웹 환경에서의 입체적 가시화를 위한 3-D 가상현실 기법의 적용

이 장 훈,¹ 박 인 철,¹ 김 정 훈,¹ 김 병 수^{*2}

STUDY ON 3-D VIRTUAL REALITY FOR STEREOSCOPIC VISUALIZATION ON THE WEB

J.H. Lee,¹ Y.C. Park,¹ J.H. Kim¹ and B.S. Kim^{*2}

In this paper, our effort to apply 3-D Virtual Reality system for stereoscopic visualization of mesh data on the web is briefly described. This study is an extension of our previous and on-going research efforts to develop an automatic grid generation program specialized for wing mesh, named as eGWing. The program is developed by using JAVA programming language, and it can be used either as an application program on a local computer or as an applet in the network environment. In this research advancing layer method(ALM) augmented by elliptic smoothing method is used for the structured grid generation. And to achieve a stereoscopic viewing capability, two graphic windows are used to render its own viewing image for the left and right eye respectively. These two windows are merged into one image using 3D monitor and the viewers can see the mesh data visualization results with stereoscopic depth effects by using polarizing glasses. In this paper three dimensional mesh data visualization with stereoscopic technique combined with 3D monitor is demonstrated, and the current achievement would be a good start-up for further development of low-cost high-quality stereoscopic mesh data visualization system which can be shared by many users through the web.

Key Words : 정렬 격자(Structured Grid), 자바 애플릿(JAVA Applet), 레이어 전진 기법(Advancing Layer Method, ALM), 타원형 격자 완화(Elliptic Grid Smoothing), 입체적 가시화(Stereoscopic Visualization)

1. 서 론

인터넷의 대두 이후 웹 어플리케이션은 소프트웨어 개발의 중심이 되고 있다. 이와 더불어 멀티미디어 기능과 사용자 인터페이스 디자인 같은 세부적인 기능 처리에 많은 노력을 필요로 한다. 또한, 보다 자연스럽고 현실감 있는 비주얼 시스템의 요구가 증가함에 따라 영상에 깊이 정보를 부가하고 이 깊이 정보로 시청자가 생동감과 현실감을 느낄 수 있는 3차원 스테레오영상 디스플레이 기술에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다.

물리적인 유동현상을 수치적으로 해석하는 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics) 즉, CFD는 해석하고자 하는 대상에 격자를 생성하는 전처리 과정(Pre-processing), 유동의 지배방정식을 적절한 초기, 경계조건과 함께 계산하여 유동현상을 해석하는 과정(Main-processing), 유동 해석된 결과를 분석하고 가시화 할 수 있는 후처리 과정(Post-processing)으로 구분할 수 있다.

세 가지 과정 중, 전처리 과정(Pre-processing)은 경계를 포함한 계산 대상 영역을 유한한 숫자의 셀들로 구성된 계산 격자로 대체하게 된다. 이러한 격자계의 질과 사용하는 셀의 숫자 등이 수치 기법에 의한 근사해의 수렴성이나 정확도 등에 크게 영향을 미친다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 전산유체역학 분야에서 사용하는 격자계는 크게 정렬 격자계와 비정렬 격자계로 구분할 수 있다[1]. 비정렬 격자계는 격자점들 간의 규칙성을 요구하지 않는 특징이 있어 매우 뛰어난 유연성을 가지고 있다. 이 때문에 복잡한 형상에도 격자 생성

접수일: 2010년 12월 16일, 수정일: 2011년 2월 25일,
게재확정일: 2011년 2월 28일.

1 정회원, 충남대학교 대학원 항공우주공학과

2 종신회원, 충남대학교 항공우주공학과

* Corresponding author, E-mail: kbskbs@cnu.ac.kr

Fig. 1 The Principle of stereoscopic viewing

작업을 용이하게 할 수 있고, 나아가 격자 생성 작업의 자동화에 있어서도 정렬 격자에 비해 구현 가능성이 훨씬 높다 [2,3]. 정렬 격자가 제공하는 장점은 실제 유동현상을 실험한 결과와 유사한 결과 값을 갖게 한다는 점이다. 정렬 격자는 비교적 정확한 결과 값을 얻을 수 있기 때문에 복잡하지 않은 형상에 대해서는 정렬 격자의 사용이 선호된다.

본 논문에서는 항공기 3차원 날개에 체적격자를 자동적으로 생성시킬 수 있는 프로그램인 eGWing에 스테레오 기능을 추가하여 소개한다. 또한 3차원적 입체감을 보기 위한 입체감 구현 원리와 그 개발 결과 및 현재까지 구현된 주요 기능 등을 소개하고자 한다.

2. 개발 환경

2.1 사용 언어

본 프로그램은 JAVA로 개발된 애플릿(Applet)이며, 객체지향 프로그래밍 언어이다. 개발자는 OS(Operating System)과 CPU 환경을 고려하지 않아도 되며 객체지향의 특징인 상속, 캡슐화, 다형성으로 프로그램을 쉽고 빠르게 개발할 수 있고 유지 보수도 편리하다. 또한 메모리 자동 관리 GC(Garbage Collector)가 있어 프로그래밍에 더욱더 집중할 수 있는 환경을 제공한다[4].

2.2 그래픽 라이브러리

JOGL(Java OpenGL)은 OpenGL 3D Graphics API에 설정된 Java 프로그래밍 라이브러리이다. JOGL은 Java로 작성된 애플리케이션에 하드웨어 지원 3D 그래픽을 제공하기 위해 만들어 졌다.

3. 스테레오 디스플레이

3.1 구현 원리

입체감의 여러 요인 중, 좌우의 눈이 가로 방향으로 평균 약 65 mm 떨어져 있어 나타나는 양안시차(Binocular disparity)

Fig. 2 The Principle of parallax barrier

를 입체감의 중요한 요인이라 할 수 있다.

좌우의 눈은 각각 서로 다른 2차원 화상을 보게 되고, 이 두 화상이 망막을 통해 뇌로 전달되면, 뇌는 이를 정확히 융합해 본래의 3차원 영상에 깊이 정보를 주어 현실감과 생동감을 구현하게 된다. 이러한 것을 스테레오스코피(Stereoscopy)라 한다. 즉, 3D입체영상은 현실 세계인 3차원 세계의 사실적(Reality)전달이 가능하고, 3D 입체 영상은 입체감(Presence feeling), 실제감, 자연감, 선명성 및 대 정보량 등의 장점이 있다. 이러한 장점을 활용해 각종 시뮬레이터에 응용할 수 있고, 마치 현실에서 작업을 하는 듯한 가상체험을 할 수 있다.

3.2 구현 방법

스테레오 영상을 구현하는 기술 중 양안시차를 이용하는 입체 영상 기술은 두 장의 2차원 화상을 좌안과 우안에 분리되게 제시하여, 디스플레이 평면 전후에 입체감이 있는 공간을 재현하는 방법이다.

두 개의 다른 각도에서 촬영한 스테레오 사진인 스테레오스코피 페어(stereoscopic pair)를 관찰하기 위해 특수 안경을 사용하는 타입에는 여러 방식이 있다. 디스플레이를 보는 좌우에 안경의 렌즈 색을 적색과 청색으로 하는 적청 혹은 적녹 안경으로 촬영된 화면을 보는 애너글리프(anaglyph) 방식과, 좌우 안경에 투과율이 다른 필터를 장착하여 입체감을 느끼는 농도 차 방식, 편광원리를 입체 투영에 사용하는 편광필터 안경 방식 등이 있다. 현재 전시 박람회, 테마파크, 극장 등에서 인기를 끌고 있는 편광 안경식의 입체 영화나 입체 하이비전을 그 예라 할 수 있다.

양안시차를 이용하는 다른 스테레오 방법 중에는 패럴랙스 배리어(Parallax barrier)의 원리가 있는데, 좌우 양안이 각기 보아야 할 화상을 교대로 세로무늬 모양으로 인쇄 또는 사진으로 인화하여, Fig. 2와 같이 극히 가느다란 세로 격자열(Barrier)로 보는 것이다. 이렇게 하면 좌안에 들어올 세로무늬 화상과 우안에 들어올 세로무늬 화상이 배리어에 의해 배분되어, 좌우 안으로 조금 엇갈린 다른 화상을 봄으로써 입체감

Fig. 3 The principle of lenticular screen

Fig. 4 Program running in the web browser

을 얻을 수 있는 방법이다[5].

또 다른 방법으로는 렌티큘라 스크린(Lenticular screen)의 원리가 있는데, 반원통형의 투명 렌즈 판을 수직으로 세워 붙이고, 스크린 뒤에는 렌티큘라 스크린(Lenticular screen) 1개마다 초점면이 좌우로 바뀌도록 해 보는 사람 양쪽 눈에 각각 다른 이미지를 맺히게 한다. 즉, 왼쪽 눈에는 좌측 렌티큘라 화면이 오른쪽 눈에는 우측 렌티큘라 화면이 보여 입체감을 생기게 한다. 별도의 안경을 쓰지 않아도 입체화면을 즐길 수 있는 게 장점이다. 대신 수평 방식으로만 만들어졌기 때문에 보는 위치가 달라지면 제대로 된 입체 영상을 볼 수 없다.

본 논문에서는 편광 필터 안경방식을 이용하여 3D Monitor를 통해 입체적 가시화를 얻고자 하였다.

4. 프로그램 소개

4.1 프로그램 모드: 애플릿과 응용 프로그램

JAVA 애플릿은 로컬 컴퓨터상에서 응용 프로그램처럼 실행

Fig. 5 Grid generated by ALM : Quad grids by ALM

Fig. 6 Elliptic Grid Smoothing

할 수도 있고, 본 프로그램이 탑재된 서버에 접속하여 웹 환경에서도 실행할 수 있다. Fig. 4는 웹 브라우저 상에서 본 프로그램을 실행시킨 예를 보여주고 있는데 프로그램의 이름은 eGWin이다. 항공기 3차원 날개에 체적 격자를 쉽고 빠르게 자동적으로 생성시킬 수 있다는 특징이 있다.

4.2 격자 생성 기법: ALM

본 프로그램에 사용된 격자 생성 기법은 ALM(Advancing Layer Method)기법이다[4,5]. 레이어 전진 기법이란 각각의 셀을 하나씩 생성하는 대신에 사각형 셀들로 구성된 정렬 격자 레이어를 한 레이어씩 전진시키면서 격자를 생성시키는 방법이다. 격자를 생성할 때 복잡한 형상이나 경계 형상의 굴곡 정도에 따라 레이어가 전진하면서 격자 셀들 간의 겹침이나

Fig. 7 Geometry tab display

Fig. 9 Grid tab display

Fig. 8 Spacing tab display

Fig. 10 Grid generation process

격자 간격이 벌어지는 문제가 발생하는데 이를 완화할 필요가 있다. Fig. 5는 ALM기법을 이용해 항공기 3차원 날개에 O-Type 격자를 생성한 화면이다.

본 프로그램에서는 타원형 미분 방정식인 Laplace 방정식을 이용한 Elliptic Grid Smoothing 기법으로 격자를 완화 시켰다. Fig. 6은 개발한 프로그램 상에서 Elliptic Grid Smoothing 기법을 적용하여 구현한 화면이다. 현재 레이어가 전진할 때마다 자동적으로 격자 완화 기법이 적용 되지만 사용자가 직접 사용 여부를 선택할 수도 있다.

4.3 프로그램 구성

1. Geometry Tab : 사용자가 생성 하고자 하는 에어포일의

기본적인 Geometry를 설정하고 Fig. 7과 같이 불임각, 후퇴각, 날개의 타입 등을 설정할 수 있다.

2. Spacing Tab : 격자를 생성할 때 격자 간격을 설정할 수 있는 탭이다. Fig. 8과 같이 날개 앞전과 뒷전, 날개의 루트와 끝단에서의 격자 node수, 후류에 대한 Wake cut등을 설정 할 수 있다.

3. Grid Tab : Spacing Tab에서 조절한 격자 간격과 크기를 ALM기법을 이용해 체적 격자를 생성할 수 있는 탭이다. Fig 9와 같이 격자 레이어를 한 층씩 쌓아 올릴 때마다 자동적으로 타원형 격자 완화기법을 이용해 최적의 격자를 생성할 수 있다. 현재 여러 유동해석 프로그램과의 호환성을 높이고자 여러 종류의 데이터 포맷으로 저장할 수 있다.

Fig. 15 Stereoscopic data visualization

자들에게는 주변에서 쉽게 구할 수 있는 적녹, 적청의 애너글리프 방식의 입체화 기능을 구현 중에 있다. Fig. 13은 웹에 접속하여 3D 모니터 상에서 프로그램을 실행시킨 화면이다. 양안효과를 낼 수 있도록 나란히 정렬 시킨 후에 각각의 창에서 카메라 위치 및 각도 지정을 사용자가 적절하게 달리 적용함으로써 스테레오 효과를 구현하였다.

나란히 정렬 시킨 두 화면을 모니터 크기에 맞게 위치시키고 3D 입체 모니터 모드인 수평방향 입체 모드로 바꾸게 되면 Fig. 14와 같이 좌우 두 개의 영상이 하나로 합쳐진 편광 효과 영상으로 나타낼 수 있다. 이를 3D 모니터 시청용 편광 안경을 이용해 보면 입체감 있는 3차원 영상으로 볼 수 있게 된다. 화면을 수평방향 입체 모드로 바꾸기 전인 Fig 13에서는 3차원 날개를 감싸고 있는 구가 길쭉한 모양으로 나타났지만 Fig. 14에서 보면 두 개의 영상이 하나로 합쳐지면서 AR Ratio가 1인 둥근 구로 변하는 것을 볼 수 있다.

Fig. 15와 같이 편광 안경을 착용해 스테레오 효과를 구현할 수 있다. 특히, 웹상에서 스테레오 효과를 적용했다는 것에서 여러 분야로의 응용 연구가 이루어 질 수 있을 것이다.

5. 결 론

본 논문에서는 전산유체역학의 전처리 분야인 격자 생성프로그램의 입체화를 위해 편광 시스템을 프로그램에 적용하여 구현해 보았다. 또한 eGWin이라는 항공기 3차원 날개에 격자를 자동 생성할 수 있는 프로그램에 스테레오 기능을 추가해 3-D 모니터로 스테레오 효과를 구현하였다. 특히, 웹상에서 스테레오 가시화 기반을 마련했다는 것에서 여러 분야로

의 응용연구에 적용이 가능할 것이다. 추후의 연구 진행 방향은 eDAVA(Data Analysis and Visualization Application)라는 데이터 가시화 프로그램에 적용하여 유동 해석된 데이터를 스테레오 효과를 통해 보고자 하는 것이다. 데이터 가시화 프로그램을 스테레오 효과로 보게 된다면, 물체 주변의 Contour, Vector, Streamline등을 3차원 입체적으로 볼 수 있게 될 것이고, eDAVA 프로그램의 기능 중에 하나인 비정상 유동을 애니메이션 할 수 있는 기능 역시 더욱 실감나게 입체적으로 볼 수 있게 될 것이다. 또한 아직은 3D 모니터가 일반화 되어 있지 않기 때문에 3D 모니터를 갖고 있지 않는 사용자들을 위해 적녹, 적청의 애너글리프 방식으로도 스테레오 효과를 가능하도록 프로그램을 업그레이드 할 예정이다.

안경식 입체 영상 시스템은 오랫동안 사용할 경우 약간의 어지럼증을 유발할 수도 있지만 본 연구를 통하여 얻어진 프로그래밍 경험과 구현 노하우는 추후 다양한 방식의 입체 영상 구현 개발에 활용될 수 있을 것이고, 무안경 입체 영상 등 다양한 방식의 입체 가시화 하드웨어 시스템과의 결합을 통하여 더욱 효과적이고 활용도 높은 기법의 개발로 이어질 것이다.

후 기

이 논문은 2007년도 충남대학교 학술연구비의 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- [1] 2010, 이장훈, 조혁수, 김병수, "자바 애플릿을 이용한 3차원 날개 격자 자동 생성 프로그램의 개발과 적용," 한국전산유체공학회 2010년도 춘계학술대회 논문집, pp.335-340.
- [2] 2009, 이장훈, 조금원, 김병수, "자바 애플릿을 이용한 2차원 혼합형 비정렬 격자 생성 프로그램의 개발," 한국전산유체공학회 2009년도 추계학술대회 논문집, pp.65-70.
- [3] 2001, Blacker, T., "Automated Conformal Hexahedral Meshing Constraints, Challenges and Opportunities," Engineering with Computers, Vol.17, pp.201-210.
- [4] <http://jogl.dev.java.net/>
- [5] 2010, 하재황, 김병수, "유동장 데이터의 입체적 가시화를 위한 3-D 가상현실 기법의 적용," 한국전산유체공학회 2010년도 춘계학술대회 논문집, pp.347-351.