

□ 특집 □

TMO 모델 기반 실시간 시뮬레이션

박 용 우[†] 김 문 회^{**} 김 정 국^{***}

◆ 목 차 ◆

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. 서 론 | 4. TMO 모델 KODAS 실시간 시뮬레이션 |
| 2. 관련 연구 | 5. 맺음말 |
| 3. TMO 모델 기반 실시간 시뮬레이션 | |

1. 서 론

실시간 시스템이 실제로 동작하기 전에 시간 제약 조건을 만족시켜줄 수 있다는 것과 높은 신뢰성을 보장할 수 있다는 것은 미리 검증되어야 한다. 이를 위해 시스템을 개발한 후 시험하는 방식은 시간이 오래 걸리고 비용이 많이 든다. 이에 대한 대책으로 실시간 시뮬레이션이 활용될 수 있다.

기존의 실시간 시뮬레이션은 실제 시스템의 기능을 입력과 시간에 대한 함수로 수학적으로 모델링하고, 이를 컴퓨터 프로그램으로 구현하여 실행시킨 후, 그 결과를 분석하는 과정을 의미한다[8].

이러한 실시간 시뮬레이션은 시스템의 시간적 특성에 따른 변화에 대한 요구사항을 파악하기에는 적합하나 실제 시스템의 개발에 적용하기에는 어려움이 따른다. 특히, 시뮬레이션 결과가 실제 시스템과 일치하지 않을 수도 있다. 또한 이러한 수학적 모델은 실시간 제어 시스템에 대한 설계 및 개발이나 검증보다는 실시간 응용환경에 대한 물리적인 특성의 수학적 표현에 더 큰 비중을

두고 있다. 따라서 실시간 시스템의 시간적 특성을 동적으로 검증하기 위한 실시간 시뮬레이션에 있어서는 기존의 시뮬레이션에서 사용하는 수학적 모델의 적용은 어렵다.

본 고에서는 실제 시스템의 시간 변화에 따른 동작과 동일하게 실행될 수 있는 시뮬레이션을 실시간 시뮬레이션이라 정의한다. 이러한 실시간 시뮬레이션에서 실시간 시스템의 응용환경을 시뮬레이션하기 위해 요구되는 정확도란 시뮬레이션 객체들이 자신이 표현하고 있는 실세계의 객체가 행동하는 것과 똑같이 행동할 수 있도록 해주는 시간적인 특성을 제공해 주어야 한다는 것이다. 이는 시뮬레이션하려는 객체가 가지는 시간적인 특성을 설계단계에서부터 충분히 명세해 줌으로써 가능하여 진다[4].

실시간 시스템의 전반적인 설계 및 개발 과정에서 일반적 형태의 설계 지원, 다단계에 걸쳐 동일한 system/subsystem 모델의 적용, 그리고 시스템의 시간적 특성에 대한 설계 시 보장을 하여 주는 GT(General form Timeliness guaranteed) 설계 방식이 제안되었다[3]. 이러한 GT 설계 방식의 세 가지 특성을 제공해 주기 위해 TMO (Time-triggered Message-triggered Object) 모델이 개발되었다[7]. TMO 모델은 기존의 객체 모델이 갖는

[†] 준회원 : 전국대학교 컴퓨터 정보·통신공학과 박사과정

^{**} 정회원 : 전국대학교 컴퓨터공학과 부교수

^{***} 정회원 : 한국의국어대학교 컴퓨터공학과 교수

특성을 그대로 유지하면서 설계 단계에서 명시된 시간 조건이 되면 구동되는 메소드 그룹을 추가하였고, 각 메소드에 대한 테드라인과 객체가 갖는 데이터에 대한 유효기간을 명확하게 명세해 줌으로써, 설계 단계에서부터 실시간 시스템에 대한 시간적인 특성을 보장해 주게 된다[6].

따라서 본 고에서는 GT 설계 방식의 세 가지 특성을 제공하는 TMO 모델에 기반하여 실시간 시스템을 설계 및 개발하는 과정과, 다단계에 걸친 설계 및 개발 과정의 각 단계에서 생성된 실시간 시스템을 동적으로 검증하기 위한 TMO 모델 기반 실시간 시뮬레이션에 대해서 소개한다. 또한, KODAS (KORea Distribution Automation System)의 개발 과정에서 위의 방법들을 적용한 예제를 보여준다.

2. 관련 연구

2.1 GT 설계 방식

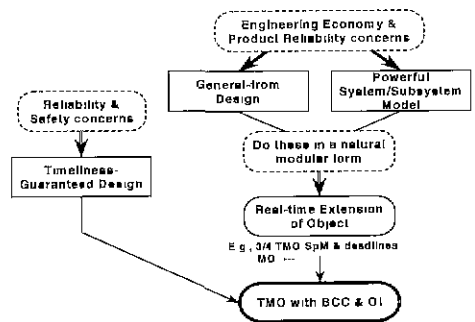
실시간 시스템의 효율적인 설계와 실시간 시스템에 대한 신뢰성을 높이기 위해 다음과 같은 특성을 갖는 GT 설계 방식이 제안되었다[3,4].

- (1) 일반적 형태의 설계(General-from design) 지원: 실시간 시스템을 설계하기 위해 기존의 시스템 설계 방식과는 전혀 다른 방식을 사용하는 것 보다는, 기존의 시스템 설계 방식을 일반화시킨 형태의 설계가 이루어져야 한다. 따라서, 실시간 시스템의 설계는 물론 일반 시스템의 설계에도 차이없이 적용가능하여야 한다.
- (2) 다단계에 걸쳐 동일한 system/subsystem 모델의 적용: 설계 도구와 기법을 자연스럽게 통합하기 위해 해결되어야 할 문제 중의 하나는 다단계에 걸쳐 행해지는 시스템 설계의 표현에 있어 일관성(uniformity)을 유지하고 어느 정도의 제어 정확도(the range of controlled

accuracy)를 갖게 할 것인 가이다. 일관성은 모델링 각 단계에서 동일한 system/subsystem 모델링 방식을 사용함으로써 유지될 수 있다. 이 때 요구되는 모델링 방식은 설계하려는 실시간 시스템에 대한 추상화에 있어서 뿐만 아니라, 시스템 개발의 각 단계에서 요구되는 다양한 정확도를 갖는 응용환경의 표현에 있어서도 효율적이어야 한다. 따라서, 이러한 모델링 방식은 논리적인 값의 조작뿐만 아니라 다양한 정확도를 갖는 시간적인 특성도 다룰 수 있어야 한다.

- (3) 설계 시 시스템의 시간적 특성 보장: 고도의 안전을 요하는 응용분야에서의 실시간 시스템에 대한 신뢰성을 확실하게 보장해 주기 위해서는, 실시간 시스템의 시간적인 서비스 능력을 설계 단계에서부터 보장해 줄 수 있어야 한다.

위에서 언급한 GT 설계 방식의 세 가지 특성을 충족시키기 위해서는 시간에 의해 구동되는 메소드의 활성화와 테드라인을 강화할 수 있는 기능을 제공하고, 이러한 시간적인 서비스 능력을 설계 시에 보장해 줄 수 있는 있는 실시간 객체 모델이 필요하다. 이를 위해 TMO 모델(처음에는 RTO.k로 명명되었으나 현재 TMO로 개명됨)이 제안되었다. (그림 1)은 GT 설계 방식을 제공하기 위한 TMO 모델의 개발 등기를 자세히 보여주고 있다[3].



(그림 1) GT 설계 방식을 제공하기 위한 TMO 모델의 개발 등기[3]

2.2 TMO 모델

TMO 모델은 기존의 객체 모델에 대한 확장으로써, 일관성(uniformity) 및 다단계 모델링 시에 각 단계에 따른 다양한 정확도(various degree of accuracy)를 제공해 주고, 시간 구동(time-triggered) 메소드를 갖고 있으며, 객체에 포함된 모든 메소드에 대한 데드라인을 강화하였다.

TMO 모델은 대한 자세한 설명은 [7]에 기술되어 있으며 TMO 모델만이 가지는 고유한 특징을 간단히 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 두 종류의 메소드: 메소드에 명시된 시간 조건에 의해 구동되는 SpM(Spontaneous Method)과 클라이언트로부터의 요청 메시지에 의해 구동되는 SvM(Service Method)의 두 종류가 있다.
- (2) BCC(Basic Concurrency Control): SpM과 SvM이 동시에 내부 데이터를 접근하였을 때에는 SpM이 우선 접근한다.
- (3) 모든 메소드에는 데드라인이 주어질 수 있다.
- (4) 객체의 데이터 저장소인 ODS(Object Data Store) 내의 실시간 데이터에는 유효기간(Maximum Validity Duration)이 주어지며 유효기간이 지나면 접근되어질 수 없다.

TMO의 설계자는 SvM을 나타낼 때에 데드라인을 확실히 명시해 줌으로써, 클라이언트 객체의 설계자에게 시간적인 서비스 능력에 대한 보장을 제공해 줄 수 있다.

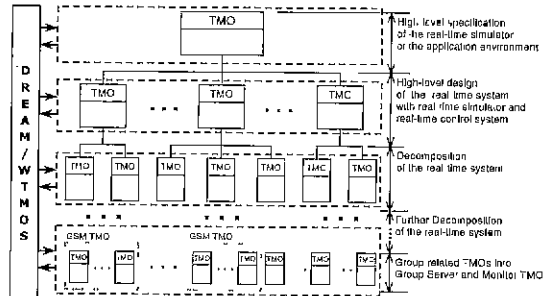
2.3 TMO 모델 실행 환경

현재, TMO 모델 실행 환경을 위해 DOS 기반의 경성 실시간 커널인 DREAM 커널[5]이 개발되었고, 윈도우 95/NT 기반의 연성 실시간 미들웨어인 WTMOs(Window TMO System)[1]가 개발되었다.

3. TMO 모델 기반 실시간 시뮬레이션

TMO 모델은 GT 설계 방식의 세 가지 특성을 제공해 준다. 또한, 실시간 시스템의 응용환경에 대한 실시간 시뮬레이터 및 그에 대한 실시간 제어 시스템을 설계 및 개발할 때 일관되고 통합된 형태의 설계(Uniform Integrated Design)를 할 수 있도록 해 준다.

(그림 2)는 TMO 모델에 기반하여 실시간 시스템을 설계 및 개발하고 이에 대해 실시간 시뮬레이션을 적용하는 과정을 보여주고 있다.



(그림 2) TMO 모델 기반 실시간 시스템 개발 및 실시간 시뮬레이션

3.1 실시간 시스템의 응용환경을 위한 실시간 시뮬레이터의 명세

이 단계에서는 실시간 시스템의 응용환경을 위한 실시간 시뮬레이터만이 하나의 TMO로 명세되고, 실시간 시스템을 구성하는 실시간 제어 시스템에 대해서는 고려하지 않는다. 따라서, 이 단계에서 행해질 수 있는 실시간 시뮬레이션은 실시간 시뮬레이터를 이용하여 실시간 시스템의 응용환경에서 발생할 수 있는 데이터를 생성하기 위한 것이다. 그리고 이 단계에서의 시뮬레이션은 응용환경에 대한 아주 간단한 명세만을 포함함으로써 그 정확도는 높지 않다.

이 단계에서의 실시간 시뮬레이션은 (그림 2)

의 최상위 단계에 해당한다.

3.2 실시간 시스템의 설계

이 단계에서는 실시간 시스템의 응용환경을 표현하는 실시간 시뮬레이터에서 발생하는 데이터를 제어할 수 있는 실시간 제어 시스템을 추가한다. 이 때 추가되는 실시간 제어 시스템은 하나의 TMO로 표현되며, 이 단계에서는 그 형태만 결정되고, 그 제어 알고리즘은 다음 단계에서 더욱 자세하게 명세된다.

이 단계에서 생성되는 실시간 시스템은 실시간 시스템의 응용환경을 위한 실시간 시뮬레이터와의 제어를 위한 실시간 제어 시스템으로 구성되며, 각각은 하나의 TMO로 명세되고, 이 TMO들은 네트워크의 형태를 취함으로써 1단계에서와 같은 일관성을 유지한다. 또한 낮은 정확도를 갖는 실시간 시스템에 대한 실시간 시뮬레이션이 가능하다.

3.3 실시간 시스템의 반복적 분해

위에서 생성된 실시간 시스템은 크게 실시간 시뮬레이터와 실시간 제어 시스템을 나타내는 두 개의 TMO로 구성된다. 따라서 이 단계에서부터는 TMO 모델에 기반하여 실시간 시스템의 응용환경을 나타내는 실시간 시뮬레이터 및 실시간 제어 시스템에 대해 system/subsystem 모델을 적용하여 반복적 분해를 행한다. 이 때, 분해되어 생성된 각각의 객체들은 TMO로서 표현된다.

n 단계에서의 실시간 시스템은 실시간 응용환경에 대한 실시간 시뮬레이터를 구성하는 TMO들과 이를 제어하기 위한 실시간 제어 시스템을 구성하는 TMO들 간의 네트워크의 형태를 취함으로써 전 단계에서와 같은 일관성을 유지한다.

따라서 최하위 TMO들이 생성될 때까지 반복적 분해를 행하게 되며, 분해가 계속될수록 실시

간 시스템을 구성하는 TMO들의 정확도는 증가하게 된다.

3.4 GSM(Group Server and Monitor) TMO를 이용한 그룹화

TMO 모델에 기반하여 반복적 분해를 하게 되면, 마지막 단계에서는 실시간 시스템을 구성하는 최하위 TMO들이 나타나게 되며, 이 때 각 TMO들은 최상위 정확도를 갖도록 설계된다. 이제 마지막으로, 이러한 TMO들 중 같은 성질을 갖는 TMO들을 하나의 GSM TMO로 다시 그룹화 해 줄 수 있다. GSM TMO는 실시간 시스템의 응용환경을 위한 실시간 시뮬레이터에서 주로 나타나며, 이에 대한 예는 다음 장에서 자세히 다루어질 것이다.

3.5 실시간 시스템에 대한 정적 및 동적 검증도구의 적용

다단계에 걸쳐 TMO 모델 기반 실시간 시스템을 개발할 때, 각 단계에서는 그 단계에 해당하는 정확도를 갖는 실시간 시스템이 생성된다. 각 단계에서의 실시간 시스템은 크게 실시간 시뮬레이터와 실시간 제어시스템 등 두 개의 시스템으로 구분되며, 각 시스템은 TMO들로 구성되어 있으므로, 이 TMO 내에 명세된 시간적인 특성을 분석하여 이에 대한 실시간성의 보장 및 스케줄링 가능성 등을 정적으로 검증할 수 있다. 또한, 각 단계에서 생성된 TMO들은 그 단계에 해당하는 하나의 실시간 시스템을 구성하므로 그 단계에서 제공하는 정확도를 갖는 실시간 시뮬레이션을 행함으로써 개발 중에 있는 실시간 시스템에 대해 동적인 검증이 가능하다. 이는 각 단계에서 생성된 실시간 시스템을 구성하고 있는 TMO들을 DREAM 커널 또는 WTMOS 상에서 실행함으로써 가능하다.

따라서, 각 단계에서 생성된 실시간 시스템에

대해 동일한 정적 및 동적 검증도구를 활용함으로써, 개발되는 실시간 시스템에 대한 실시간성의 검증 및 그 신뢰도를 크게 향상시킬 수 있고, 실시간 시스템의 개발 및 이의 실시간 시뮬레이션에 드는 비용을 최소화 할 수 있다.

4. TMO 모델 기반 KODAS 실시간 시뮬레이션

4.1 KODAS의 개요

KODAS는 한국전력에서 실시간적인 전력 관리를 위해 개발 중인 실시간 배전 자동화 시스템이다. 중앙 제어소에 있는 KODAS는 분산 실시간 제어 시스템으로써, 특정 영역 내에 있는 모든 변전소들과 서로 연결되어 있다. KODAS는 모뎀을 이용하여 각 변전소의 FRU 장치들과 주기적으로 통신함으로써, 각 변전소 내의 여러 전력 장치들에 대한 상태 및 전력수급에 관한 데이터를 얻는다.

이렇게 얻어진 실시간 데이터는 먼저 실시간 데이터베이스에 저장되고, 실시간 제어 시스템을 이용하여 분석하면서 각 변전소의 이상 상태가 발견되거나 전력량의 미달 및 초과 등의 상태가 지속되면, 이를 사령원에게 경보하고, 자동 및 수동으로 이상 상태를 복구하여야 한다. 그리고 사령원은 각 변전소의 전력 장치들에 대한 수동 및 원격제어(remote control), 전력량의 조절, 계획 정전 등의 전력 기반 작업 등을 수행한다.

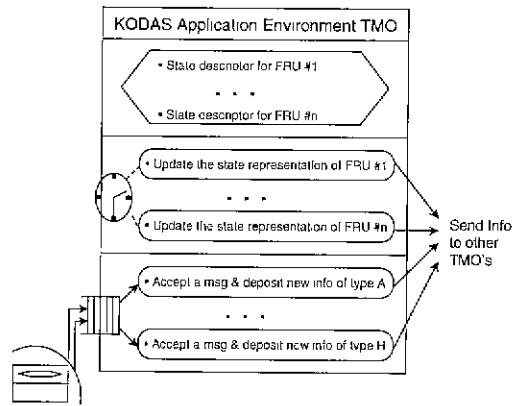
마지막으로 각 변전소와 중앙 제어소 사이의 통신 상태를 주기적으로 점검하고, 중앙 제어소 내에 있는 KODAS 실시간 제어 시스템의 상태를 주기적으로 진단하여 이상 상태가 발견되면, 이를 자동 및 수동으로 복구하여 이에 따른 피해를 최소화하여야 한다.

4.2 KODAS 응용환경을 위한 실시간 시뮬레이터의 명세

KODAS 실시간 시스템은 크게 KODAS 실시간

제어 시스템과 KODAS 응용 환경을 위한 KODAS 실시간 시뮬레이터로 구성된다.

KODAS 실시간 시뮬레이터는 각 변전소의 전력 장치들이 가지는 상태 및 전력의 흐름 등에 관한 정보를 주기적으로 생성 및 갱신하게 된다. 이러한 작업을 하기 위한 KODAS 실시간 시뮬레이터를 (그림 3)과 같이 TMO 모델로 표현할 수 있다. 각 상태 값은 ODS에 의해서 표현되어 유지되며, SpM은 FRU 장치의 값을 주기적으로 갱신하며, 이 상태 값에 대한 요청을 SvM이 처리하게 된다.



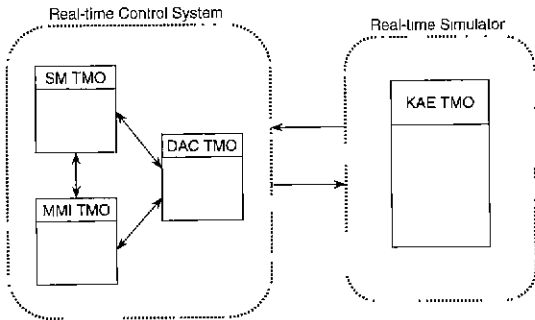
(그림 3) KODAS 응용환경을 위한 실시간 시뮬레이터의 명세

이 단계에서는 KODAS 응용환경을 위한 실시간 시뮬레이터인 KAE(KODAS Application Environment) TMO 만이 존재한다.

4.3 KODAS 실시간 시스템의 설계

KODAS 실시간 제어 시스템은 버스형 LAN을 기본 망으로 하여, 기능별 장치는 LAN의 노드 형태로 상호 연계하며, 시스템의 처리 작업은 각 노드별로 분산 처리되는 구조를 갖는다. 이렇게 각 장치가 별도의 프로세서로서 완전한 개방성을 가짐으로써, 시스템의 구성 및 성능 개선에 유연

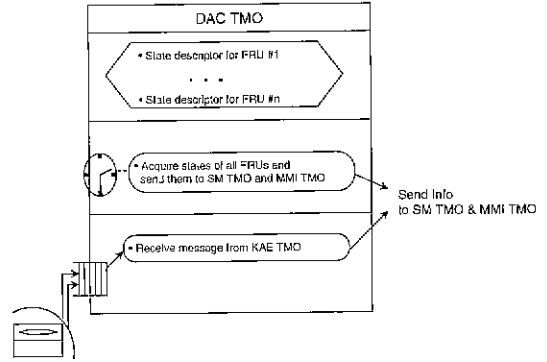
하고, 향후 시스템을 확장할 경우 충분한 여유를 가질 수 있게 된다. 이러한 KODAS 실시간 제어 시스템은 (그림 4)에 나타난 것처럼, 기능별로 크게 세 개의 노드로 구성할 수 있다.



(그림 4) KODAS 실시간 시스템의 설계

- DAC(Data Acquisition & Control) 노드: 주기적 실시간 데이터 수집 및 원격 제어 명령 수행
- SM(System Management) 노드: DAC 노드로부터 온 실시간 데이터의 저장 및 분석, 그리고 각 변전소 내의 전력 장치들에 대한 이상 상태의 감지 및 경고 조치
- MMI(Man/Machine Interface) 노드: 사용자(사령원)와 KODAS 실시간 제어 시스템간의 상호 작용

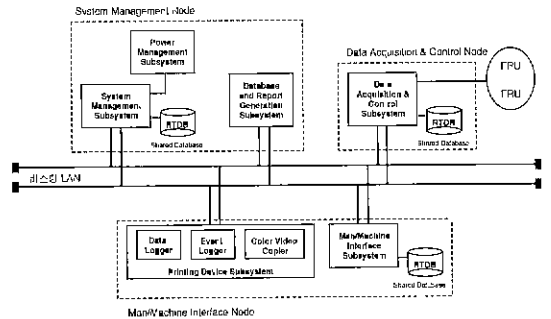
이 단계에서는 KODAS 실시간 제어 시스템은 DAC TMO, SM TMO, MMI TMO 등 크게 세 개의 TMO들의 네트워크로 구성되고, KODAS 실시간 시뮬레이터는 KAE TMO로 구성된다. KODAS 실시간 제어 시스템을 구성하는 DAC TMO, SM TMO, MMI TMO 등과 KODAS 실시간 시뮬레이터를 구성하고 있는 KAE TMO 등은 전체적으로 TMO들의 네트워크의 형태를 취하면서 이 단계에서의 KODAS 실시간 시스템을 구성한다. (그림 5)는 이 중 DAC TMO에 대해 자세히 보여주고 있다.



(그림 5) DAC TMO

4.4 KODAS 실시간 시스템에 대한 반복적 분해

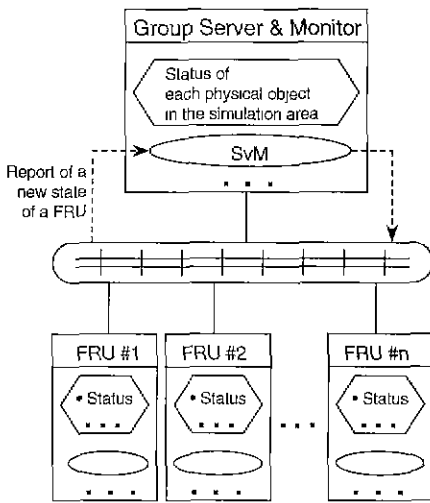
이 단계에서는 system/subsystem 모델을 이용하여 KODAS 실시간 제어 시스템을 구성하는 DAC TMO, SM TMO, MMI TMO에 대해 각각 분해를 행하고, 마찬가지로 KODAS 실시간 시뮬레이터에 대한 분해도 행한다. 이러한 분해 과정을 반복적으로 행함으로써 최상위 정확도를 갖는 KODAS 실시간 시스템을 생성할 수 있고, 그에 대한 실시간 시뮬레이션을 행할 수 있다. (그림 6)은 system/subsystem 모델을 이용하여 분해된 실시간 제어 시스템의 각 TMO들을 자세히 보여주고 있다.



(그림 6) KODAS 실시간 시스템의 분해

4.5 GSM TMO를 이용한 KODAS 실시간 시스템의 재구성

지금까지, KODAS 실시간 시스템을 TMO 모델에 기반하여 개발하여 보았다. 이제 마지막 단계로서, KODAS 실시간 시스템의 응용환경을 위한 KODAS 실시간 시뮬레이터를 구성하고 있는 TMO들에 대해 특성이 같은 TMO들을 GSM TMO로 다시 그룹화 해 준다.



(그림 7) GSM TMO 모델의 적용

(그림 7)에서는 FRU 장치들을 각각 하나의 TMO로 표현하였으며, 이 FRU TMO들은 GSM TMO를 이용하여 그룹화 하였다. FRU TMO들은 하나의 FRU 장치를 위한 ODS, SpM, SvM 등으로 구성되어지며, 이들은 네트워크를 통해서 서로 통신하거나, GSM TMO와 통신하게 된다. GSM TMO는 같은 역할을 하는 TMO들을 그룹화 하여 관리할 수 있도록 해 준다.

이러한 GSM TMO는 모든 FRU TMO의 상태를 유지하기 위한 ODS, 각 FRU TMO의 상태 값을 FRU TMO의 SvM 메소드를 통하여 주기적으로 읽어 들이기 위한 SpM, 관리하고 있는 FRU TMO의 상태 값에 대한 요청을 서비스하는 SvM 등으로 구성된다.

GSM TMO에 포함된 FRU TMO가 많아지면, 새로운 GSM TMO를 생성하여 FRU TMO들을 관리하도록 하며, GSM TMO들간에 FRU TMO를 건네주는 것이 가능하다. KODAS 실시간 시뮬레이터에서는 각 변전소의 FRU 장치들을 GSM TMO를 이용하여 그룹화 함으로써 KODAS 응용환경을 보다 쉽고 체계적으로 모델링 할 수 있도록 한다.

5. 맺음말

실시간 시뮬레이션은 실제 구축하고 있는 실시간 시스템이 제대로 설계되고 동작할 것인 가를 동적으로 검증하기 위한 일종의 검증도구 이다. 이러한 실시간 시스템의 개발 및 실시간 시뮬레이션의 적용 과정은 일관되고 통합된 형태로 이루어져야 한다.

따라서, 본 고에서는 실시간 시스템을 설계 및 개발하기 위하여 GT 설계 방식을 소개하고, GT 설계 방식을 구성하는 세 가지 특성을 지원해 주기 위하여 개발된 TMO 모델 및 TMO 모델에 기반한 실시간 시뮬레이션 기법에 대하여 소개하였다. 또한 TMO 모델에 기반하여 KODAS 실시간 시스템의 설계 및 개발 과정을 살펴보고, 각 단계에서 TMO 모델 기반 실시간 시뮬레이션에 대해 살펴보았다.

결론적으로 TMO 모델 기반 실시간 시뮬레이션 기법을 적용하면, 실시간 시스템의 설계 및 개발 각 단계에서 TMO 모델 기반 실시간 시뮬레이션을 통해 개발되는 실시간 시스템에 대한 실시간성을 동적으로 검증할 수 있고, 실시간 시스템에 대한 신뢰도를 크게 향상시킬 수 있다.

참고문헌

[1] Kim, J.G., Kim, M.H., Min, B.J., and Im, D.B.,

"A Soft Real-Time TMO Platform - WTMOS - and Implementation Techniques", Proc. ISORC'98, pp.256-264, April 1997.

[2] Kim, M.H., Park, Y.W, Yang, S.M., and Park, J.K., "Modeling of a Highly Reliable Real-Time Distributed System using the RTO.k Model and the Monitor Object", Proc. WORDS'97, pp.48-55, Feb. 1997.

[3] Kim, K., "Toward New-Generation Object-Oriented Real-Time Software and System Engineering", SERI Journal, Vol. 1, No. 1, pp.1-13, Jan. 1997.

[4] Kim, K.H., "Real-Time Simulation Techniques Based on the RTO.k Object Modeling", Proc. COMPSAC'96, Aug. 1996.

[5] Kim, K.H., et al., "A Timeliness- Guaranteed Kernel Model DREAM Kernel and Implementation Techniques", Proc. RTCSA'95, pp.80-87, Oct. 1995.

[6] Kim, K.H., "Toward New-Generation Real-Time Object-Oriented Computing", Proc. FTDCS'95, pp.520-529, Aug. 1995.

[7] Kim, K.H. and Kopetz, H., "A Real-Time Object Model RTO.k and an Experimental Investigation of Its Potentials", Proc. COMPSAC'94, pp.392-402, Nov. 1994.

[8] Real-Time Simulation User's Guide, NASA Langley Research Center, <http://spiff.larc.nasa.gov/~gek2211/Converted/Rtsim/s2.rtsim.html>



박 용 우

1995년 건국대학교 전자계산학과 (공학사)
1997년 건국대학교 전자계산학과 (공학석사)
1997년-현재 건국대학교 컴퓨터·정보통신공학과 박사과정

관심분야 : 실시간 시뮬레이션, 분산 실시간 시스템 결합허용, 실시간 운영체제, 실시간 통신 망관리



김 문 회

1979년 서울대학교 전기공학과 (학사)
1981년 서울대학교 전기공학과 (석사)
1985년 University of South Florida, MSCS

1991년-현재 건국대학교 컴퓨터공학과 부교수
관심분야 : 실시간 분산처리시스템, 실시간 운영체제, 통신망관리, 소프트웨어공학



김 정 국

1977년 서울대학교 계산통계학과 (이학사)
1979년 한국과학기술원 전산학과 (이학석사)
1986년 한국과학기술원 전산학과 (이학박사)

1983년-현재 한국외국어대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 실시간 운영체제, 실시간 객체 모델, 실시간 멀티미디어 서비스, 실시간 시뮬레이션