확하지 않다. 따라서 실제 건물 영상과 건물 이름이 정확하게 중첩되지는 않으나, 건물에 대하여

문자만 출력하므로 사용자가 인지하는데 큰 어려움은 없다.

## 5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 증강현실을 이용한 3차원 지리정보 안내시스템의 설계 및 구현에 대하여 기술하였다. 전통적인 GIS와는 달리 증강현실 기술을 적용함으로써 사용자가 직접 눈으로 보는 지역에 대한 지리정보를 합성하여 제공하므로, 기존의 시스템에 비해 현실감을 높일 수 있고 사용자가 보다 쉽게 이해할 수 있는 장점이 있다. 특히 본 시스템은 전문적인 GIS 사용자보다는 비전문가에게 지리정보를 안내하는 시스템으로

활용하기에 적합하다.

본 시스템에서는 원격지의 영상을 획득하기 위하여 무선조종모형헬기를 이용하고 있으나, 관광지 안내시스템과 같은 목적에 사용하기 위하여 사용자가 직접 see-through HMD를 착용하는 시스템으로 변형하여 개발하는 것이 필요하다.

그리고, 현재 제공되는 지리정보는 도로명, 건물명과 같은 문자 위주의 정보와 단순한 그래픽 정보이지만, 향후에는 보다 복잡한 3차원 그래픽 정보, 음향과 같은 멀티미디어 정보를 이용하여 현실감을 향상시키는 기술 개발이 필요하다. 그래픽 정보의 합성은 현재 개발된 시스템보다 정밀하게 위치와 방향을 측위할 수 있는 장비의 선정 및 개발과 더불어 정합 오차를 보정할 수 있는 알고리즘 개발이 필요하다.

현재 제공되는 GIS 데이터 관리 시스템의 기능을 확장하여 다양한 데이터 제공이 필요하고, GIS에 사용되는 다양한 분석 도구와 결합하여 여러 가지 분석 결과를 증강현실 기술을 이용하여 제공할 수 있는 시각화(visualization) 방법에 대한 연구도 향후에는 필요하다.

## 참 고 문 헌

1. David J. Maguire, Michael F. Goodchild and David W. Rhind, Geographical Information Systems : Principles and Applications, Longman Scientific technical, 1991.
2. P. Milgram and F. Kishino, "A taxonomy of mixed reality visual displays," IEICE Transactions on Information and Systems, Special issue on Networked Reality, Dec. 1994.
3. Paul S. Heckbert and Michael Garland, "Survey of Polygonal Surface Simplification Algorithms", SIGGRAPH 97 Course Note #25 (Multiresolution surface Modeling Course) pp 1-29, May 1997.
4. R. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," Presence 1997 Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 6, No. 4, pp 355-385, August 1997.
5. S. Feiner, "Knowledge Based Augmented Reality," Comm. ACM, Vol. 30, No. 7, pp. 53-62, July 1993.
6. TANS VECTOR SPECIFICATION AND USER'S MANUAL, Trimble Navigation Limited, 1996.
7. 김주완, 김해동, 장병태, 김동현, "모니터 기반 Augmented Reality 시스템에서 카메라 오차의 효율적인 보정 방법," 컴퓨터그래픽학회논문지, Vol. 3, No. 2, pp. 35-43, December 1997.

1. David J. Maguire, Michael F. Goodchild and