

# 자동차 운전 시뮬레이터 개발을 위한 위성영상의 적용

## An Application of Satellite Image for The Development of a Vehicle Driving Simulator

최현, 강인준, 이준석

Choi, Hyun · Kang, In Joon · Lee Jun Seok

부산대학교 공과대학교 토목공학과  
(609-735)부산시 금정동 장전동 산 30번지

### 要 旨

컴퓨터의 성능향상으로 인하여 가상현실 및 시뮬레이션에 대한 관심이 급증하고 있다. 본 연구는 차량의 실시간 운전시뮬레이터 개발을 위한 인공위성영상의 적용에 관한 연구이다. 차량의 효율적인 성능테스트나 주행테스트를 위해서는 자동차공학과 토목공학의 접목이 필요하며, 그래픽 처리 분야에서는 가상 그래픽 주행 시뮬레이터 프로그램(Virtual Driving Simulator ; VDS) 개발, 실시간 그래픽 처리를 위한 알고리즘 개발, 효율적인 환경 및 차량 모델링 생성 및 관리 방법 개발, 인체 모델 시뮬레이션 및 설계 검증 기능부여, 가상현실 기법을 도입한 인간-컴퓨터 인터페이스를 구성 및 평가 등을 실시해야한다. 차량의 주행감각 등 가상 실험을 수행할 수 있는 독자적인 차량의 실시간 주행 시뮬레이터개발과 현실감을 부여할 수 있는 제어 알고리즘 개발, 주행 시뮬레이터의 개발을 위한 각종 인터페이스 구축에 이용되는 위성영상의 활용방안과 효용성에 관한 연구와 워크스테이션과 개인용PC에서의 실시간 시뮬레이션 구축에서의 렌더링의 상관관계 등을 분석하였다.

### 1. 서론

컴퓨터상에 모든 자료를 입력하여 임의의 제한된 공간에서 실제세계와 유사한 환경을 제공하고 몰입감 및 현실감을 증대시키며 경제적인 장점 때문에 가상현실에 대한 연구는 토목공학을 비롯하여 기계공학, 의학, 교육, 군사훈련 등 많은 분야에 적용되고 있으나, 구현장비의 미비, 고도의 기술과 훈련 및 기초연구의 부족으로 이에 관련된 실질적인 연구는 미미하였다. 그러나 최근 컴퓨터의 발달로 인

하여 가상현실에 대한 관심이 증가되면서 많은 연구가 수행되어오고 있다(최현 등 2001, 강인준 등 2001, 유환희 등 2001).

차량의 운전시뮬레이터를 개발하기 위해서는 동역학해석, 그래픽처리, 신호처리 및 인터페이싱, 제어로직등의 여러 분야에 대한 연구가 필요하다. 차량의 효율적인 성능테스트나 주행테스트를 위해서는 자동차공학과 토목공학의 접목이 필요한데, 그래픽 처리 분야에서는 가상 그래픽 주행 시뮬레이터 프로그램(Virtual Driving Simulator ; VDS) 개발, 실시간 그래픽

처리를 위한 알고리즘 개발, 효율적인 환경 및 차량 모델링 생성 및 관리 방법 개발, 인체 모델 시뮬레이션 및 설계검증 기능부여, 가상현실 기법을 도입한 인간-컴퓨터 인터페이스를 구성 및 평가 등을 실시해야한다. 또한 차량 시뮬레이터개발을 위해서는 특히 실시간 그래픽처리 연구에서는 음영처리 기법, 시내 및 고속도로 주행처리를 위해서는 주위 경관을 위해서 위성영상 및 항공사진이 필요한데, 이러한 연구를 수행하기 위해서는 원격탐사 및 항공사진측량 그리고 수치사진에 대한 고도의 전공지식이 있어야만 실시간 차량운전시뮬레이터 시스템의 개발이 가능하다. 또한 토목공학에서도 동역학처리, 신호처리 및 제어로직 등에 대한 연구는 전문지식이 없기 때문에 독자적인 차량주행시뮬레이터 개발에는 많은 어려움이 따를 것이다. 학과간의 연계를 바탕으로 차량 시뮬레이터를 개발한다면 공학발전에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다.

따라서 주행 시뮬레이터의 개발을 위한 각종 인터페이스 구축에 이용되는 위성영상의 활용방안 및 효율성 그리고 워크스테이션과 개인용PC에서의 실시간 시뮬레이션 구축에서의 렌더링의 상관관계 등을 분석하여 차량의 주행감각 등 가상 실험을 수행할 수 있는 독자적인 차량의 주행시뮬레이터개발과 현실감을 부여할 수 있는 제어 알고리즘 개발하는데 목적이 있다.

## 2. 가상현실

가상현실(virtual reality)은 인간과 기계간의 상호작용과 관련된 일종의 인터페이스 영역에 포함된다. 가상현실은 인간이 실제 환경과 상호작용에서 발생하는 여러

현상에 대해 지각하고 인지하여 실세계에 행위와 작용을 부여하는 것과 유사하게 컴퓨터에 의해 제시되는 가상환경과의 상호작용을 해준다. 그림 1은 가상현실 시스템과 인간의 인터페이스에 관련된 기술영역과 관련 장치들을 개략적으로 나타낸 그림이다.

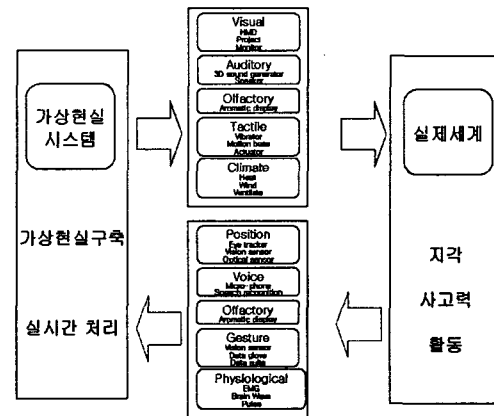


그림 1. 객관적인 가상현실 시스템

가상현실시스템의 개발은 통합시스템설계 또는 구성기술에 해당된다. 그러나 가상현실과 관련된 기술은 이보다 훨씬 이전인 1950년대 말부터 지금까지 지속적인 발전을 이루어왔다. 특히 최근의 컴퓨터기술, 센서기술, 화면표시장치 기술의 눈부신 발전은 가상현실 시스템의 적용영역과 그 응용 가치를 급격히 증가시켜놓았다. 60년대부터 새로운 표시장치와 기술이 발달하기 시작하여 70년대에 이르러 가상훈련환경의 개발 연구와 함께 급속한 발달을 시작하였다. 80년대에 이르러 다양한 가상현실 장비들이 등장하였고 실시간 렌더링이 가능한 컴퓨터 및 소프트웨어들이 개발되어 현재 가상현실은 그 대상영역의 폭을 급격히 넓혀가고 있다. 가상현실은 초기에 컴퓨터 공학을 중심으로 시작되었지만 최근에는 주변의 다른 학문과의 연결을 통해 가상현실 기술이 급속하게 보

급되고 있는데 가상현실 기술이 사용되고 있는 응용분야는 크게 의료, 오락 및 교육, 군사 및 항공우주, 로보틱스 설계 및 생산, 광고 및 홍보 등이며 사용범위가 확대되고 있다.

### 3. 자료구축

#### 3.1 인체 모델링구축

인간과 컴퓨터간의 인터페이스를 구성하기 위해서는 먼저 인체 모델링을 구축하여야 하는데 인체의 해석모델과 그래픽 모델을 생성하기 위해 GEBOD을 이용하여 인체의 치수 및 특성 값을 획득하였다. 인체 모델링은 15지체를 가진 인체 모델과 2개의 손 모델로 이루어진다. 인체 모델은 POSER를 이용하여 기본 작업을 수행한 후 3D StudioMAX 및 Rhino를 사용하여 수정을 가하였다.

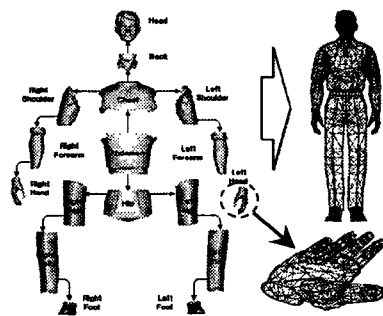


그림 3. 인체와 손의 그래픽 모델

손 모델은 Human Factors Design Handbook의 데이터를 기준으로 한국인의 손의 비율을 고려하여 Rhino에서 모델링을 하였고 3D Studio 및 RapidForm등을 이용해서 실시간 그래픽 처리를 위한 절점수를 감소시켰으며, 그림 3은 인체 모델과 손 모델을 나타낸 것이다.

#### 3.2 구조물 구축

건물은 실제 건물과 같은 현실감을 주기 위해 텍스처 맵핑 기법을 사용하였다. 디지털 카메라를 이용하여 건물 이미지를 촬영하여 원근 및 렌즈 왜곡을 제거하고 추출된 이미지를 페인트샵(Paintshop pro) 등의 이미지 편집 프로그램을 이용하여 편집하여 사용하였다. 대부분의 건물이 평면으로 구성되어 있으므로 간단한 블록 형상에 이미지를 맵핑하였다. 이러한 맵핑 기법을 이용하면 물체의 폴리곤의 수를 상당히 줄일 수 있으므로 이미지의 생성시간을 단축시킬 수 있다. 그림 4는 텍스처 맵핑 기법에 위한 객체 생성 과정을 보여주고 있다. 이 과정을 거친 다수의 객체들을 Performer에서 다루기 용이한 이진 파일 형태로 통합하므로 각 객체들이 정확한 텍스처를 가지고 정확한 위치에 위치하게 된다.

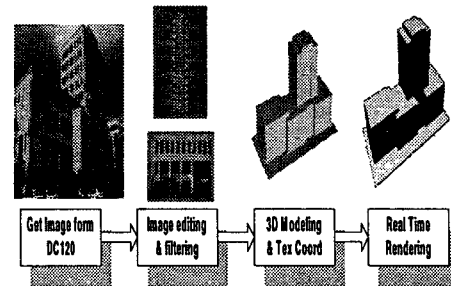


그림 4. 텍스처 맵핑 기법에 의한 객체 생성 과정

#### 3.3 도로 주변 환경 모델링

도로 주변 환경 모델은 도로를 기본으로 주위에 건물과 각종 주변장치를 배치하였다. 도로 주변의 복잡하고 다양한 형상의 건물 및 조형물을 사실적으로 모델링 할 경우 엄청난 양의 절점이 필요하므로 부득이하게 건물들의 형상을 단순화하여 모델링 하여야 한다. 맵핑 할 텍스처의 경우

각종 건물 및 조형물들이 도로에 근접해 있으므로 사실감을 증대시키기 위하여 비교적 자세한 텍스처를 활용하였다. 자세한 텍스처 확보를 위해 각 건물에 대한 사진 촬영을 수행하였으며, 각 건물의 특성을 강조하는 텍스처 위주로 사진편집작업을 수행하여 맵핑 소스를 확보하였다. 사실감 증대를 위하여 모델링 된 각 건물들을 수치지도 상에 나와 있는 정확한 위치를 파악하여 위치시켰다. 특징적인 건물과는 달리 눈에 띄지 않는 단층건물까지 사실적으로 모델링 하였을 경우 시스템 자원에 과도한 부하를 유발시킬 우려가 있으므로 정해진 맵핑 소스를 이용하여 반복적으로 구현하였다. 동일한 도로를 따라 일정한 간격으로 나열되어 있는 가로등은 하나의 객체를 도로를 따라 복사하는 방법으로 나열하여 주행감 및 현실감을 극대화하였다. 텍스처 맵핑에 대한 좌표계 부여를 위해 사용하기 편하고 널리 보급되어 있는 3DS MAX를 사용하였다. CAD 모델링을 수행한 후 퍼포머에서 사용할 수 있는 다양한 그래픽 포맷들로 변환하여 형상 객체 데이터베이스를 구축하였다. 형상 모델을 생성하는 과정은 그림 4와 같다.

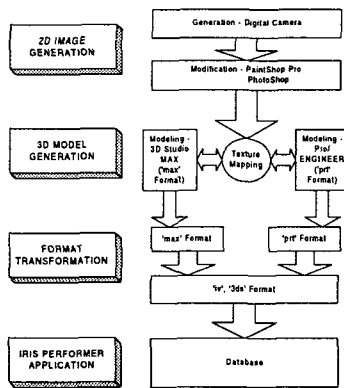


그림 9. 그래픽 형상 모델 생성 과정

### 3.5 지형 모델링

그림 5는 수치지형도의 등고선으로부터

불규칙 삼각망모델로 변환시켜 자연지형을 생성한 예를 보여준다.

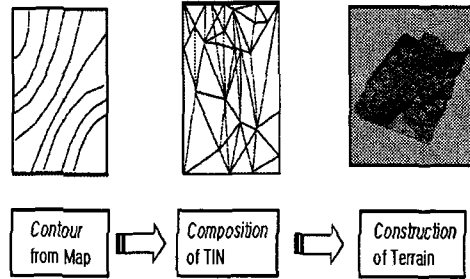


그림 5. 지형 등고선으로부터 지형 생성

지형 모델링에서 사실감을 너무 강조하다 보면 불가피하게 처리해야 할 격자가 증가하게 되므로 그래픽의 실시간 구현에 장애요인이 되기 때문에, 격자수를 줄이면서 사실적으로 지형을 재현하기 위해 Landsat TM영상을 이용하였다. 배경을 항공사진을 이용하면 훨씬 사실적인 배경 묘사가 가능하나 절점수의 증가로 실시간 시뮬레이션의 구현에는 많은 무리가 따랐으며, 그림 6은 위성영상을 3차원으로 맵핑함으로 완성된 지형모델을 보여주고 있다.

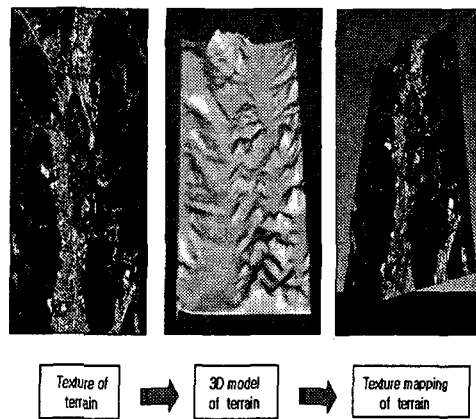


그림 6. 삼차원 지형모델에 항공사진의 텍스처 맵핑

#### 4. 시내주행처리

자동차 시뮬레이터에 이용될 가상환경 주행 시나리오는 부산광역시 산업도로를 선정하여 그래픽을 구성하였다. 가상환경 모델은 상대적으로 크고 방대한 도로와 도로 주변으로 집중되어 있는 건물들 및 각종 도로주변 장치들로 구성된다. 단순한 객체모델에 비해 상당히 넓고 굴곡이 있는 도로와 그 주변지형을 모델링하기 위해서는 3차원 지형공간에 대한 정보가 필요하다. 비교적 저속으로 주행하는 시내주행 환경에서는 도로주변 건물들과 도로주변 장치 등이 주행상황 및 운전자에게 큰 영향을 미치므로 좀 더 자세하고 사실적인 지형정보가 필요하다. 구입한 수치지도와 현장 답사를 통한 사진촬영으로 각 객체에 대한 외형 모델링과 텍스처 데이터를 확보하였다. 그리고 방대한 주행환경을 모델링하기 위해서는 각 객체 모델들의 정보를 효과적으로 처리하는 데이터베이스화가 중요하다.

실시간 시뮬레이터의 데이터베이스에는 환경객체에 대한 형상정보를 담고 있는 정보와 그 속성, 텍스처, 좌표 그리고 이미지 처리과정을 거친 텍스처 소스가 포함된다. 가상 원형으로부터 얻어지는 관성정보와 기능정보도 객체 동작을 생성하기 위해 전달된다. 가상 원형 생성을 통해 검증된 데이터베이스와 주행 시험을 위한 환경 데이터베이스가 시뮬레이션 계층에 전달되면 평가목적에 따라 정의된 프로세스를 수행한다.

시내 및 고속도로 환경은 보다 광범위한 지형에 걸쳐져 있으므로 전 범위에 걸쳐서 지형을 모델링하기 보다는 시뮬레이터의 환경에 맞게 도로주변을 중심으로 모델링하는 것이 중요하다. 도로 모델링을 위한 데이터는 수치지형도상의 도로를 바

탕으로 구축하였다. 다양한 고도와 굴곡을 가지면서 넓은 지역에 걸쳐있는 도로를 사실적으로 모델링하기 위해서 구간을 단거리로 나누어 면을 구성하였다. 이때 도로의 굴곡이 상대적으로 심한 곳은 짧은 구간으로 나누고 굴곡이 거의 없는 곳은 긴 구간으로 나누어 격자 수의 증가로 인한 시스템의 부하를 최소화하였다. 도로를 이루고 있는 차선 및 일반 주행도로, 지하도, 인도 등을 각각 객체화하여 수정 및 모델링을 보다 용이하게 하였다. 차선 도로 위에 약 5cm 간격을 두고 면을 구성하여 실제 주행감을 극대화하면서 상대적으로 부하를 최소화하였다. 그림 7는 시내주행 시나리오로 선정된 부산대학 앞 산업도로에 대한 실제 지도와 모델링된 시내주행환경 그리고 시내주행 환경을 실제로 주행하고 있는 모습이다.

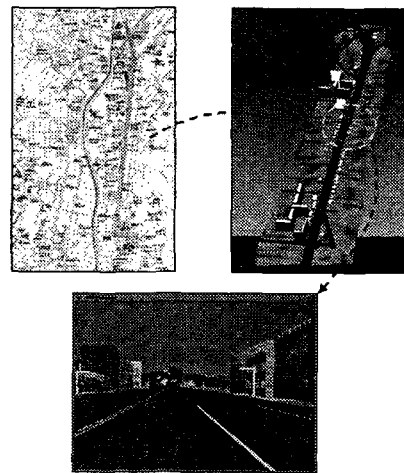


그림 7. 시내 주행환경 모델과 주행모습

##### 4.1 고속도로 주행 처리

고속도로는 시내주행 도로와는 전혀 다른 주행환경을 연출하게 된다. 시내 주행환경은 도로보다는 도로주변의 다양한 주변건물과 조형물에 의하여 많은 영향을

받게 된다. 또한 도로 주변에 산재되어 있어 보다 많은 개체의 렌더링이 요구되므로 고속주행 처리에 적합하지 않다. 하지만 고속도로는 주변 자연지형 보다는 도로 자체가 주행환경을 재현하는 데 크게 영향을 미치므로 좀더 사실적인 도로 모델링에 중점을 두었다. 시내 주행환경에 비해 심한 굴곡과 고속 주행으로 인해 주행 중 발생할 수 있는 도로이탈을 방지하기 위해 중앙 분리대와 가드레일을 모델링 하였다. 크게 변하지 렌더링 조건으로 인하여 고속주행에 따른 실시간 렌더링이 가능하였고 안개상황과 같이 특수한 환경 하에서의 고속주행도 가능하였다. 그림 8은 고속도로 주행 시나리오로 선정된 경부고속도로 진입로 구간에 대한 실제 지도 및 모델링된 고속도로 주행환경 그리고 고속도로 주행환경에서의 주행하였으며 안개상황과 같이 주행하여 실시간 구현시간을 측정하였다.

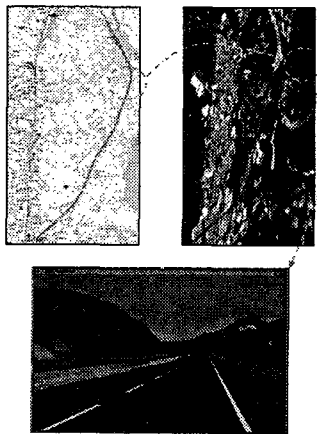


그림 8. 고속도로 주행환경 및 주행모습

## 5. 결론

본 연구는 자동차 운전 시뮬레이터 개발을 위한 위성영상의 적용에 관한 연구로

서 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 주행 시뮬레이터의 개발을 위한 각종 인터페이스 구축에 이용되는 위성영상을 적용하여 기존의 그래픽구현방식보다는 훨씬 사실적인 배경구축이 가능하였다.

둘째, 개인용 컴퓨터의 실시간 시뮬레이션 구축에서 워크스테이션과 대등한 그래픽 처리능력을 보이기 때문에 저가의 장비로도 시뮬레이션구현이 가능할 것으로 사료된다.

셋째, 차량의 주행감각 등 가상 실험을 수행할 수 있는 독자적인 차량의 주행 시뮬레이터개발과 현실감을 부여할 수 있는 제어 알고리즘을 개발하였다.

## 참고문헌

G. Burdax and P. Coieffet, Virtual Reality Technology, A Wiley-Interscience Publication, 1994.

장인준, 최현, 박창하(2001) 수치지도와 지형정보를 이용한 VGIS구축에 관한 연구, 한국측량학회지, 제 19권 제 4호, pp. 331~339.

건설교통부(2000) 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침, 기문당.

김성우, 임승호, 유환희(1999) MapObjects IMS를 이용한 InternetGIS 개발, 1999년 학술발표회 논문집(IV), 대한토목학회, pp. 545~548.

손권, 최경현, 유창훈(1999) 건설차량 실

시간 그래픽 주행 시뮬레이터, 한국정밀공학회지 제 16권 제 7호, pp. 109~118.

유환희, 조정운(2001) 인터넷상에서 3차원 가상도시공간정보구축, 2001 추계 학술발표회, 한국지형공간정보학회, pp. 69~76.

장제원, 손권, 최경현, 송남용(2000), 가상현실을 이용한 실시간 차량 그래픽 주행 시뮬레이터, 한국정밀공학회지 제 17권 제 7호, pp. 80~89.

최현, 강인준, 이병걸(2001) 3차원 지형공간 정보체계를 이용한 도로설계 시뮬레이션, 대한토목학회논문집, 제 21권 제 2-D호, pp.201~207.

Bernard P. Zeigler.(1990) *Object Oriented Simulation with Hierarchical, Modular Models: Intelligent Agents and Endomorphic Systems*, Academic Press.

Claudio Sansoni(1996) Visual Analysis : a new probabilistic technique to determine landscape visibility , *Computer-Aided Design*, Vol.28, No. 4 pp 289-299.

Grove(1998) Use of Explicit Knowledge and GIS data for the 3D Evaluation of Remote Sensing Images, *Proceedings of the 14th International Conference on Pattern Recognition - Volume 2* ,V.2, pp 1413-1415.

Krueger, Myron W(1991) *Artificial Reality: Past and Future*, Helsen & Roth, pp. 19~25.

Walter Di Carlo(1999), A Virtual Environment for Remote Sensing Data Exploration, *Proceedings of SPIE*, Vol. 3643, pp. 71~80.

Gert van Maren and ir. Rick Germs, A Virtual Reality Interface for the Spatial Database Engine, <http://www.asset.co.nz/gert/esri/p551.htm>

<http://ftp.cis.ufl.edu/~fishwick/book/book.html>.