

Visual Fortran과 OpenGL을 이용한 레이저가공 시뮬레이션 GUI 구축

Development of GUI for Laser Machining Simulation with Visual Fortran and Open GL

동국대학교 기계공학과 방세운
한국기계연구원 가공기술그룹 윤경구, 황경현, 김재구

I. 서 론

실제 현상을 해석하는 방법 중에 수학적인 모델을 구축하고 컴퓨터를 이용해 수치적으로 변수의 영향을 살펴보는 수치모사(numerical simulation)방법은 특히 엄밀해를 구하기 어렵거나 실험적으로 해석하기 곤란한 경우에 애용되어 오고 있다. 레이저 가공에 관해서도 가상 가공 시뮬레이션 시스템을 구축하여 실험상에서 나타나는 실험설비시의 경비 및 시간을 절감하고자 하는 노력이 시도되고 있다. 그러나 PC를 이용해 단순히 계산 결과를 수치 값으로 보여주는 것은 결과 해독의 곤란함과 미숙련 사용자의 접근성 제한의 문제를 일으킨다. 이와 같은 문제점의 해결을 위해 Graphical User Interface(GUI)를 통해 보다 시각적인 환경에서 사용자가 입력 및 변수의 제어를 하고 출력도 그래프나 표의 형태로 보다 해석하기 쉽게 보여주는 형태가 보편화되고 있다. C 또는 Visual Basic 언어를 사용하면 이런 visual 환경의 구축에 효과적이기는 하지만, 지금까지 계산의 효율성 측면에서 풍부하게 개발되었던 Fortran 프로그램을 버리기는 너무나 아까운 실정이다. 따라서 본 논문에서는 Visual Fortran 언어를 활용해서 기존의 Fortran으로 작성된 레이저 가공 시뮬레이션 소스 프로그램을 이용하면서 동시에 사용자의 편의를 고려한 Graphical User Interface(GUI)를 구축하였으며, 계산된 결과를 3차원 그래프로 출력하기 위해 Open GL을 적용하였다.

II. 레이저 가공 시뮬레이션 프로그램

본 연구에서는 레이저 가공 과정을 시뮬레이션하기 위해 펄스레이저에 의한 폴리머재료의 어블레이션 가공 model⁽¹⁾을 채택하였다. 이 모델은 폴리머를 짧은 펄스의 엑시머 레이저로 어블레이션 가공할 때, 빔변수가 가공 결과에 미치는 영향을 파악하기 위해 빔의 집속 효과와 단순 어블레이션 모델⁽²⁾을 동시에 고려하고 있다. 가공에 관련된 변수는 가공소재의 물성치, 레이저 파장, 빔에너지, 강도분포, 빔 quality factor M^2 , 빔의 초점 위치 등과 같은 빔변수, 그리고 가공속도 및 이송방향에 따른 가공변수로 크게 나누어지며, 프로그램 수행시에는 빔의 형상, 집속효과, 펄스에너지의 변화가 소재의 가공결과에 미치는 영향을 알기 위하여, 가공형상, 가공부 표면에서의 빔강도분포 및 가공소재의 평균온도분포를 산출하여 그래프화하였다.

적절한 가공변수를 입력할 때, 모델로부터 구한 계산결과를 그래프로 출력하는 전과정을 윈도우 환경에서 구현하기 위하여 Visual Fortran을 사용하여 시뮬레이터를 구축하였다. 전체적인 시뮬레이터의 기본적인 구조는 Fig. 1과 같다. 프로그램에 사용된 소재의 물성 변수값은 기존에 발표된 문헌 및 실험 데이터를

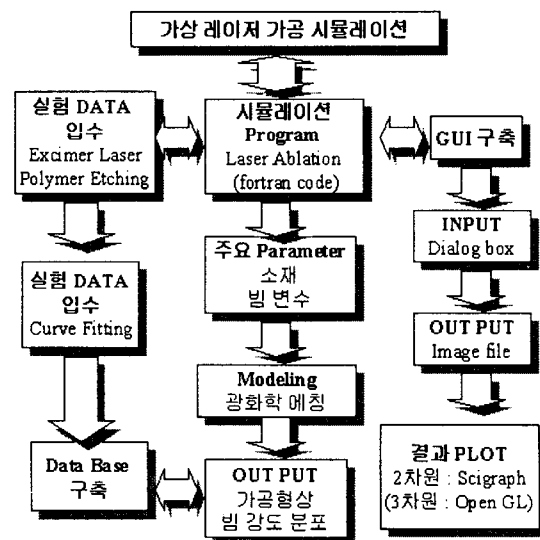


Fig. 1 Development Procedure for the Simulator

별로 곡선 맞춤해 구하게 되며, 계산된 값은 메인 프로그램의 Data Base에 저장되어 사용자가 선택가능하도록 한다. 메인 프로그램은 Fortran으로 작성되었으며 소재와 빔변수 등에 관한 입력 데이터를 이용해 가공 형상 및 표면에서의 빔강도 분포를 산출하고 결과를 출력한다. 데이터의 입출력은 기본적으로 텍스트 형태로 작성되었지만, 새롭게 GUI에 의해 사용자와 상호 대화 형태로 데이터를 입력하게 하고, 계산 결과는 Open GL을 이용해 3차원 그래프 형태로 화면에 출력하였다.

III. Visual Fortran을 이용한 GUI

3.1 QuickWin

비주얼 포트란⁽³⁾에서는 프로그래머가 그래픽 등 사용자 전용의 모듈을 구축하기 위한 여러 가지 지원을 하고 있는데 QuickWin Graphics나 Standard Graphics를 예로 들 수 있다. 그 중 윈도우 환경에서 간단하면서도 강력한 적용을 위해서는 QuickWin Runtime Library를 이용하는 것이 가장 배우기 쉽고 적용하기 쉬운 루틴이 된다. QuickWin은 real-coordinate graphics, text window, 사용자 지정 메뉴, mouse event등 사용자가 익숙한 윈도우 체제로 이루어져 있으며 이러한 루틴은 프로그램 상에서 USE MSFLIB라는 statement로 지정되어 제어된다. 아래의 Fig. 2 에서는 이러한 QuickWin의 구성을 보여준다.

3.2 Input Dialog Box

종래의 포트란에서는 프로그램 수행시에 입력해주어야 할 여러 가지 변수 혹은 데이터 값을 프로그램 코드 자체에서 지정하는 방법과 파일을 통해 읽어들이거나 도스 창을 이용하여 사용자가 직접 입력하여주는 방식으로 수행되었다. 이러한 방식으로 입력 값을 주는 것이 사용자에게는 프로그램 전체의 구성을 정확히 이해하기가 힘들며 더욱이 미숙련자에게는 매우 어려운 부분일 수 있다. 따라서, 좀더 시각적인 측면에서 이해하기 쉬우며 입력방법이 보다 더 효과적인 다이얼로그 박스를 이용하여 구성하였다. 실험에 사용된 가공시편의 물성치와 레이저빔변수 및 가공변수를 정의할 수 있도록 하였으며, 가공에 대한 참고 그림 및 다이어그램을 선택하여 PC상에 구현하도록 구성하였다. 입력모듈은 사용자의 입장에서 쉽게 선택할 수 있도록 하기 위하여 Developer Studio에서 지원하는 resource routine인 dialog window를 이용하여 구성하였으며, 한 가지 경우에 대한 결과를 그래프로 출력한 후에는 다시 입력값을 변경할 수 있도록 함으로써 사용자가 원하는 바에 따라 프로그램이 연속으로 수행되어질 수 있게 구성하였다.

다이얼로그 박스를 구성하기 위해서 프로그래머는 비주얼 포트란에서 지원하는 Resource Editor를 이용하며, 전반적인 위치의 설정 및 박스 내에서 사용자가 인식하게 되는 요소의 형태를 지정하여 주는 편집작업을 통해 비주얼한 대화 상자의 형태를 만들어주게 된다. 이러한 일종의 비주얼 편집기는 Visual Basic에서와 유사하게 scroll bars 및 button과 같은 여러 가지 입력형태로 구성

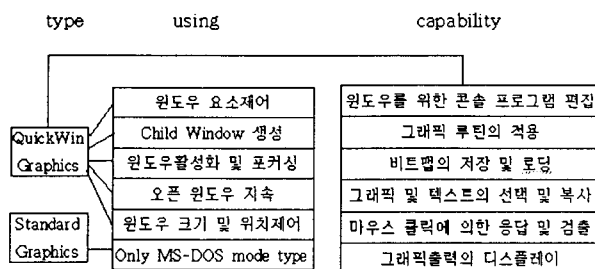


Fig. 2 QuickWin 구성 및 기능

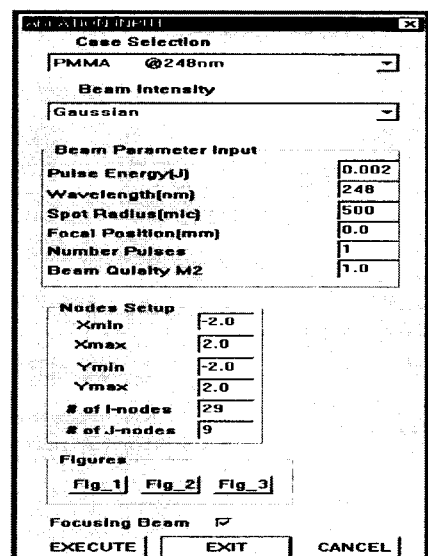


Fig. 3 Data Input Dialog Box

되어 있다. 일반 사용자는 프로그램을 실행한 후 입력값을 선택하기 위해 화면의 좌측상단에 위치한 Fig. 3과 같은 다이얼로그 박스를 이용한다. 다이얼로그 박스에는 가공에 관한 변수들이 구성되어 있다. List case control로 꾸며진 case selection, beam intensity 선택창을 이용해 소재의 종류 및 빔의 파장과 빔 강도를 마우스로 선택할 수 있다. Edit box로 이루어진 beam parameter input 와 nodes setup 편집창을 이용하여 사용자가 자신이 원하는 변수값들을 입력한다.

3.3 Child Windows

프로그램 수행 후 계산된 결과를 일정한 그래프 혹은 다른 여러 가지 형태로 출력시키고자 할 때는 사용자가 원하는 순서대로 작업창을 만들어 화면에 나타내는 과정이 필요하다. 프로그래머는 프로그램 내의 결과를 출력하는 출력 작업창을 만들어 주어야 하며, 특히 QuickWin 그래픽 사용시에는 일종의 child windows를 생성시켜 사용할 수 있다. 비주얼 포트란에서는 간단한 open statement를 이용하여 30개까지의 child windows를 생성시킬 수가 있으며 이러한 창들은 window properties를 지정하여 구성할 수 있고 PC 화면내에서 차지하는 위치와 크기를 프로그래머가 적절히 정하여 사용자가 보기 쉬운 형태로 구성할 수 있다. 윈도우 체제에서는 각각의 창들이 동시에 활성화가 되어있지는 않으므로 프로그램 구동중에는 가장 마지막에 열었던 윈도우가 활성화된 것으로 인식할 수 있기 때문에, 업데이트 되어지는 결과 값들을 적절한 child window로 출력하기 위해서는 해당되는 창을 활성화시켜 주어야 한다. 이러한 창을 효율적으로 이용하면 여러 종류의 결과 출력을 동시에 할 수 있으며 사용자에게 좀더 가시적인 효과까지 얻어낼 수 있다.

한편 실험에 연관된 이미지 파일 및 첨부 파일을 사용자가 선택시 image loading routine을 이용하여 프로그램 수행중 화면상에 출력할 수 있다.

IV. OpenGL을 이용한 결과 Graph 출력

OpenGL은 “그래픽 하드웨어에 대한 소프트웨어 인터페이스”로 정의할 수 있다⁽⁴⁻⁶⁾. OpenGL은 3D 그래픽을 구현하며, 기중에 관계없이 작동하고 실행 속도도 매우 빠른 모델링 라이브러리이다. OpenGL은 약 120개의 명령과 함수를 포함한 인식 가능한 API로의 호출을 포함하게 되며, 이는 점, 선, 다각형과 같은 그래픽 요소를 3차원으로 그리는데 사용된다. 또한 조명과 음영, texture mapping, 애니메이션 등의 효과를 줄 수 있다. 그러나 OpenGL 자체는 윈도우 관리, 사용자와의 상호 작용, 파일 입출력 등의 함수를 갖지 않는다. 이에 비해 MS 윈도우는 그 목적에 적합한 함수가 있으며, 윈도우나 비트맵의 drawing control을 OpenGL에 넘기는 형태를 취하도록 되어 있다. MS의 윈도우 NT, 95, 98 등에서는 dll file을 이용해 OpenGL을 지원하도록 되어 있다. 이처럼 OpenGL을 윈도우 운영 체제에 도입함으로써, 그래픽 워크스테이션에서나 가능했던 고품질의 3차원 그래픽 분야가 개인용 PC의 영역에서도 구현될 수 있게 되었으며, 상업적으로는 고성능 게임 분야에 활발하게 적용되고 있으며, 엔지니어링 모델링 분야에서도 시뮬레이션에 의한 계산 결과를 3차원 그래픽 화면에 보여줌으로써 결과의 해석이나 이해에 한 차원 높은 도구를 제공해 주게 된 셈이다. 이러한 OpenGL 자체에 관한 자료는 많이 나와 있지만, Fortran 언어에서 사용하기 위해서는 자료를 찾기가 쉽지 않다.

OpenGL 프로그래밍은 복잡하지는 않으나, 여타 소프트웨어 tool과 마찬가지로 특정한 초기화 및 사용 순서를 필요로 한다. OpenGL 윈도우는 console, 윈도우 또는 QuickWin 응용중 어느 곳에서도 열 수 있다. Fortran에서 사용하는 OpenGL 식별자(identifiers)는 C 언어에서의 식별자와 유사하며, 단지 접두사 gl 이 fgl 로, GL 은 FGL 로 변경된다. 비주얼 포트란에서 OpenGL을 사용하기 위해서는 특히 Mixed-language programming의 규약을 준수해야 한다. Mixed-language programming은 32-bit의 Visual Fortran, Visual C/C++, Visual Basic, MASM와 같은 서로 다른 언어를 사용해 소스 코드를 작성하는 것을 가리킨다. Mixed-language 프로그램을 작성하기 위해서는 변수 및 프로시저의 이름 작성, 스택 사용, 서로 다른 언어로 작성된 루틴간의 argument를 넘길 때에 일정한 규칙을 따라야 한다. 메인 프로그램에서 계산된 출력 데이터

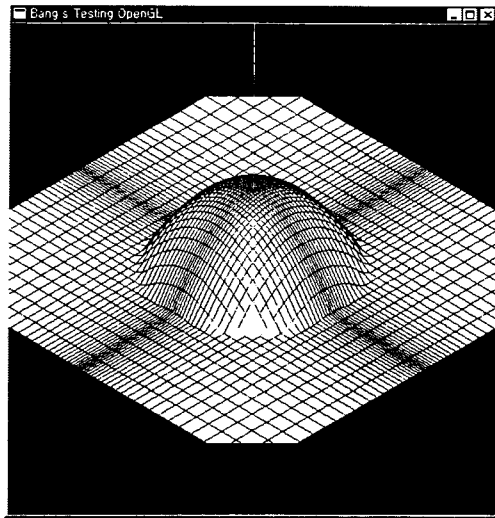


Fig. 4 Graphic Output Using OpenGL

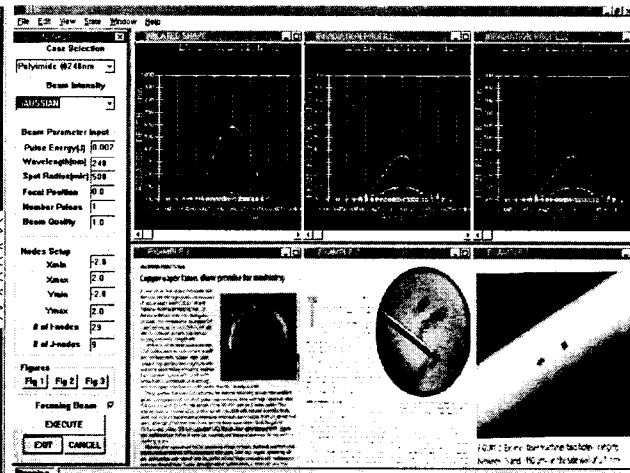


Fig. 5 Window output during execution of Simulation Program

파일로부터 비주얼 포트란의 QuickWin과 Open GL을 이용하여, 소재의 표면위치에 따른 가공형상분포의 3차원 plotting을 수행한 결과를 Fig. 4에 보인다. OpenGL에서 제공하는 다른 기능을 이용하면 조명, 색상 등의 다양한 효과의 구현이 가능하다. 참고로 사용자가 PC상에서 레이저 가공 시뮬레이션 프로그램을 실행할 때 나타나는 화면중 2차원 결과를 그래프 형태로 출력한 형태를 Fig. 5에 보인다. 여기서는 참고가 되는 이미지를 같이 출력하고 있으며, 입력용 다이얼로그 박스와 child window를 활용해 결과를 그래프로 출력하고 있다.

V. 결 론

PC에서 실제현상의 해석을 위해 널리 이용되어 온 수치모사의 프로그래밍 언어는 거의 Fortran을 이용해 왔으나, 최근 윈도우환경의 OS가 보편화됨에 따라 GUI를 통해 보다 시각적인 환경에서 사용자가 입력 및 변수의 제어를 하고 출력도 그래프나 표의 형태로 해석하기 쉽게 보여주는 형태가 요구되고 있다. 본 논문에서는 C++또는 Visual Basic과 같은 윈도우 전용의 언어가 아닌 Visual Fortran을 이용해 기존의 포트란 소스 프로그램을 이용하면서 윈도우 환경에서 훌륭한 GUI를 구축하는 과정을 보이고, OpenGL을 이용해 계산결과를 삼차원 그래프로 출력하도록 레이저가공 simulation program에 적용해 활용하고 있는 예를 소개하였다. 일단 GUI가 구축되면 지금까지 개발된 많은 응용분야의 소스 프로그램을 활용하면서 윈도우즈 환경에서 효율적으로 사용할 수 있어 그 응용 가능성이 클 것으로 생각된다.

VI. 참고문헌

1. 방세윤, 윤경구, "폴리머의 레이저 가공 모델링," 한국정밀공학회 98년도 추계논문집, pp. 50-53, 1998.
2. V. Srinivasan, M. A. Smrtic, and S. V. Babu, "Excimer laser etching of polymers", *J. Appl. Phys.*, Vol. 59, No. 11, pp3861-3867, 1986.
3. Compaq, *Compaq Digital Visual Fortran Programmer's Guide*, 1999.
4. R. Wright and M. Sweet, *OpenGL SuperBible: The Complete Guide to OpenGL Programming on Windows NT and Windows 95*, Waite Group Press, 1996, ISBN 1-57169-073-5
5. *The OpenGL Programming Guide*, Addison-Wesley, ISBN 0-201-46138-2
6. OpenGL documentation in the Windows NT, Windows 98, and Windows 95 Platform SDK in HTML Help Viewer