분산 환경하에서의 Web-Based Simulation에 관한 연구

이영해, 곽성근
한양대학교 산업공학과

Abstract

기존 시뮬레이션 환경에서 개발한 모델들은 재사용을 하는 데 많은 어려움이 있다. 또한 시스템이 대형화되고 시뮬레이션 결과를 실시간으로 얻어내야 하는 경우에 기존의 순차적 시뮬레이션 방법을 적용하면 시간이 많이 소요되므로 새로운 시뮬레이션 수행 방법이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 이러한 제약을 해결하고자 Internet상에서 시뮬레이션이 가능한 Web-Based Simulation 환경을 설계하고 구현하였다.

본 연구는 자바의 분산 객체 모델인 RMI(Remote Method Invocation)를 웹 기술과 통합하고, 대규모 개발 및 많은 유지비를 요구하는 시뮬레이션의 개발에 이용할 수 있는 새로운 분산 환경하에서의 Web-Based Simulation 구조를 제시하고 구현해 본다.

1. 서 론

현대 시스템(예를 들어, 컴퓨터 및 통신시스템, 제조 시스템, 교통 물류 시스템 등)은 점점 대형화, 복잡화 되고 있다. 이러한 시스템들에 대하여 기존 시스템의 효율적 개선을 위해 시스템을 평가하거나, 새로운 시스템을 설계를 할 때, 간단한 분석적인 방법이나 비현실적인 가정들을 가진 수리적인 방법으로 해결할 수 없는 경우가 많이 발생한다. 이러한 경우를 위하여 이산 사건 시뮬레이션 (Discrete-Event Simulation) 기법이 많이 활용되어 왔다. 빠른 시간 내에 시스템을 설계 및 개발하고자 할 때, 개발된 시스템을 시뮬레이션을 통하여 사전 분석, 평가한 후에 시스템에 적용시킴으로써 개발시간 단축, 비용 감소 및 개발의 위험을 줄일 수 있다(이영해 외 1991).

따라서 인터넷 환경을 효과적으로 활용한다면 더 나은 분산 환경하에서 실제 정보를 제공받을 수 있으며, 교육적인 측면뿐만 아니라 모든 분야에 걸쳐서 무한한 가능성을 가지고 있는 것이 인터넷이다 (Fishwick 1997).

본 연구는 이러한 인터넷과 시뮬레이션의 결합, 즉 Web-Based Simulation에 관한 내용을 소개하고 그 정의와 기존의 연구가 어디까지 진척되었고, 어떠한 개념을 가지고 연구 개발되고 있는지에 대한 최근 연구 동향을 논하고자 한다. 또한 본 연구에서 개발한 Web상에서 구현 가능한 시뮬레이션 S/W의 구조와 개발 환경에 대해서 기술한다

2. Web-Based Simulation

Web-based Simulation은 컴퓨터 시뮬레이션과 World Wide Web (WWW)의 두 방법론의 장점을 접목한 것으로 web과 시뮬레이션 분야간의 수많은 가능성 있는 것에 관한 연관 관계를 표현한 분야이다.

Web-based Simulation의 목적은 다음과 같이 몇 가지로 나열할 수 있다(Cubert and Fishwick 1998).

1) 모델에 대한 정보를 구체화시키고 또한 많이 사용하는 모델 및 정보를 형상화 시킨다.
2) 웹과 시뮬레이션을 결합시킨다.
3) 웹의 DB에 저장되어 있는 수많은 모델을 쉽게 접속하여 탐색한다.
4) Simulation을 분산, 수행하여 수행 시간을 줄일 수 있다.

이것은 모델링하는 데 있어서 많은 시간을 소비해야 하는 것이 아니라 네트워크를 통해서 기존에 다른 클라이언트가 만들어 놓은 모델과 설계하고자 하는 모델과 일치하는 것을 찾아내어 그 모델을 재사용해서 개발에 필요한 시간을 단축시킬 수 있다는 것을 의미한다.

또한 Web-Based Simulation S/W를 사용함으로써 얻을 수 있는 장점은 다음과 같이 요약할 수 있다. (Cubert and Fishwick 1998, Iazella and D'Ambrogio 1998)

1) Web을 통한 분산 및 시뮬레이션이 가능하여 복잡한 시뮬레이션 모델에 대하여 수행 시간을 줄일 수 있다.
2) 시뮬레이션 모델에 필요한 정보 및 데이터를 원격으로, 실시간으로 입력할 수 있다.

하나의 S/W로 원거리에 있는 다수의 사용자가 시간 및 공간의 구애를 받지 않고 동시에 사용할 수 있다.

다음 장에서는 기존의 연구가 어디까지 진척되어 왔고 또한 본 논문에서 제안하는 구조 및 간단한 실험에 관한 결과를 기술하고자 한다.

3. Web-based Simulation의 기존 연구

본 장에서는 지금까지 개발된 프로그램을 몇 가지만 소개하고자 한다.

3.1. DIGSIM

DIGSIM은 digital circuit에 대한 시뮬레이터로 자주 사용되는 모델을 자체 프로그램상에서 지원을 해 주고 editor기능까지 제공해 준다. 또한 복잡한 actual electronic circuit을 시뮬레이션함으로써 짧은 시간에 최적의 해를 제시하고 circuit 구조를 이해하는 데 도움을 준다. 프로그램의 화면은 다음과 같이 구성되어 있다.

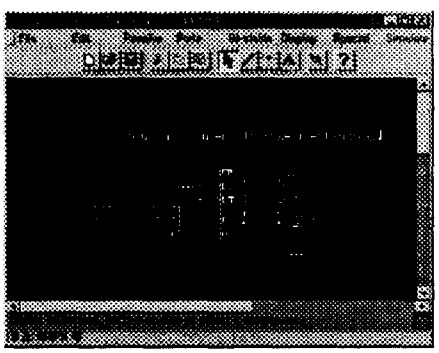

그림 1. DIGSIM main 화면

3.2. Simkit

Simkit은 이산 사건 시뮬레이션을 모델링하기 위한 것이다. 그리고 Simkit은 크게 3가지의 Java package로 되어 있다. collections의 경우는 데이터 구조(data structure)를 지원해 주고 g2d는 chart등의 그래픽(graphic)과 관계된 것을 사용자가 쉽게 이용하도록 한다. 또한 Simkit의 하위 구조에 있는 util, Javasim, awt는 각각의 특징적인 class를 지원함으로써 web상에서 시뮬레이션이 가능하도록 한다(Buss and Stock 1996).

3.3. Simjava

Simjava는 복잡한 시스템의 모델을 설계하는 데 사용할 수 있는 프로그램으로 작은 applet 단위인 class로 구성되어 있다. 각각의 것들을 실행시켜 데이터를 입력받기도 하고 drag and drop 방식으로 모델링(anim_layout 수행)을 하기도 하고 또한 실행(simanim 수행)하여 보여주는 역할을 각각 수행하게 된다. (simjava home page 1998, McNab and Howell 1996)

3.4. Jsim

Jsim은 은행 문제를 시뮬레이션하기 위한 모델을 쉽게 만드는 데 도움을 주는 프로그램이다. 그리고 database에 저장된 내용들을 query를 통하여 쉽게 알고자 하는 경우에 데이터나 모델에 접근이 용이하도록 도와준다(Java Internet Simulation Environment homepage, 1997, Nair, Miller and Zhang, 1996).

위의 Jsim등과 함께 소개된 JavaBeans로 프로그램한 Silk라는 graphical modeling을 지원하는 프로그램도 있고 Symantec visual café, Microsoft J++, Borland JBuilder 등 다양한 tool로 Web-Based Simulation S/W를 개발하고 있는 시점에 있다. (Healy and Kilgore 1997, DIGSIM home page 1998)

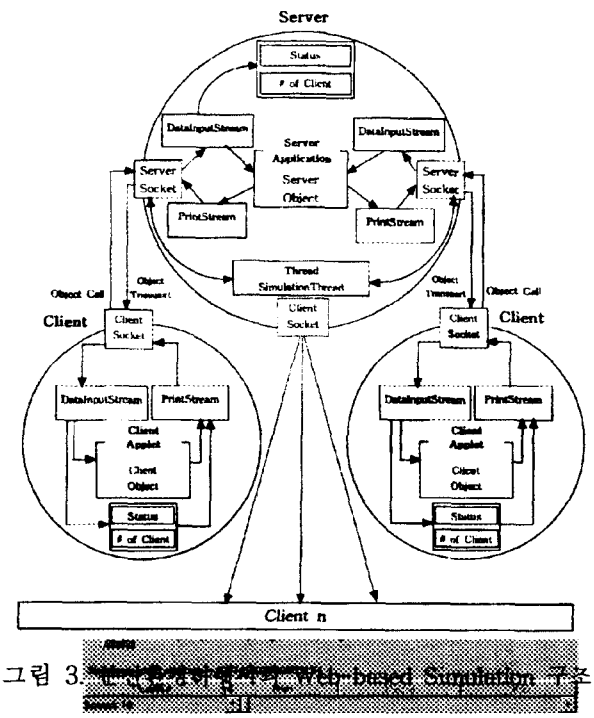

그림 2. SimJava Main 화면

4. Web-Based Simulation S/W의 구현

4.1. 구현 환경

본 연구에서 개발하고 있는 Web-based Simulation S/W의 구현 환경은 다음과 같다.

System : Window 98, Pentium 133

RAM : 32MB

S/W tool : Symantec Visual Cafe dbDE 2.5

개발한 S/W를 자바로 구현한 이유는 컴퓨터의 운영체제와 상관없이 구동 가능하기 때문이다. 또한 web상에서 시뮬레이션을 구현하는 데 자바를 사용하는 다른 주요 원인을 나열하면 다음과 같다 (Iazella and D'Ambrogio, 1998, 이영해, 곽성근 1997).

1) 시뮬레이션 모델의 효과적인 재사용이 가능하다.

2) 기존의 툴(tool)보다 시뮬레이션을 하기 위하여 서버에 접속하는 것이 용이하다.

3) user interface가 용이하다.

4) Java를 구동하는 web browser로 어느 곳에서나 사용할 수 있다.(Internet-based interaction)

5) Java 그 자체가 networking을 지원하고 IP

(Internet Protocol)를 지원한다.
6) C++보다 안전하며 배우기가 쉽다.

4.2.Web-based Simulation의 구조 및 구현 모습

그림 3은 본 논문에서 개발한 S/W의 개략적인 전체 구조를 나타낸 것이다. 분산 환경하에서 Web-based Simulation을 구현하기 위해서 설계한 것으로 Client와 Server간의 message전송은 object 단위로 이루어진다. 그림을 쉽게 절차화하면 다음과 같다.

STEP.1 Client1이 Server에 접속한다.
STEP.2 Server는 connect되었음을 알려주고 초기화면 applet을 보내 준다.
STEP.3. 초기화면에서 Client1은 Simulation에 필요한 parameter들을 입력한다.
STEP.4 Client1이 Simulation을 수행하기 위해 Server의 Simulation object를 요청한다.
STEP.5 Client1의 요청을 받은 Server는 Simulation object를 보내고 분산 Simulation을 수행하기 위해 접속되어 있는 다른 Client들에게 Simulation object와 Client1에서 입력한 parameter들을 DataTranport object에 포함시켜 전송한다.
STEP.6 Server는 각각의 Client들에게 Simulation이 끝났음을 알려 준다.
STEP.7 각각의 Client들과 Server가 수행한 결과를 Server에서 모아서 output analysis를 통해 결과값을 Report창에 보여 주고 필요시 결과를 Server에 저장한다.

위의 구조는 그림 4(Server), 그림 5(Client)와 같은 초기화면에서 설계한 Simulation 모델은 Object, Graph, Workload 등의 parameter로 구성된다. 이러한 parameter들은 Generator를 통해 Simulation Library 와 연결, 그림 6과 같은 형식의 output를 출력하게 된다. 초기화면 및 결과화면은 아래와 같이 구성되어 있다.

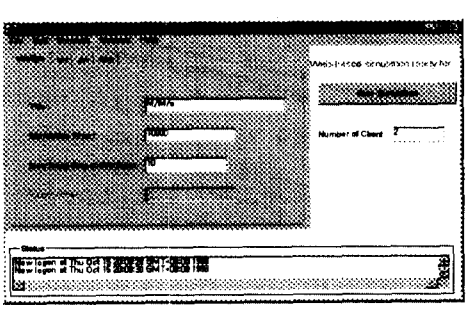

그림 4. Server에서의 입력 Mode창

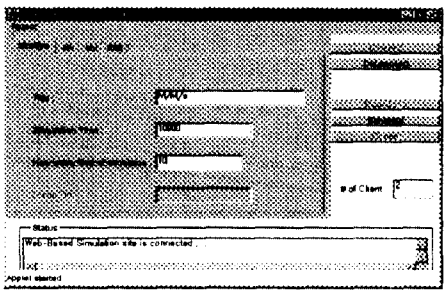

그림 5. Client에서의 입력 Mode 창

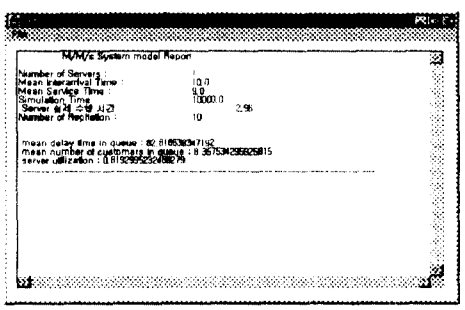

그림 6. 시뮬레이션 결과를 위한 창

4.3. 실험 및 평가

표 1은 stand alone computer와 분산 환경하에서 computer의 수를 늘려가면서 실험을 한 결과를 표로 나타낸 것이다. 위의 표를 도시화한 것이 그림 7이다.

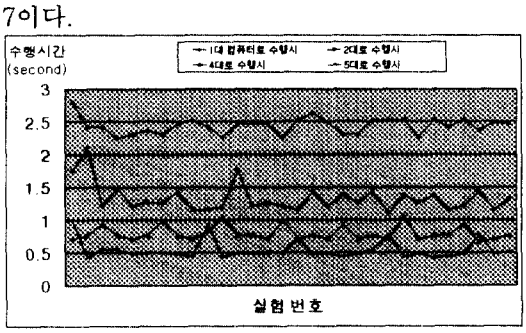

그림 7. 컴퓨터 사용 대수, 실험별 수행시간

표 1과 그림 7을 가지고 각각의 수행 시간에 대한 차이가 있는지를 조사해 보았다.

위의 결과로 예측할 수 있는 것은 분산 시뮬레이션을 수행할 때 computer의 수가 늘어나면 수행시간이 단축되고 있는 것을 알 수 있다. 즉 만일 시뮬레이션을 수행할 때 많은 수의 Client가 Server에 접속한다면 시뮬레이션을 수행하는 데 있어 걸리는 시간을 단축시킬 수 있다.

표 1. 실험 결과값

단일 컴퓨터 실행시 수행시간		2대 컴퓨터 실행시 수행시간		4대 컴퓨터 실행시 수행시간		5대 컴퓨터 실행시 수행시간	
2.8	2.53	1.76	1.15	0.71	0.71	0.99	0.71
2.41	2.63	2.09	1.43	0.77	0.77	0.44	0.49
2.42	2.48	1.21	1.21	0.93	0.71	0.55	0.49
2.25	2.31	1.48	1.38	0.77	0.93	0.55	0.44
2.31	2.31	1.21	1.27	0.71	0.71	0.49	0.49
2.36	2.53	1.27	1.43	0.77	0.77	0.5	0.55
2.31	2.52	1.26	1.1	0.99	0.71	0.5	0.77
2.47	2.52	1.43	1.38	0.77	1.05	0.49	0.44
2.52	2.26	1.15	1.27	0.71	0.71	0.44	0.49
2.41	2.52	1.16	1.38	0.83	0.76	0.93	0.43
2.26	2.42	1.2	1.15	1.04	0.77	0.44	0.44
2.47	2.52	1.76	1.21	0.76	0.93	0.5	0.49
2.47	2.37	1.21	1.43	0.77	0.66	0.49	0.77
2.47	2.48	1.26	1.15	0.71	0.71	0.5	0.49
2.25	2.47	1.21	1.32	0.99	0.77	0.5	0.51
$\bar{x}$	**2.435**	$\bar{x}$	**1.331**	$\bar{x}$	**0.7967**	$\bar{x}$	**0.5437**
s^2	0.01515	s^2	0.04665	s^2	0.01226	s^2	0.02044

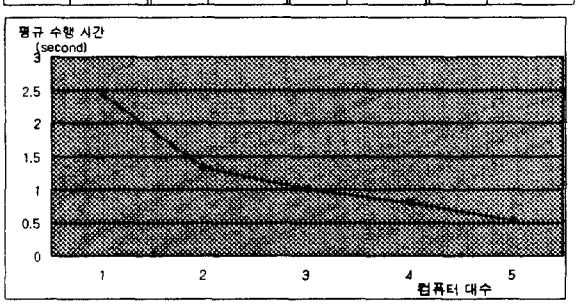

그림 8. 컴퓨터 사용 대수별 컴퓨터 평균 수행 시간

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 기존에 개발된 Web-based Simulation들에 관한 내용을 간략히 기술하고 개발한 S/W의 구조를 간략히 소개했다. Web-based Simulation은 모든 분야에 걸쳐서 무한한 가능성을 가지고 있는 연구 분야이다. 또한 많은 연구를 통해서 시스템을 모델링하는 데 필요로 하는 시간을 단축시킬 수 있을 것이다.

그리고 Web-based Simulation의 장점 중에 하나인 DataBase를 이용함으로써 사용자(Client)측의 저장 공간을 줄일 수가 있으며 모델링 시간을 단축할 수가 있다. 하지만 기존의 연구들은 C/S (client/server)의 개념을 이용했지만 많은 수의 client가 동시에 접속할 때 server의 속도나 분산 시뮬레이션이 가능한 환경 등은 고려하지 못하는 실정이다. 앞으로 Web-based Simulation의 발전을 위해서는 client에 보내는 속도뿐 아니라 분산 시뮬레이션을 구현하는 데 있는 많은 문제점들, dispatching 문제 등을 연구할 필요가 있다고 본다. 그리고 Web-based Simulation을 위한 프로그램이 좀 더 graphical modeling을 쉽게 할 수 있고 시뮬레이션 언어를 배우지 않은 사용자도 쉽게 modeling 할 수 있도록 GUI-based model builder 쪽으로 개발되어야 할 것이다.

또한 기존의 Web-Based Simulation을 위한 Java class library를 확장시켜 더 복잡하고 다양한 문제를 빠르고 쉽게 풀어 나갈 수 있는 해를 제시해야 할 것이다.

궁극적으로 기존 시뮬레이션 S/W보다 경제적이고 짧은 시간에 프로그램이 가능한 리소스를 제공함으로써 다른 사람과의 코드 및 모델의 공유와 재사용이 가능하게 하고 RMI(Remote Method Invocation) 기술을 이용한 분산 객체 호출을 효과적으로 처리하는 문제와 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)등의 사용 기술에 관한 폭넓은 연구가 필요하다고 본다. 이러한 연구들을 Web-based Simulation의 연구에 활용한다면 기존 시뮬레이션의 단점들을 보완할 수 있을 것이다.

참고 문헌

1.이영해, 백두권, 시스템시뮬레이션, 경문사, 1991
2. Buss, Arnold H. and Kirk A. Stock, "Discrete event simulation on the world wide web using Java", Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference, pp.780-785, Dec. 1996
3.ubert, Robert M. And Paul A. Fishwick, Toward a Web-Based Modeling Methodology and Repository, 1998 SCS Western Multiconference on Computer Simulation, San Diego, 98.1.11-14, 1998
4. ishwick, Paul A., "Senior Project for Deborah Lynch", 1997,
5. Healy, Kevin J. and Richard A. Kilgore, "Silk:A Java-based process simulation language", Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference, Dec. 1997
6. Iazella, Giuseppe and Andrea D'Ambrogio, "A Web-Based Environment for the Reuse of Simulation Models", Proceedings of the 1998 Werstern Multiconference on Computer Simulation, SCS, San Diego, 98.1.11-14, 1998.
7. Java Internet Simulation Environment homepage, 1998,
8. McNab, R. and F. W. Howell, 1996, "Using Java for Discrete Event Simulation", Proceedings of Twelvth UK Computer and Telecommunications Performance Engineering Workshop (UKPEW), Univ. of Edinburgh, pp. 219-228
9. Nair, Rajesh S., John A. Miller and Zhiwei Zhang, "Java-based query driven simulation environment", Proceedings of the 1996 Winter Simulation, pp.786-793, 1996
10. Paul A. Fishwick, "Web-based simulation: some personal observations", Proceedings of the 1996 Winter Simulation, pp.772-779, Dec. 1996
11. The DIGSIM home page, 1998,