

인터넷3D GIS를 위한 3차원 데이터의 효율적 구축 및 생성방안

Technique of Serving 3D GIS Data on the Internet

강인준* · 이준석**
Kang, In-Joon · Lee, Jun-Seok

요 旨

인터넷에 3차원 GIS 데이터를 제공하기 위해서는 VRML로 3차원 지형을 생성하는 방법과 지형공간정보 데이터의 자동연결 방법에 관한 연구가 필요하다. VRML은 3차원 물체들의 상호관계를 표현하는데 표준적인 언어로서 온라인상에 연결된 가상의 세계를 시뮬레이션할 때 쓰인다. 이는 가상세계를 표현할 뿐만 아니라 파일로 저장하여 웹 이용자들 중의 한사람에게 가상세계를 보여줄 수도 있다. 본 연구에서는 수치지도 데이터, 항공사진, VRML 스크립터로 구성된 VRML모델을 이용하는 인터넷상에서 3차원 GIS를 제공하는 방법을 보여주고자 한다. 인터넷상에서 3차원 GIS 제공하는 것과 항공사진들을 이용해서 정밀하게 지도를 제작하는 방법을 알아보며 VRML로 수치지도와 항공사진으로 3차원 영상을 만들기 위해 어떠한 데이터가 가장 효율적인지 비교하였으며 3차원 지형데이터의 인터넷제공 방법에 대해 연구하였다.

ABSTRACT

To provide 3D GIS data on the internet, 3D data structures need to be researched and applied for spatial analysis for subsurface modeling.

As for GIS software R&D trend the following things have pointed out : 3-dimensional geo-processing technologies, internet-based application system development, distributed processing technologies for large volume of spatial information, real-time geo-data processing methodologies, Among them research scope within Internet-based application system or Web-based GIS generally contains core parts of software development such as Internet application, large volume of spatial database handling, real-time spatial data processing, spatial data transfer and transformation, and volumetric display of processing results.

This study shows the method of providing 3D GIS on the internet using VRML model, which are made of DEM data, draped aerial photo, and VRML script programming. And it is also studied that offering 3D GIS engine on the internet and precise texture mapping using satellite image and aerial photos.

* 정희원 · 부산대학교 토목공학과 교수 (kangprof@hanmail.net)

** 정희원 · 부산대학교 토목공학과 박사 수료 (jaslee@pusan.ac.kr)

1. 서론

3차원 GIS는 가시화를 제외하고는 아직 초보적인 단계이며 최근 컴퓨터의 성능 향상으로 3차원 GIS에 대한 관심이 많아지고 있다. 3차원 GIS는 지질학, 지구물리학, 지진학, 지하 매설물 공사 등등의 분야 등에 이용되고 있으며 지하의 지질학적인 정보의 부족과 기존 2D에서의 분석의 오류 및 불일치로 인해 가시화 하는데 문제점이 있다.(Kate 등, 1998)

3차원 GIS에 관한 연구를 보면 Dykes가 3차원 공간의 토폴로지 구성에 관한 연구를 하였으며(1995) Maren와 Germs(1994)는 2차원 GIS데이터를 바로 3차원으로 매핑처리하여 보여 주는 프로그램 개발을 하였다. Sadek과 Bedran(1998)이 Arcview Framework를 이용한 도로 노선 설계 및 평가를 실시 하였으며 2차원 데이터로부터 3차원 지형, 건물 등 객체를 추출하는 연구를 하였다. Thierfelder(1998)는 지형학적 인자를 이용한 수질 예측에 관한 연구를 하였고 Sansoni(1998)는 격자 방식을 이용한 전망 가시권 분석에 관한 연구를 했다. DBMS를 이용하여 동적인 VRML생성 질의 방법에 관한 연구(Zlatanova, 1999)가 있었으며 테라바이트 분량의 지형정보를 VRML을 사용하여 효율적으로 보여주는 연구(Reddy 등, 1999)가 이루어지기도 하였다.

국내에서는 EIRI에서 Java와 VRML을 이용하여 2-tier 체제를 이용한 3D Web GIS에 관한 실험적 연구를 하고 있다. 지리정보시스템에서 VRML을 이용한 DEM의 3차원 가시화에 관한 연구가 있었고 (한능우, 1996) Arc/Info데이터를 이용한 인터넷상에서 지하 시설물 3차원 시각화 및 관리 시스템 개발과 Arc/Info 데이터를 그대로 이용하여 인터넷상에서 3차원으로 그대로 보여주는 시스템을 소개(김인현 등, 1999)하였고 지리정보시스템을 이용한 산사태 분석 기법 개발 및 적용연구에 대해 연구를 하여 지형도, 토양도, 식생도, 경사도, 나무의 굵기, 나이, 수종, 밀도, 토지이용도, 유역도, 이전에 산사태 일어났던 지역 등 다양한

인자를 고려한 분석 기법(이사로 등, 1999)도 발표되었다. 택지개발을 위한 주거입지 분석에서 지형공간정보 체계의 활용에 대해 연구에서 대전시를 대상으로 표고분석도, 지가 분포도, 경사 분석도, 도로망도, 경사 방향 분석, 인구 분포를 이용하여 가중치 분석에 의한 주거입지 분석(이재기 등, 1999), 인터넷 환경 하에서의 3차원 공간분석 소프트웨어 개발 연구에서 JAVA를 이용한 2차원 공간검색시스템 개발과 VRML을 이용한 3차원 공간검색 시스템개발(ETRI, 1997), 1998년에 자료처리 및 3차원 지형분석 S/W개발 연구에서 JAVA를 이용한 위성영상분석 S/W개발 및 C++을 이용한 3차원 지형처리 S/W개발(한국전자통신연구원, 1998)을 소개하였다.

국내외의 3차원 GIS에 관한 연구는 아직 공간 엔진 조차 제대로 구현되지 않은 상태이며 토목분야에서는 시공 상황에 관한 입체 애니메이션 등의 가시화로 주로 이용되고 있다. 현재의 GIS시스템은 3차원을 처리하는 능력이 부족하고 CAD는 지형 해석을 하는 능력이 부족하다. 3차원 GIS의 하나의 과제는 인터넷을 통한 접근이고 이를 위해서 서버상의 데이터 최적화, 질의 할 수 있는 방법 제공, 결과의 가시화 등의 3가지 문제가 있다. 현재까지 대부분의 인터넷 GIS 도구들은 3차원의 정보를 질의하는데 한계가 있다. 본 연구에서는 수치지도 데이터, 항공사진, VRML 스크립터로 구성된 VRML모델을 이용하는 인터넷상에서 3차원 GIS를 제공하는 방법을 보여주고자 한다. 그리고 인터넷상에서 3차원 GIS 제공하는 것과 항공사진들을 이용해서 정밀하게 지도를 제작하는 방법을 알아보며 VRML로 수치지도와 항공사진으로 3차원 영상을 만들기 위해 어떠한 DATA가 가장 효율적인지 비교하고 3차원 지형데이터의 인터넷제공 방법에 대해 연구를 하였다.

2. VRML을 이용한 3차원 지형공간 정보 생성방법 고찰

VRML은 인터넷상에서 3차원 개체를 보여주기 위한 문서 표준으로 1994년에 처음 만들어졌다. 현재 VRML 1.0, 2.0을 거쳐 VRML 97까지 버전이 나왔으며 이는 2.0의 이름의 대체이다. 앞으로 나올 VRML 차기 버전은 X3D로 명명되었고 이는 Extensible 3D를 의미하며 VRML97의 기능을 확장한 차세대의 확장가능한 3D 그래픽 규약이며 X3D란 이름은 XML과의 통합을 의미하기 위해 선택되었다.

VRML은 3차원 모델링을 위해 직교좌표계를 이용하고 있다. 이것은 지심좌표로 지구 중심으로부터 떨어진 거리 (x, y, z)로 표현하고 있다. 하지만 대부분의 높이 데이터는 특정한 좌표계와 측지계에 속해 있고 이러한 측지 좌표계는 경위도 좌표 등과 같이 지구의 타원체와 관련이 있다. 투영 좌표는 이러한 지구 타원체를 단순한 평면이나 실린더, 뿔에 투영한 것이다. 어떠한 좌표계는 좁은 지역만을 위한 좌표계일 수도 있다. 이렇게 다른 좌표계간의 자료를 이용하기 위해서는 VRML에서 이용하는 직교좌표로 변환하는 작업이 필요하다. 그리고, VRML 97의 규격은 소수점을 표현하기 위해서 SFFloat 와 MFloat 필드가 있다. 하지만 이것은 단순히 단정도 소수이다. 단정도의 소수점 범위는 정확한 측지 좌표를 표현하기에는 충분하지 않다. 예를 들어 IEEE 단정도 형식은 23비트의 수이다. 이것은 약 6자리 ($2^{23} = 8.39 \times 10^6$)이다. 지구의 지름은 약 12,700,000m이며 이것을 이용하면 지형을 단지 100m 정확도로 나타낼 수밖에 없다. 이러한 정밀도는 GPS의 토목적인 용도의 이용도 하지 못하는 것이다. 대부분의 VRML 브라우저는 모델링을 위해서 단정도 소수를 사용하고 대부분의 그래픽 하드웨어도 단정도 소수를 사용한다. 그러므로 본 연구에서는 단 정도 상수를 사용하였으며 6자리 미만에서 해결할 수 있는 지역 좌표계를 이용하였고 지리 좌표를 mm 수준까지 할 수 있었다.

VRML의 좌표계는 오른쪽이 X축, 위쪽이 Y축, 앞쪽이 Z축이므로 VRML의 좌표계와 지형좌표계간의 y, z간의 변환이 이루어져야 한다. VRML97 규격은 지형

을 나타내기 위해서 IndexedFaceSet 과 ElevationGrid를 제공하고 있다. ElevationGrid는 사용자가 x-z평면에 높이를 지정할 수 있다. 일반적으로 많이 쓰이는 IndexedFaceSet 노드는 3차원 공간에서 임의의 다각형을 생성할 수 있다. ElevationGrid은 단순한 높이 데이터 필드를 제공하기 위하여 만들어져서 이것을 사용하기에는 제한이 많다. 예를 들어 높이는 평면상의 높이이므로 곡면상의 높이를 표현하기 힘들다. ElevationGrids는 지구의 곡률이 무시되는 작은 지역의 모델링에서만 유용하며 소축적 지도를 표현하기 위해서는 IndexedFaceSet을 이용하여야 한다. ElevationGrid node는 지형을 생성하기 위해 설계되었으며 이를 위해 지형격자의 차원, 셀 간격, 셀 개수가 주어져야 한다. 이것의 장점은 보간에 의해 부드럽게 보인다는 장점이 있지만 그리드 수가 300x300개를 넘어 갈 때는 가상세계에서 활동하는데 느려지는 경향이 있다.(Kate 등, 1998) IndexedFaceSets은 사실적인 지형표현 방법이며 각각의 면에 대해 x, y, z좌표의 형태로 저장되고 많은 VRML browser에서 성능이 향상되며 모델링의 효율을 얻을 수 있다. 반면 일반 TIN모델과 형식이 달라 변형이 필요하며 조명상태에서 부드러운 모델링을 위해서는 시계방향으로 모든 FaceSet면을 계산해야 하는 단점이 있다. Lattices형태는 IndexedFaceSets형태로 표시되며 격자 DEM으로부터 빠르고 쉽게 구현이 가능하다. VRML의 Texture는 브라우저의 성능을 위해서 256x256셀밖에 지원하지 못하며 이로 인해 나타나는 항공사진의 해상력이 떨어지게 되나 LOD(level of detail)를 이용하여 가까이 갈수록 더욱 상세한 이미지를 보여줌을 통해서 극복할 수 있다. 인터넷상의 전송 속도 향상을 위해서는 가능하면 Solid 모델을 사용하여 객체를 만들고 완성된 파일은 압축하여 전송속도를 빠르게 한다. 그리고, 세밀한 묘사보다는 Texture를 활용하고 보이지 않는 부분의 물체는 없애는 것이 필요하다. VRML 장면에서 원하는 크기의 창의 정보를 새로 띄우기 위해서는 VRML 장면이 HTML 문서에 포함되어 있어야 하고

HTML 파일에 새로운 창을 만드는 javascript 함수를 넣고 포함된 VRML 파일의 Anchor노드에는 url필드에 "javascript: function_name()"를 포함시킨다. 이 VRML파일 포맷을 이용하면 브라우저에서 3차원 지형정보를 확인해 볼 수 있으며 VRML의 다양한 기능을 이용하여 확대, 축소, 검사, 이동이 가능하며 미리 설정된 시점간의 이동이 자유롭게 가능하다.

3. 3차원 GIS제공

3.1 3차원 항공사진 제작

모델지역은 부산광역시 남구 일원이며 수치지도와 항공사진을 이용하여 작업하였다. 항공사진과 1:5,000 수치지형도(도엽번호 : 35913044의 3장)를 중첩하여 육안 비교를 하였고 중첩된 영상데이터는 이 지역일대의 1996년 항공사진이다. 항공사진의 좌표변환에 있어서 지상 기준점은 국립지리원 1:5,000 수치지도를 사용하여 15개의 표본 중 RMS오차가 높은 것은 버리고 10개를 영상에 끌고루 분포할 수 있도록 하였다. 그림1은 항공사진의 좌표등록화면이며 이 것을 좌표계가 저장이 되는 파일포맷으로 변환하여 사용하였다.

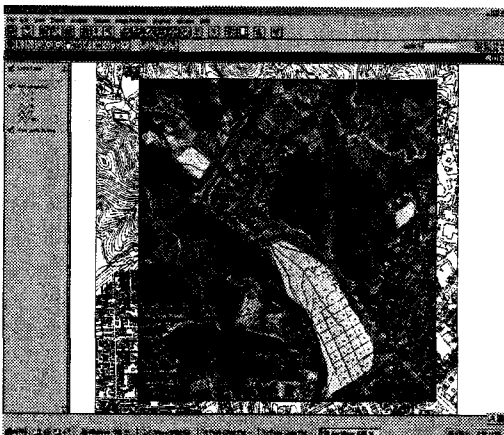


그림 1. 항공사진의 좌표변환

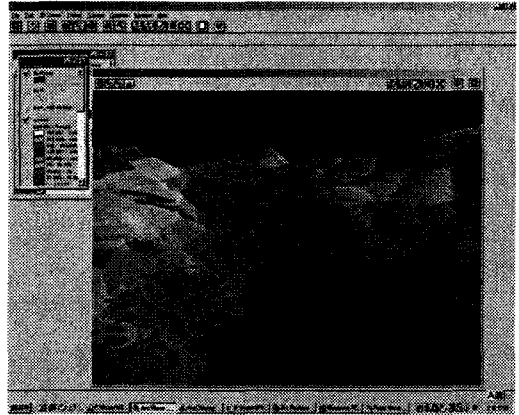


그림 2. 3차원 건물과 도로 생성

그림 2는 수치지형도에서 등고선 레이어만을 이용하여 3차원 지형 생성을 TIN에 의한 방법으로 만든 것으로 이 3차원 지형위에 건물레이어와 도로 레이어를 추출하여 3차원 shape로 만들어서 지형 위에 올린 모형이다. 모든 객체들이 지형과 함께 있어야 하며 지형과 틈이 생기는 것은 나중에 VRML프로그램에서 오차를 수정해 주었다.

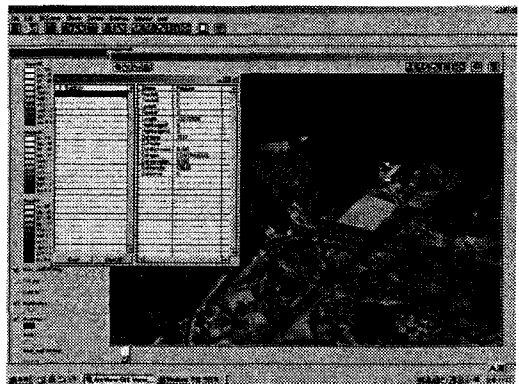


그림 3. 3차원 GIS제작

그림 3은 이 3차원 지형 위에 항공사진을 입힌 모형이며 이를 확대, Rotate, 지형정보 검색을 해볼 수 있다. 각 객체에 대한 정보를 입력하며 이러한 객체에 대한 정보는 ImageMapper란 프로그램을 이용하여 각

각의 객체에 대한 정보를 HTML로 변환하였다. 그림 4에서 3차원 항공사진의 전체 흐름을 설명하였다.

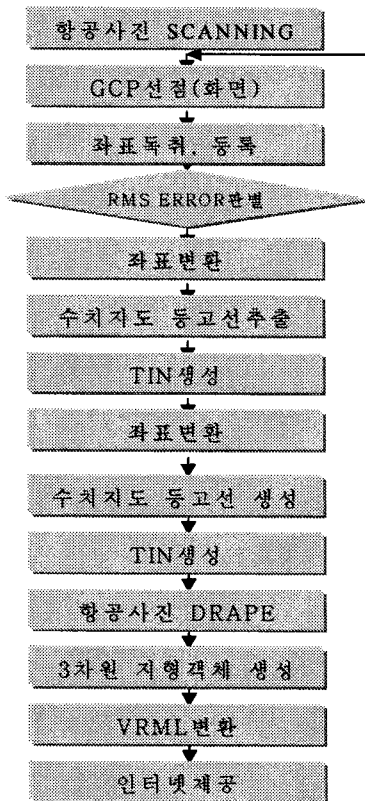


그림 4. 3차원 항공사진 제작흐름도

3.2 VRML을 이용한 3차원 항공사진 제공

관계형 데이터 구조의 개별 스키마 매핑이 그림5에 나와 있다. 점, 선, 면, 솔리드 4가지 형식의 지형개체가 사용되었다. 기본적인 개체는 면과 노드이고 각각의 개체는 4개의 관계형 테이블로 표시된다. _D의 확장자는 형태와 위치의 정보이고 _A 테이블은 물리적인 속성의 파라미터이고 표_B는 개체의 이벤트 동작을 나타낸다. 주제도에 관한 정보가 없기 때문에 _T 테이블이 개체 클래스의 단순한 인덱스이다. 각각의 개체는 독특한 ID를 가지고 있다. 복잡한 개체는 솔리

드, 면, 선, 점 객체의 조합으로 이루어져 있고 개별적인 동작을 가질 수 있다. 예를 들어 호텔 빌딩은 마우스가 다가가면 특정한 정보를 표현하는 스크립트에 연결될 수 있고 출입문은 마우스 클릭으로 독립적으로 움직일 수 있다. 유지관리 시설정보와 지형 해석을 위한 정보의 테이블의 탐색속도를 높이기 위해서 이러한 지형 객체와 관련 시설 개체의 코딩은 R-tree 그룹에 의해서 그룹화 되어 있다. (_D의 rtree 필드, 면과 노드 테이블)

그림6은 2차원 지형정보데이터를 Arcview ImageMapper를 이용하여 이미지 맵으로 변환하여 제공한 예이다. 이를 이용하면 2차원 상의 공간객체를 별도의 프로그램 없이 쉽게 볼 수 있었고 Arcview상에 나타나는 중요한 객체의 정보는 쉽고 빠르게 볼 수 있는 방법이었으나 사실감이 있는 3차원으로 확장하지는 못하였다.

그림 7은 3차원 GIS데이터를 인터넷 3차원 파일 포맷인 VRML 2.0으로 변환시킨 후 Cosmo World에서 작업하는 화면이다. 이것을 이용하여 필요 없는 선들을 지우고 공간객체들을 Solid Model로 만들어 파일 크기를 줄이며 4개의 카메라 시점을 설정하여 VRML에서 자유롭게 이동하게 하였다. 객체정보를 우측의 새로운 프레임에 보이도록 url link하는 작업을 하였다. 그리고, VRML2.0부터 지원되는 이벤트와 노드 기능을 이용하여 움직이는 객체, 소리와 동영상 객체도 이용이 가능하였으며 LOD노드를 이용하여 4단계의 거리를 설정하여 멀리 있을 때는 도로와 건물의 Solid 객체가 보이지 않게 하였다. TouchSensor 노드를 이용하여 객체를 선택할 시 잘 보이는 곳으로 시점이 이동하게 만들었으며 TimeSensor 노드를 이용하여 시간에 따라 변하는 태양의 위치라든지 자동차 등의 움직이는 객체 표현도 가능했다.

본 연구에서는 북동쪽에서 비치는 태양광을 설정하였으며 각 건물의 texture작업도 하였다. 그림 8은 이를 이용하여 실지 제공화면으로 floating모드로 객체가 가까이서 본 화면이다.

동적인 GIS의 표현이 가능했다. 그리고 VRML을 이용하여 지형모델을 효율적으로 제공하기 위해서는 좌표계변환, LOD를 이용한 해상도 증가, Solid 모델을 이용한 3차원 지형객체의 변환이 이루어져야 됨을 알 수 있었고 VRML 스크립터를 이용하여 개별적인 3차원 객체와 지형정보간의 연결이 이루어 질 수 있음을 보였다.

앞으로 3차원 지형정보를 제공하기 위해 GIS와 연결되어 VRML 스크립터를 자동적으로 생성하는 프로그램과 DBMS를 이용한 제공방법에 관한 연구가 필요하고 VRML 차기버전인 X3D에서 XML로 효율적인 정보저장과 표시방법에 관한 연구가 있어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강인준, 노유진, 이준석(1997) 지형공간정보시스템을 이용한 인터넷 실시간 도로교통정보 구축, 한국측지학회지, 제15권, 제 2호, pp. 263-268
- 강인준, 장용구, 최철웅(1994) 지형데이터 해석에 따른 산사태위험지역 선정기법, 한국측지학회지, 제 12권, 제 2호, pp.147-154
- 유복모(1999) 현대수치사진측량학, 문운당. pp.215-248
- 과학기술부(1996), GIS 선진기술 모니터링 및 기술확산, p.108-114
- 김인현, 이동우(1999), Arc/Info데이터를 이용한 인터넷상에서 지하시설물 3차원 시각화 및 관리 시스템 개발, 99' ESRI 9th Confrence, pp. 105-107
- 부산지방국토관리청(1999) 도로공사의 설계내실화 및 설계·시공 등 개선사례집, pp.9
- 이사로, 최위진(1999) 지리정보시스템을 이용한 산사태 분석 기법 개발 및 적용연구, 99' Esri 9th Confrence, pp. 46-48
- ETRI(1997) Development of 3-dimensional Spatial Analysis Software running on Internet Environment., pp. 234-235
- Bishop, I.(1994) The role of visual realism in communicating and understanding spatial change and process. Visualization in Geographical Information Systems, John Wiley&Sons, pp. 50-53
- Claudio Sansoni, Visual Analysis(1998) A new probabilistic technique to determine landscape visibility, Computer Aided Design, Vol. 26. No.4 pp. 289-299.
- Coors, V. and V. Jung, Using VRML as an Interface to the 3D Data Warehouse, In Proceedings of VRML'98, New York, 1998
- Dykes, J.(1995) Dynamic maps for spatial science: a unified approach to cartographic visualisation, In Parker D. ed, Innovations 3, London: Taylor&Francis, pp. 177-187
- Gahedan, M., Scatterplots and scenes: visualization techniques for exploratory analysis, In Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 22, No.1, pages 43-56, 1998
- Gert van Maren, ir. Rick Germs., Karma VI(1999) A Virtual Reality Interface for the Spatial Database Engine. <http://www.asset.co.nz/gert/esri/p551.htm>
- Kate Moore, Jason Dukes & Jo Wood(1998) Using Java to interact with geo-referenced VRML within a Virtual Field Course, <http://www.geog.le.ac.uk/mek/usingjava.html>
- KOSTS(1997) Development of Image Processing and

3D Terrain Analysis S/W, <http://www.soton.ac.uk/~djml/GSISres.html>

Lea,R, Mastsuda, K., Miyashita, K.(1996) Java for 3D and VRML Worlds, Indianapolis: New Riders Publishing, pp. 41-44

Martin Reddy, Yvan Leclerc, Lee Iverson, and Nat Bletter, TerraVision II: Visualizing Massive Terrain Databases in VRML, IEEE Computer Graphics and Applications SRI International, pp30-38

Muchaxo, J.(1995) Multi-Scale Representation for Large Rerritories, 1st Conference on Spatial Multimedia and Virtual Reality, Museum of Water, Lisbon, pp. 61-72

Neves, N., et al.(1995) Virtual GIS Room. 1st Conference on Spatial Multimedia and Virtual Reality, pp. 45-53

Salah Sadek, Mouia Bedran(1998) Road Design and Evaluation with Arcview Framework, ESRI '98 confrence. pp.43-45

Siyka Zlatanovai (1999) VRML For 3D GIS, ITC, Enschede, The Netherland, pp. 112-113

Tomas Thierfelder(1998) The Morphology of landscape elements as predictors of water quality in glacial/boreal lake, Elsevier Science, pp. 153-155

(2002년 2월 8일 원고접수)