

실시간 시뮬레이션

포항공과대학교 박찬모* · 민경하**

● 목 차 ●

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 서 론 | 3. 실시간 시뮬레이션 활용예 |
| 2. 실시간 시스템의 시뮬레이션 | 3.1 비행 시뮬레이션(Flight Simulator) |
| 2.1 실시간 시스템의 필수 조건 | 3.2 가상 환경하에서의 Autonomous Agent 구현 |
| 2.2 거시적 및 미시적 시뮬레이션 | 3.3 광양 제철소 냉연 PL/TCM 공정 제어 시스템 설계 |
| 2.3 Hardware-in-the-loop (hil) 시뮬레이션 | 4. 결 론 |
| 2.4 실시간 객체 모델 | |

1. 서 론

컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어의 급진적인 발달은 시뮬레이션 분야에도 획기적인 발전을 초래하였다. 과거에는 매우 복잡한 시스템이나 실시간 처리를 요하는 시스템의 모델링을 실제에 가깝게 할 수가 없고 많은 가정과 이상화 및 단순화를 하여 모델링을 하고 시뮬레이션하였기 때문에 얻어지는 결과의 정확도가 떨어질 뿐 아니라 소형 컴퓨터로는 복잡한 시스템의 시뮬레이션을 할 엄두도 못냈다. 그러나 근래는 PC나 Workstation의 성능이 매우 높아져서 이들을 이용한 시뮬레이션이 활발하게 진행되고 있으며 특히 고성능 병렬처리시스템(MPP)의 출현으로 싼 가격으로 방대한 양의 계산을 신속하게 처리할 수 있게 됨으로써 앞으로 실시간 시뮬레이션에 많이 활용되리라 예측된다.

실시간 시스템의 시뮬레이션은 크게 거시적 시뮬레이션과 미시적 시뮬레이션으로 구분하여 생각할 수 있다. 거시적 시뮬레이션은 1960년대

부터 선진국에서 등장하기 시작하였으나 대규모 응용 시스템의 시뮬레이터 지원 기능은 1980년대부터 서서히 확산되었다. 처음에는 주로 통신 및 국방 분야에서 활발히 연구가 되어왔는데 최근에는 모델 구조의 개량 및 그래픽 인터페이스의 급격한 발전으로 공장 자동화 및 유통 분야에 까지도 확장 응용되고 있다. 따라서 요즘은 대규모 실시간 시스템의 시뮬레이터 기능 향상을 위한 연구 활동이 활발하게 진행되고 있다. 미시적 시뮬레이션은 미국의 경우 국방 시스템 및 교통관리 시스템 등에 국한되어 사용된 예는 있으나 아직도 기술이 초보 단계에 있으며 이를 보편화 시키기 위한 연구 개발이 매우 필요한 상태이다.

앞으로는 병렬 분산 환경에서 수행되는 고성능의 시뮬레이터 개발과 멀티미디어 인터페이스의 결합, 그리고 시뮬레이션 결과의 다각적인 분석 등에 대한 연구가 활발히 진행되어야 하며 특히 지금까지 발전이 느린 미시적 실시간 시뮬레이션 분야는 여러가지 응용 시스템의 미시적 모델링 기법 개발에 주력하여야 할 것이다.

*중신회원

**학생회원

본고에서는 STEP 2000 과제의 하나로 포항 공대, SERI, POSCON 그리고 UC, Irvine이 합동으로 연구 개발하는 RTS(Real-Time Simulator) 개발 과제를 중심으로 실시간 시스템의 시뮬레이션에 관하여 간략하게 기술하고 실시간 시뮬레이션의 응용예를 참고 문헌에 여러개 나열함으로써 이분야에 관심있는 분에게 참고가 되도록 하고자 한다. 제2장에서는 실시간 시스템의 시뮬레이션을 하기위한 방안을 서술하고 제3장에서는 응용예 몇가지를 소개하며 마지막 장에 결론을 내린다.

2. 실시간 시스템의 시뮬레이션

2.1 실시간 시스템의 필수 조건

실시간 시스템이란 컴퓨터 계산 결과의 정확성 뿐만이 아니라 그 계산의 결과가 나오는 시점이 매우 중요한 시스템을 말하며 공장 제어 시스템, 항공기 시스템, 고속 전철 시스템 등 산업이나 우리 생활과 밀접한 관계가 있는 시스템들이 그 예에 속한다. 이러한 시스템은 특히 시간 제약성(timeliness), 신뢰성(reliability) 그리고 가용성(availability) 등의 측면이 매우 강조된다. 이같이 사회의 고도화에 중요한 실시간 시스템들은 그 규모의 거대함과 복잡성 때문에 사용자의 요구 사항을 정확하게 규명하기가 어렵고 개발 단계에서 당면한 여러가지 의사 결정 사항들에 대해서도 미리 예측하기가 어렵다. 특히 시간적 행위에 대한 예측과 증명 이 매우 중요한데 이를 해결하는 방법으로 시뮬레이션 기법이 채택되어 왔다.

실시간 시스템의 시뮬레이션을 수행함에 있어서는 다음의 두가지 필수 조건을 만족시켜야 한다.

- (1) 실제 응용 환경에서 발생하는 여러 사건들의 상대적인 시간성이 정확하게 시뮬레이

터에 의하여 모방되어야 한다. 따라서 사건들의 순서가 실제 환경에서나 시뮬레이터 상에서 같아야 함은 물론이고 실제 환경에서 일어난 두 사건 간의 시간 간격과 상응하는 시뮬레이터 상에서의 시간 간격과의 비율이 어느 두 사건을 고려하더라도 항상 일정하거나 미세한 변동폭을 보여야 한다.

- (2) 시뮬레이션 속도는 실제 응용 시스템이나 환경이 진행되는 속도 만큼 빨라야 한다.

따라서 이러한 실시간 시스템의 시뮬레이션은 응용 환경에 존재하는 여러 구성 요소 간의 상호작용의 시간적인 면을 정확하게 보여줄 수 있는 것이다.

2.2 거시적 및 미시적 시뮬레이션

복잡한 실시간 시스템을 모델링하고 시뮬레이션 함에 있어 두가지 접근 방식을 취할 수 있다. 하나는 대규모 응용 시스템 전체를 적당한 수의 추계변수(stochastic variables)로 구성된 거시적(macroscopic) 모델로 나타내어 시뮬레이션하는 것으로 페트리네트(Petri-Net) 등이 대표적인 예라 하겠다. 다른 하나는 일단 사용자의 요구 사항과 전체적인 시스템의 주요 기능 및 구조가 결정된 후 시스템의 상세 설계 과정에 있어 발생하는 여러가지 결정사항을 미시적(microscopic)으로 모델링하고 시뮬레이션하는 것이다. 즉 시스템의 분할, 분할되어 생성된 서브 시스템들의 네트워크를 통한 연결 방법, 타스크의 분할 및 스케줄링 등 설계 과정에서 결정되어야 할 많은 사항들이 실시간 성능에 직접적인 영향을 미치는데, 미시적 고정밀 시뮬레이션이 이와같은 결정을 체계적으로 내리며, 결정되는 사항이 시스템 성능에 미치는 영향을 측정할 수 있도록 도와준다.

시스템 개발 주기에 있어서의 거시적 및 미시적 시뮬레이터의 역할은 다음과 같다.

시스템 개발 주기	시뮬레이터의 역할
Requirement Engineering	거시적 시뮬레이터 : 요구사항의 추출과 요구명세의 검증
High-level I design	거시적 시뮬레이터 : 설계의 결정사항 지원
High-level k design	미시적 시뮬레이터 : 생산된 설계명세를 미시적 시뮬레이션에 의해 수행가능
Low-level design	미시적 시뮬레이터 : 응용환경의 미시적 시뮬레이터를 사용하여 설계명세 검증
Testing (1 단계)	미시적 시뮬레이터 : 응용환경의 미시적 시뮬레이터를 사용하여 시스템 테스트
Testing (2 단계)	실제 환경에서 테스트

거시적 시뮬레이션과 미시적 시뮬레이션의 특징을 비교하면 다음과 같다.

구분	거시적 시뮬레이션	미시적 시뮬레이션
장점	시뮬레이터를 신속 저렴하게 설치할 수 있다.	응용 시스템의 계획, 개발 및 운영 단계 기간중의 상세한 결정사항에 대하여 정밀한 정보를 제공한다.
단점	시스템개발 및 운영단계 기간의 결정사항에 대한 지원이 약하다.	시뮬레이터의 설치비용이 크다. (각 어플리케이션마다 상당한 설계 노력이 요구됨) 양질의 라이브러리를 구축하여 비용을 줄일 수 있다.

거시적 시뮬레이션은 모델을 설정하고 시뮬레이터를 구현하는 것이 비교적 용이하고 비용이 적게들어 시스템 요구사항을 설정하기 위하여 급히 사용할 수 있는 시제품 도구(rapid prototyping tool)로 적합하다고 할 수 있다. 이러한 거시적 시뮬레이션은 시스템 개발 주기에 있어 초기 단계에 활용되며 교통 제어 시스템, 금융 관리 시스템, 에너지 유통 시스템, 정보 통신 시스템, 재해 관리 시스템의 설계 단계에서 커다란 역할을 할 수 있다.

미시적 시뮬레이션은 목표로 하는 응용 시스템의 세부적인 구성 및 동작들을 분명히 표현하는 것으로 다음과 같은 성질을 갖는다. 즉 방대한 양의 각종 객체로 구성되며 각 객체의 동작 특히 시간적 요소를 상세히 표현하여야 한다. 또한 목표로 하는 응용시스템의 계속적인 확장 및 개조에 따른 모델의 확장 및 개조가 용이하여야 한다. 따라서 미시적 시뮬레이터를 구축하는 데는 다음과 같은 난점을 극복해야 할 필요가 있다.

정확하고 이해하기 쉽고 확장 및 개조가 용이한 미시적 모델을 구축하고 대규모의 고정밀 모델을 병렬 처리 등의 대용량 고성능 컴퓨터 시스템에서 빠른 시간내에 수행되는 프로그램으로의 전환이 쉽게 되어야 한다. 이와같이 구축된 고정밀 미시적 시뮬레이터는 새로 개발하는 대규모 시스템의 최적 설계 선정 또는 기존 실시간 시스템의 최적 운영 방식 선정에 공헌하고 불규칙적인 동작을 하도록 설계된 시스템의 시간별 성능의 정확한 표시에 사용될 수 있다. 최근들어 병렬처리 시스템 기술 및 객체 지향형 소프트웨어 기술등이 실용화 단계에 접어들면서 고성능 고정밀 시뮬레이터 구축 활동이

활발하게 되었다.

2.3 Hardware-in-the-loop(hil) 시뮬레이션

복잡한 실시간 시스템의 시뮬레이션에 있어서 실시간적으로 모델링이 가능한 부분은 컴퓨터로 시뮬레이션하지만 그렇지 못한 부분은 실제 하드웨어 부품을 삽입하여 쓰는 경우가 있다 [그림 1].

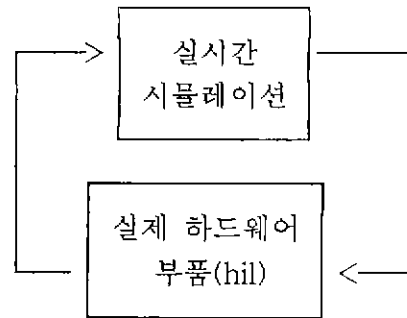


그림 1 hardware-in-the-loop

이러한 경우를 hardware-in-the-loop이라 하며 여기서 실시간 시뮬레이션 부분은 실제 하드웨어의 모든 시간적 제약을 만족시켜야 한다. 이것을 해결하는 방법으로 독일의 한 자동차 연구소에서는 트랜스퓨터(Transputer)로 구성된 병렬처리 시스템을 사용하였다.

병렬 시뮬레이션에 있어서 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 알고리즘의 병렬화

한 과제의 수치 계산 알고리즘을 몇개의 프로세서에 분산하여 병렬로 계산시키는 것으로 행

렬 계산 같이 한 과제를 몇개의 동일한 작은 과제로 나눌 수 있을 경우 사용된다.

(2) 응용 시스템 구조의 병렬화

응용 시스템을 몇개의 서브시스템으로 나누어 각각을 병렬로 시뮬레이션한 후 통합하는 것으로써 다중 알고리즘의 경우이다. 이 경우는 각 서브시스템 간의 통신이 매우 중요하다. 그리하여 시스템을 서브시스템으로 분할함에 있어 다음의 여러가지 기준을 고려하여야 한다.

① 통신 비용의 최소화

각 서브 시스템은 매우 밀접하게 연결되게 하여 서로 간의 통신이 빠르도록 한다. 프로세서의 수가 너무 많아지면 통신량이 많아져 효율이 낮아질 수가 있으므로 적정수를 정할 필요가 있다.

② 물리적 기능

전체 시스템을 구성하는 물리적 서브시스템에 따라 모델링하는 미분 방정식이 다른 경우가 많다. 그러므로 이러한 물리적 기능에 따라 분할할 때 각 모듈에 대한 변화를 쉽게 구현할 수 있게 된다.

③ 시스템의 동적 속성

시스템을 느린 서브시스템과 빠른 서브시스템으로 분할하면 적분 알고리즘에 있어 적분 간격(integration stepsize)을 다르게 줄 수 있다. 또한 이때에는 서로 다른 성질을 융화시키기 위하여 extrapolation과 smoothing이 필요하다 [그림 2].

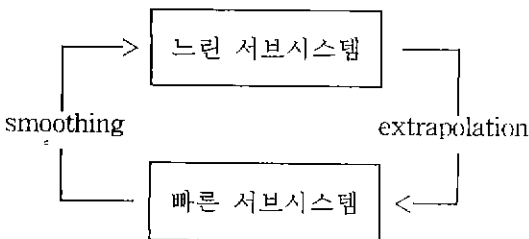


그림 2 동적 속성에 의한 분할

④ 부하균형

모든 프로세서에 주어지는 부하가 균형을 이루도록 분할한다.

⑤ 선형 및 비선형 서브시스템

복잡한 시스템 자체는 비선형이라 해도 어느 서브시스템은 선형인 경우가 있다. 이러한 부분을 분리하여 선형이론을 적용함으로써 효율을 높일 수 있다.

고성능 병렬 시스템의 급진적인 발달로 앞으로는 병렬 시뮬레이션이 더 활발해 질 것이다.

2.4 실시간 객체 모델

실시간 시뮬레이션 중 특히 미시적 시뮬레이션 기법은 그동안 발전이 그리 빠르지가 못하였다. 그중 큰 원인의 하나가 실시간 응용 시스템의 미시적 모델링 기법이 최근까지 충분하게 개발되지 못한 데 있다. 다만 객체 지향형 모델이 미시적 시뮬레이션을 위한 모델로 적합하리라는 생각은 지난 10여년간 꾸준히 축적되어 왔다. 최근 객체 지향형 모델을 확장하여 실시간 시스템의 시뮬레이션에 활용하려는 노력이 활발하여 졌으며 그 대표적인 것이 미국 University of California, Irvine의 김광희 교수와 Austria의 Technical University of Vienna 교수인 Kopetz 박사가 개발한 RTO.k(Real-Time Object Model, Kim & Kopetz)이다. RTO.k 모델의 장점은 실시간 제어 프로그램 모듈 뿐 아니라 모든 응용 환경에 존재하는 객체의 변화 및 상호작용을 정확하고 정밀하게 또한 자연스러운 형태로 나타낼 수 있다는 점이다. 여기서 말하는 정밀성 및 정확성은 양적인 면 뿐 아니라 시간적인 면에도 적용되며 병렬 수행 절차도 RTO.k 모델에서는 쉽게 표현된다. 그동안 RTO.k를 이용하여 대 유도탄 방어 시스템의 응용 환경 시뮬레이터 구현을 시험하였으며 그 결과 RTO.k가 복잡한 실시간 시스템의 개발에 있어 효율적이고 정밀한 모델을 표현할 수 있다는 것이 입증되었다. RTO.k는 일반적인 객체 모델의 특성 외에 다음과 같은 확장된 특성을 갖고 있다.

- (1) RTO.k 객체의 수행에는 마감시간(dead-line)이 부여된다.
- (2) RTP.k 객체는 때에 따라 실시간 클럭(real-time clock)에 의하여 수행이 시작

된다(time-triggered method).

- (3) RTO.k에 포함된 실시간 데이터는 최대 유효기간(maximum validity duration)이 지나면 무효가 된다.
- (4) 실시간 클록 방식에 의한 수행과 메세지 방식에 의한 수행이 서로 상충될 때 해결할 수 있는 방안을 제시한다.

이러한 특성으로 인하여 앞으로 실시간 시뮬레이션에 있어 RTO.k의 활용이 크게 기대된다.

3. 실시간 시뮬레이션 활용에

실시간 시뮬레이션의 활용에는 매우 많으며 그 일부를 참고 문헌에 포함시켰다. 이곳에서는 비행 시뮬레이션과 가상현실에의 활용 및 제철소에서의 공정 시스템 설계에의 활용을 예로 소개한다.

3.1 비행 시뮬레이션(Flight Simulation)

비행 시뮬레이션은 실제 비행기의 조종석과 비슷한 환경을 구현하고 그 환경하에서 조종사로 하여금 가상적으로 비행기를 조종하게 함으로써, 상용 또는 군사적인 목적으로 조종사를 훈련시키는 기술이다. 일반적으로 시뮬레이션의 성공 여부는 그 모델이 얼마나 정확하게 실제 세계를 표현하였느냐에 의해서 결정된다. 비행 시뮬레이션의 경우는 조종사가 실제 자신이 비행기의 조종석에 앉아 있다고 확신시킬 수 있어야 한다. 이를 위하여 비행 시뮬레이션에서 요구되는 조건들은 다음과 같다.

- 비행 시뮬레이션을 수행하는 조종사에게 실제 비행기의 조종석과 똑같은 환경을 제공해야 한다.
- 시뮬레이터의 디스플레이에 보여지는 영상이 현실감이 있어야 하며, 그 움직임이 실제 비행에서의 움직임과 유사해야 한다.
- 시뮬레이션 중에 조종사가 느끼는 상황의 변화가 실제 비행중에 발생하는 상황의 변화에서 받는 느낌과 유사해야 한다.
- 시뮬레이션 중에 일어나는 조종사의 반응이 미리 제한한 시간 이내에 처리해서 시뮬레이

션에 반영되어야 한다.

이러한 요구 사항들의 대부분은 가상현실(Virtual Reality) 기술을 이용해서 해결할 수 있다.

가상현실은 컴퓨터와 입출력 장치를 이용해서 가상 세계를 만들고, 사용자로 하여금 이 가상 세계를 현실 세계처럼 느끼게 함으로써, 사용자와 정보를 교환하는 새로운 형태의 기술이다. 여기서 만들어지는 가상 세계는 실제 설비와 가상적인 영상의 혼합체이다. 사용자가 이 가상 세계를 마치 현실 세계인 것처럼 느끼게 될 때, 이 가상 세계는 몰입감(sense of immersion)을 갖추었다고 말한다. 이 몰입감을 갖추기 위하여 비행 시뮬레이션에서 해결해야 할 중요한 문제는 움직임이다. 실제 상황에서 사람은 시각 정보와 촉각, 그리고 내이의 전정(vestibule of the inner ear)으로부터 다른 물체에 대한 상대적인 속도감과 공간에서의 방향성 등 움직임에 필요한 정보를 얻는다. 비행 시뮬레이션에서는 앉아 있는 조종사에게 실제 비행중에 조종사가 보는 영상과 유사한 속도로 움직이는 영상을 보여줌으로써 상대적인 속도감을 주고(Real-time 3D Computer-generated Image), 조종사가 앉아있는 조종석을 수압 펌프를 이용해서 가속시키며, 바람과 중력 등의 요소를 더해서 조종사로 하여금 마치 자신이 실제 조종석에 앉아 있는 것처럼 느끼게 한다. 여기서 조종사에게 보여주는 영상은 가상적인 영상으로 제공되며, 조종석, 수압 펌프, 바람, 중력등은 실제 설비로 구현된다. 이러한 가상현실적인 측면 이외에도 조종사에게 몰입감을 주기 위해서는 조종사의 반응이 제한된 시간내에 시뮬레이션에 적용되어야 한다는 제한 조건이 있다(real-time interaction).

지금까지 고려한 사항들중에서 조종사에게 보여지는 영상이 변화하는 시간과 조종사의 반응이 시뮬레이션에 적용되는 시간들에 대해서는 시간 제약이 따르는데, 이러한 제약 조건을 만족시키기 위해서는 실시간 시뮬레이션(Real-time Simulation) 분야의 기술들이 고려되어야 한다. 실시간 시뮬레이션을 수행하는 시뮬레이터가 수행하는 각 사건들은 어느 시점까지는

끝나야 한다는 마감 시간(deadline)이 명시된 채로 발생하게 되는데, 비행 시물레이션의 경우, 조종사의 반응을 시물레이터에 전달하는 사건은 그 사건이 처리되어야 하는 마감 시간이 명시되며, 시물레이터가 조종사에게 전달하는 영상이나 진동, 바람 등의 반응을 처리하는 사건도 마감 시간이 명시된 채로 발생하게 된다.

3.2 가상 환경하에서의 Autonomous Agent 구현

가상 환경(Virtual Environment)은 가상현실감 기술을 이용해서 구현하는 새로운 세계로, 사용자는 이 세계와 접촉함으로써 시스템과 다양한 정보를 교환할 수 있다. 그런데, 사용자에게 더 현실과 비슷한 가상 세계를 제공하기 위해서 가상 세계의 내부에 사용자의 지시없이 독자적인 의지를 가지고 움직이는 객체를 구현할 수 있는데, 이를 Autonomous Agent라 한다. 이 Autonomous Agent는 가상 환경 하에서 움직일 수 있는 객체로써, 어느 정도의 지능을 가지고 자신의 행동을 스스로 통제하며, 주변 환경의 변화를 스스로 인지하고, 그 변화에 대처할 수 있으며, 자신의 행동을 기억할 수 있다. 이러한 Autonomous Agent를 만드는 방법들은 다음과 같다.

- 사용자가 만들고자하는 각 Agent들의 모든 행동을 계획하고 환경의 변화에 따른 행동 양식을 미리 입력한다.
- 신경 회로망(Neural Network)의 기법을 이용해서 Agent를 학습시킨다.
- 현실 세계의 객체들, 즉 나무, 곤충, 동물 등을 모델링하고, 얻어진 모델들을 가상 환경과 똑같은 환경조건 하에서 시물레이션해서 만들고자 하는 Agent들의 행동 양식을 결정한다.

이 방법들 중에서 현실의 객체를 시물레이션하는 방법을 이용해서 Agent를 만들기 위해서는 환경 등의 변화에 따른 Agent의 반응이 제한된 시간 이내에 나와야 한다. 그렇지 않으면, 이 Agent는 가상 환경 하에서 자신의 기능을 제대로 수행하지 못하기 때문이다. 따라서 Autonomous Agent의 행동 양식을 결정하기 위해서

수행되는 시물레이션은 실시간 시물레이션으로 수행되어야 한다.

3.3 광양 제철소 냉연 PL/TCM 공정 제어 시스템 설계

기존의 집중형 구조로 되어있는 냉연 PL/TCM(Picking Line/Tandem Cold Mill) 공정 제어 소프트웨어를 분산형으로 재구성하는 경우 제안된 시스템의 성능을 미리 예측하는 것은 시스템 개발 단계에서 많은 노력을 절감시키므로 중요하다고 할 수 있다. 여기서 냉연 PL/TCM 공정제어 시스템의 성능의 적합성을 평가하는 방법으로 시물레이션을 이용하는데, 이 시스템은 일종의 실시간 시스템으로 볼 수 있으므로, 실시간 시물레이션 기법이 이용된다.

현재의 냉연 PL/TCM 시스템은 공정 전체를 포괄적으로 지휘 관리하는 P/C(Process Computer), 공정 라인, 그리고 공정라인의 현재 상태 수집 및 제어 데이터에 의한 공정제어를 담당하는 PLC 및 제척기들, P/C로부터 자료를 인출하기 위한 사용자 터미널로 구성되어 있다. P/C는 현장 라인 소재의 현 위치를 추적하여 해당 작업을 수행할 수 있도록 제어한다. 공정라인은 크게 입측라인, 중앙라인(온라인), 출측라인 들로 구성된다. 입측라인은 열연 코일을 중앙라인의 시작인 POR(Pay of Reel)로 이동시키며 각종 기기의 자동설정을 수행한다. 중앙라인은 입측라인에서 받은 열연 코일을 용접하여 이어진 형태의 스트립(strip)으로 만든 후 연속적으로 압연을 수행한다. 출측라인은 압연이 완료된 스트립을 냉연 코일로 만든 후 각 코일의 무게를 측정하는 등 제품과 실적 데이터를 수집한다.

냉연 PL/TCM 공정 제어 시스템을 시물레이션할 때에 고려해야 하는 실시간 요구사항은 주기적인 처리(실적 데이터의 sampling과 트래킹), 공정상의 순차적인 사건 처리, GUI와 오퍼레이터에 관련된 것으로 구분할 수 있다. 그리고 각각 고려해야 하는 시간 제약 사항은 다음과 같다.

- 주기적인 처리에 대한 시간 제약 사항 : 다음 사건이 발생하기 전에 모든 주기적인 작업을

마쳐야 한다

- 공정상에서 차례로 발생하는 사건들: 사건의 특성에 따라 각 사건들에게 부과되는 시간 제약 조건에 맞게 사건을 처리해야 한다.
- 사용자에게 보여지는 화면에 대한 시간 제약 조건: 일정한 시간 이내에 화면이 갱신되어야 한다.

냉연 PL/TCM 공정 제어 시스템에 대한 시뮬레이터를 설계할 때에 위의 시간 제약 조건들은 다음과 같은 형태로 반영된다.

- 주기적인 처리를 위해서는 각 주기적인 사건의 마감 시간을 명시해두고, 이에 따라서 필요한 타스크를 주기적으로 기동시킨다.
- 발생하는 각 사건들에 대해서는 제어 시스템에 대해서 사건을 발생시키는 피제어 시스템에서 사건을 발생할 때에 작업에 대한 시간 제약 조건을 표시하게 하고, 순차적인 사건을 발생시킬 수 있는 기능을 제공한다. 따라서 사건이 발생하였을 때에 알맞은 타스크를 실행시키는 기동 관리자에게 이러한 사항들을 고려해서 타스크를 수행하도록 한다.
- 사용자에게 보여지는 화면 갱신에 대한 시간 제약 사항은 처음 로드하는 화면의 경우 2초 내에 서비스를 제공하여야 하며, 5초 주기로 화면을 갱신하는 경우는 1초내에 서비스가 제공되어야 한다.

4. 결 론

실시간 시스템은 교통, 통신, 공장 자동화 등 첨단 산업의 핵심적인 역할을 담당하는 시스템으로서 이의 설계 및 운영 최적화, 효율적인 제어 등은 매우 중요하다. 따라서 이러한 실시간 시스템의 시뮬레이션을 위한 연구가 활발히 진행되어야 한다.

컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어의 급진적인 발달과 고성능 병렬처리 시스템의 출현 등으로 이 분야 연구에 활기를 띄게 되었으나 우리나라에서는 아직도 초보단계에 있어 앞으로 국가적인 차원의 지원이 절실히 요망된다.

참 고 문 헌

- [1] Chang, C. K., Chang, Y. and Aoyama, M., "A real-time distributed simulation of PBX with software reuse", SIMULATION, February, 1990.
- [2] Cheok, K. C. and Huang, N., "Real-time simulation and animation for dynamic control systems", SIMULATION, October, 1992.
- [3] Coomber, C. J., "SCHEMASIM: A Simulation Environment for Real-Time Systems", Simulation, Digest, ACM Vol. 23, No. 3, 1994.
- [4] Ellenberger, R., Ling, R., Buscher, D., Uhde-Lacovara, J. and Shuler, R., "Automatic Generation of Real-Time Ada Simulations for Space Station Freedom", SIMULATION, November, 1993.
- [5] Finn, A., Decker, R., McClurg, C. and Harmon, D., "Simulation of multiple access protocols for real-time control", SIMULATION, February, 1992.
- [6] Howe, R. M., "A new family of real-time predictor-corrector integration algorithms", SIMULATION, September, 1991.
- [7] Huang, N., Cheok, K. C., Horner, T. G. and Settle, T., "Real-Time Simulation and Animation of Suspension Control System Using TITMS320C30 Digital Signal Processor", SIMULATION, December, 1993.
- [8] Kim, K., Bacellar, L. and Kim, Y., "Distinguishing Features and Potential Roles of the RTO.k Object Model", Draft of a paper for presentation at WORDS '94, Dana Point, Oct. 24, 1994.
- [9] Kim, K. and Kopetz, H., "A Real-Time Object Model RTO'k and an Experimental Investigation of Its Potentials", To appear in Proc. COMPSAC '94, Nov., 1994, Taipei.
- [10] Kornecki, A., Cieplak, J. and Schneider, A., "Real-time simulation of air traffic control radar terminal with trainer interface", SIMULATION, June, 1991
- [11] Kram, R. and Daly, J. R., "The advanced real-time simulation system: Designing a

new generation of hardware-in-the-loop simulation computer”, Proceedings of the Military, Government and Aerospace Simulation Conference ed. Chinni.

- [12] Lee, J. J. and Fishwick, P. A., “Real-Time Simulation-Based Planning for Computer Generated Force Simulation”, SIMULATION, November, 1994.
- [13] Lee, T. and Ghosh, S., “A Distributed Approach to Real-Time Payments-Processing in a Partially-Connected Network of Banks : Modelling and Simulation”, SIMULATION, March, 1994.
- [14] Leshem, G., “Simulation of Real-Time Embedded Systems”
- [15] Meng, W. M. and Fakory, M. R., “Real-time simulation of Russian designed VVER-440 reactors with horizontal steam generators”
- [16] Pope, T., “Real-Time Simulation of the Space Station 'Freedom' Attitude Control System”, SIMULATION, July, 1991.
- [17] Sailer, U., Wohnhaas, A. and Essers, U., “Parallel Simulation of Mechanical Systems for real-time applications”, SAMS, Vol. 16. pp. 197-202, 1994.
- [18] Veerasamy, S. and Hubbard, J., “Real-time berthing simulator for space station and space shuttle”, SIMULATION, July, 1991.
- [19] Weitzen, J. A., Carroll, J. V., and Dao, B. T., “Real-Time Simulation of VLF Atmospheric Noise for Use in the Calibration and Characterization of LORAN-C Receivers for Aircraft Navigation”, SIMULATION, May, 1993.
- [20] Yang, Y. K. and Kuo, Y. M., “A real-time simulator for the shuttle manipulator system in the system engineering laboratory”, SIMUALTION, July, 1991.
- [21] Earnshaw, R. A., Gigante, M. A. and Jones, H., “Virtual Reality Systems”, Academic Press, 1994.
- [22] Thalmann, N. M. and Thalmann, D., “Artificial Life and Virtual Reality”, John Wiley & Sons, 1994.
- [23] 박찬익, “광양제철소 냉연 PL/TCM 공정제어

시스템 설계”, 포항공대 System Software 연구실, 1993.

- [24] 박찬모, 강교철, 박찬익, 성명제, 김광희, “RTS 기술개발”, 포항공대 소프트웨어 기술 연구소, 1994.

민 경 하



1992 한국과학기술원 과학기술 대학 전산학과 학사
 1994 포항공과대학교 전산학과 석사
 1994~현재 포항공과대학교 전산학과 박사과정
 관심분야 : 가상현실, 시뮬레이션

박 찬 모



1958 서울대학교 화학공학과 학사
 1964 University of Maryland 화공학 석사
 1969 University of Maryland 화공학 박사
 1964~1969 University of Maryland 전산소 연구원
 1969~1972 University of Maryland 전산학과 조교수
 1973~1976 한국과학기술원 전산학과 부교수
 1976~1979 National Biomedical Research Foundation 선임연구원
 1979~1989 Catholic University of America 전산과 교수 및 학과 주임
 1993 한국정보과학회 회장
 1990~1994 포항공대 전산학과 교수 및 학과 주임
 1991~1994 포항공대 정보산업대학원장
 관심분야 : Image Processing, Computer Graphics, Computer Vision, System Simulation