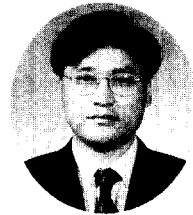


미래의 구조공학 자동화시스템

The Next Generation of Structural Engineering Automation Systems

Song Fong Jan, Ph.D., P.E. M.ASCE



황 의 승*

요 약

미래의 구조공학 자동화시스템은 Windows NT 운영체제의 저가의 데스크탑 컴퓨터에서 작동하며 객체지향적 CAD를 사용할 것이다. 모든 구조공학 관련 프로그램들은 객체지향 프로그램 기법과 병렬처리기술로 재개발될 것이다. 구조공학 관련 소프트웨어프로그램의 통합은 Microsoft사의 Objected Linking and Embedding(OLE)자동화 기술과 강력한 다중처리(multitasking), 그리고 Windows NT의 다중연결(multithreaded network) 서버 기능에 의하여 이루어진다. 이 논문에서는 먼저 Windows NT 운영체제의 데스크탑 컴퓨터에서 구조공학 자동화시스템의 응용현황을 설명하고 미래의 구조공학 자동화 소프트웨어의 개발경향과 전략에 대해 논하게 될 것이다.

1. 서 론

컴퓨터의 하드웨어 기술은 1950년대 이후로 여러번 혁신적인 진보를 해왔으나 소프트웨어 기술

은 하드웨어의 진보에 크게 떨어지고 있다. 가장 진보된 Windows NT를 사용하는 펜티엄 컴퓨터에서 모든 구조해석 및 설계용 프로그램의 source code는 구세대의 프로그래밍 기법을 이용하고 있다. 구조공학 소프트웨어의 code는 단지 옛날의 운영체제에서 새로운 Windows NT에 맞추어 개정하고 다시 compile한 것일 뿐이다. 프로그램 개발에 아직 Windows NT의 새로운 기술의 효율을 사용하지 못하고 있다.

Windows NT는 강력한 32bit처리와 다중처리(multitasking) 그리고 데스크탑 워크스테이션 및 네트워크 서버 간의 다중연결(multithreaded network)기능을 제공한다.

또한 이것은 미래의 구조해석 및 설계프로그램 개발에 저가의 컴퓨터에서 병렬 처리기술의 사용을 가능하게 한다. 더구나 최근들어 객체지향 프로그래밍 언어인 C++, Objected Linking and Embedding(OLE)기술, OLE자동화 기술의 발달은 구조공학 해석기술의 혁신을 가져올 것이다.

이 논문에서는 현재의 구조공학 프로그래밍의 진행과정을 설명하고 그 문제점을 도출할 것이다.

* 정회원·경희대학교 토목공학과, 교수

또한 차세대 구조공학 자동화소프트웨어의 개발 경향과 전략에 대하여 자세하게 논의될 것이다.

2. 현재의 자동화과정

2.1 작업과정

진보된 구조공학 자동화를 위한 컴퓨터는 UNIX를 사용하는 워크스테이션(1994년 1월)에서 저가의 Windows NT를 사용하는 개인용 컴퓨터로 바뀌어 왔다. 자동화 시스템의 현재 작업 과정은 처음에 물리적인 부재의 개념에 근거한 구조모델을 만들고 외력 및 경계지점조건을 부여하기 위한 그래픽 CAD (MicroStation 또는 AutoCAD 같은)가 장착된 구조 Modeler (Structural Modeler)를 이용한다. 다음으로 모델의 입력자료파일이 구조해석 프로그램이 유한요소해석을 수행하고 적용되는 시방서에 따라 강구조 및 콘크리트구조 설계를 수행하도록 하는 Modeler에 의해 작성되어진다. 설계결과는 부재단면크기를 갱신하기 위해 읽혀진다. 갱신된 모델에 기초해서 Modeler는 설계도를 작성하고 강부재 제작을 위한 구조상세 neutral files을 작성한다. 이러한 자동화과정에서 구조기술자는 모델링부터 설계도면 작성까지 모든 작업을 CAD 전문가 없이 수행할 수 있다.

Windows NT를 사용하는 데스크탑 컴퓨터에서 가장 진보된 구조 Modeler는 FrameWorks Plus이다. MicroStation에 의해 구동되며 piping interference checking을 위한 Integrgraph Plant Design과 Dynamic plant walk-through를 위한 Modelview가 통합되어 있다. 이 FrameWorks Plus는 GTSTRUDL 및 STAAD-III 프로그램의 입력자료를 작성하고 또한 SDS/2 프로그램에서 사용되는 강구조상세 Neutral file을 작성한다. FrameWorks Plus의 모델은 설계결과에 기초하여 자동적으로 갱신될 수 있다.

해석의 자동화에 더하여 구조기술자들은 web browser의 network 기능을 이용하여 지진자료, 바람과 태풍의 강도, 국제적인 설계시방서 및 기준 뿐만 아니라 회사의 설계지침 및 기준 등과

같은 설계관련 정보를 얻을 수 있다. 이러한 국제적인 설계 정보를 이용하여 기술자는 구조적 통합성과 설계의 적합성에 더 자신을 가질 수 있다.

2.2 현재의 자동화 작업과정의 문제점

프로그램의 자동화와 관련된 일반적인 영역에서의 예를 들기 위하여 현재의 작업과정에 있어서 접하게되는 몇몇의 문제점들을 지적하였다.

2.2.1 CAD 그래픽기구

MicroStation과 같은 전통적인 CAD 그래픽 기구는 객체지향 프로그래밍 기술과 OLE 자동화 개념을 도입하여 휴대성과 그래픽 속도면에서 급격한 발전이 이루어져왔다. 그러나 프로그램의 개발은 독점적인 환경 안에서 이루어지므로 이러한 전통적인 CAD로 제작된 자료들은 주축을 이루는 운영체제인 Windows NT에서 사용되는 다른 응용프로그램들과 통합하는데 문제가 생길 수 있다.

2.2.2 모델링

일반적으로 Modeler는 적절한 방화성능, 부재단의 cutback 및 offset 등과 함께 보, 기둥, 브레이스(brace)들을 유효하게 배치할 수 있다. 그러나 여러 작업점에서의 수직브레이스를 유효하게 배치하기 위해서는 특별한 프로그램들이 개발되어야한다.

철근상세와 같은 특정한 목적을 지닌 프로그램을 제외하고 구조 Modeler들은 일반적으로 부재단의 cob, 용접, 볼트, 연결판과 같은 이음상세를 모델할 수 없다.

2.2.3 구조해석 및 설계 소프트웨어

현재의 작업과정에 있어 Modeler에 의해 생성된 ASCII파일이 구조해석 및 설계프로그램의 입력자료로 사용되고 있다. 이러한 입력파일은 슬래브나 벽체에 대한 유한요소 메쉬(mesh) 및 부재에 설계변수를 주기 위하여 편집되어야한다. 그러나 Modeler는 물리적인 부재번호와 유한요소 번호와의 관련성을 유지하지 못하기 때문에

구조물의 기하학적인 수정이 있을 때마다 새로운 부재와 절점번호를 생성해야한다. 부재와 절점번호를 다시 매김으로 인해 부재에 설계변수를 다시 지정하고 유한요소 메쉬에 절점을 더하는 등 매우 번거로운 일을 해야한다.

현재 강구조 및 콘크리트구조 설계프로그램은 구조부재의 설계나 시방서 검토를 효과적으로 수행하고 있다. 그러나 강재의 연결부설계나 철근 상세 등에 대해서는 통합된 프로그램이 없다.

2. 2. 4 프로그램통합

구조공학 설계 프로그램은 CAD 그래픽 기구, 구조 Modeler, 유한요소해석, 설계프로그램, 제작을 위한 강재상세 package, dynamic plant walk-through 소프트웨어를 필수적으로 포함하고 있다. 효율적인 자동화시스템이 되기 위한 프로그램들의 통합은 매우 복잡하고 지루한 작업이다. 각각의 공유된 프로그램들간의 개별 데이터 파일을 개발하는데 대단한 노력이 요구된다. 물리적인 모델의 자동갱신과 구조해석의 결과를 토대로 수정된 최종 시공도면은 언제나 자료의 적합성에 문제를 일으킨다. 예를 들어 해석입력파일의 선요소의 삭제는 설계결과를 위한 모델의 갱신을 할 수 없게 한다. 해석입력파일에서의 하중의 수정 또한 Modeler에 의해 갱신될 수 없다.

모든 구조해석과 설계프로그램은 구세대의 프로그래밍기술과 그래픽 도구를 토대로 하여 re-compile하여 만들어진다. 그러므로 그런 프로그램들은 Windows NT 컴퓨터에서 다른 프로그램들과 효율적으로 통합될 수 없다.

3. 구조 자동화의 차세대

차후 10년은 구조공학 자동화에서 혁신적인 세대가 될 것이다. 모델링, 해석, 설계 그리고 시공에 대한 모든 구조공학 소프트웨어가 Windows NT를 사용하는 데스크탑 컴퓨터에서 흠잡을 때 없는 통합이 이루어질 것이다. 이러한 통합은 Windows NT운영체제의 OLE 자동화기술을 통하여 이루어진다. 구조해석과 설계의 연산효율성

은 객체지향 프로그래밍기술과 병렬처리 기술에 의해 그 정도가 향상될 것이다.

컴퓨터 하드웨어의 선택과 차세대 자동화를 위한 구조공학 소프트웨어의 개발경향과 전략이 다음에서 심도 있게 논의 될 것이다.

3. 1 컴퓨터

차세대 구조공학 자동화를 위한 컴퓨터는 Windows NT운영체제를 사용하는 펜티엄 프로 개인용 컴퓨터다. Windows NT는 32bit이며, 다중처리와 다중연결이 가능한 Workstation과 서버를 위한 운영체제이다. 1996년말에는 펜티엄칩의 속도가 250MHz를 넘을 것이다. 3년내에 인텔사에서는 64bit 프로세서를 가진 P7 컴퓨터를 발매할 것이다. 그러므로 64bit Windows NT 운영체제가 그때에 가용할 것으로 예상된다.

3. 2 CAD 그래픽기구

차세대 CAD 그래픽기구는 객체지향적 시스템이 될 것이다. 이는 다음과 같은 최신의 세가지 개발로 가능하다: (1) 저가의 고속·고성능 개인용 컴퓨터, (2) 객체지향 프로그래밍 개발도구인 C++의 출현, (3) 객체지지기능을 가지는 Windows NT 운영체제.

1995년 봄에 Intergraph사는 JUPITER라는 이름의 새로운 CAD기술을 소개하였다.

JUPITER기술은 Windows환경에서 Microsoft사의 요소객체모델(COM) FRAMEWORK에 기초를 두었다. JUPITER기술로 개발된 그래픽 응용프로그램들은 OLE기술을 통하여 다른 요소들과 통합될 수 있다. 그러므로 JUPITER기술에 기초한 그래픽CAD는 Windows NT 환경에서 유연한 통합성을 제공할 것이고 그것은 MicroStation이나 AutoCad와 같은 전통적인 CAD 그래픽기구를 대체할 것이다.

3. 3 구조 Modeller

신세대의 구조 Modeler는 객체지향 CAD 기구에 기초하여 개발되어 질 것이다.

객체 접근 기술을 가지고 2절에서 지적되어진

현재 작업과정에서의 문제점은 제거될 수 있다.

기둥, 보, brace, 벽체, 슬래브와 기초 같은 구조요소들은 모델에서 물리적 객체들이다. 각각의 객체는 고유 이름, 성질 및 기능을 가지고 있다.

예를 들어 기둥객체는 물리적 부재이름, 그래픽 기호, 부재 위치, 단면크기, 방향, 지점 연결 조건, 재하된 하중 그리고 기본판과 기초와 같은 지점 정보를 가지고 있다. 또한 다른 보와 brace가 그 기둥에 어떻게 연결되어 있는지를 정의하는 코드를 포함하고 있다. 연결정보에 근거하여 bracing을 위한 작업점이 적당히 배치되고 해석을 위한 선요소의 개수는 결정되어지며 강구조설계를 위한 비지시된 길이가 계산될 수 있다. 해석 결과는 기본판과 기초설계를 위하여 기둥객체에 표시된다.

다른 소프트웨어로부터 개발된 구조 모델은 OLE방법에 의해 합병되어 질 수 있다. Modeler 또는 다른 프로그램에 의해 생성된 모든 객체는 Microsoft사의 요소객체모델들이다. 따라서 구조 모델은 단순한 객체들의 집합이다. 이 모델은 해석, 설계, 강재 제작, dynamic plant walk-through, 그리고 시공에 사용된다. 그러므로 제작을 위한 시공도와 강재 상세도는 더 이상 필요치 않다.

3.4 구조해석과 설계 소프트웨어

C++ 객체지향 프로그래밍 언어와 병렬 처리 기술이 차세대 구조해석과 설계 소프트웨어의 개발에 광범위하게 쓰일 것이다.

객체지향적 접근방법으로, Modeler와 해석·설계 프로그램은 같은 객체지향 데이터베이스(OODB)를 사용한다. 그래서 각각의 프로그램은 데이터베이스를 직접적으로 바꿀 수 있다. 예를 들어 구조해석 프로그램은 직접적으로 부재력을 OODB에 쓴다. 그리고 나서 설계프로그램은 설계결과를 반영하기 위해 OODB에서 단면크기를 바꾼다. 바뀐 단면크기와 부재력을 기초로 하여, 설계프로그램은 모든 연결판, 기초판, 기초 그리고 그에 따른 상세 연결부와 관련된 것을 바꾼

다. 최종 해석과 설계 결과는 실제 구조적 반응을 관찰하기 위하여 물리적 모델상에서 다시 검토되어 질 수 있다.

Windows NT의 다중처리와 다중연결능력은 구조해석과 설계프로그램의 개발을 위한 병렬처리 기술을 실용화한다. 요소강성과 질량행렬의 생성, 전체 강성행렬의 구성, 정적 condensation, 평형방정식의 해와 부재력들의 계산 등이 동시에 실행됨으로써 연산의 효율성이 크게 향상되어진다. 강부재와 콘크리트 부재의 설계 또한 동시에 수행될 수 있다. Windows NT 운영체제의 서버 기술은 여러대의 분산된 개인용 컴퓨터에서의 동시실행을 가능하게 한다. 그러므로 연산속도는 상당히 증가되어질 수 있다.

3.5 구조공학 소프트웨어의 자동화

차세대의 구조공학 소프트웨어는 전 장에서 논의된 것처럼 객체지향 데이터베이스에 기초를 두고 개발된다. 그러므로, 통합된 구조공학 자동화시스템은 Windows NT 운영체제하에서 OLE기술과 OLE 자동화 기술을 이용함으로써 최소한의 노력으로 얻어질 수 있다. OLE기술은 객체들이 모델링에서부터 해석과 설계까지 모든 객체지향 프로그램에서 사용될 수 있도록 한다. 프로그램 통합을 위하여 여러 가지 파일을 만들어야 하는 지루하고 특별한 노력은 더 이상 필요없다. 또한 OLE자동화 기술은 완벽하게 통합된 자동화시스템을 만들기 위해 모든 프로그램들을 묶는 훌륭한 도구를 제공한다.

3.6 기준과 시방서

전세계적인 설계기준과 시방서는 web browser 상에서 쉽게 접근가능하다. 객체지향 소프트웨어는 Windows NT 환경 하에서 아주 적은 노력으로 기준과 시방서를 위하여 개발될 수 있다. 그러므로 기술자들은 Windows NT 서버의 기능을 통하여 보, 기둥, 벽체, 기초, 용접과 볼트와 같은 객체들에 근거하여 모든 시방서의 요구사항을 효율적으로 검토할 수 있을 것이다.

4. 결 론

결론적으로, 차세대 구조공학 자동화시스템은 객체지향 CAD 그래픽 기구와 함께 Windows NT를 기본으로 하는 데스크탑 컴퓨터에서 운영 될 것이다. 구조해석과 설계프로그램의 연산 효율성은 객체지향 프로그래밍기법과 병렬처리기술을 이용하여 크게 향상될 것이다. 모든 구조공학 자동화시스템의 통합은 Windows NT상에서 Microsoft사의 OLE와 OLE 자동화기술과 네트워크 기능을 통하여 성취되어 질 것이다.

5. 참고문헌

Jan, S. (1994), "Integrated Automation Systems in Structural Engineering," Proc. of First Congress on Computing in Civi Engineering, ASCE, Vol. 2, pp. 1318-1325, Washington, D.C., 1994.

객체지향 : object oriented

다중연결 : multithreaded network

다중처리 : multitasking

병렬처리기술 : parallel processing technology

