

GIS 예방진단시스템을 위한 TMO 응용 데이터 수집 시스템

김 태 완[†] · 김 윤 관^{††} · 장 천 현^{†††}

요 약

가스절연개폐장치(Gas Insulated Switchgear:GIS)는 SF6가스를 절연 매체로 하는 대용량 전력 차단기기이다. GIS는 단순한 구조로 고장이 적고 신뢰성이 높은 편이지만 내부를 볼 수 없어 고장 확인이 어렵고 고장이 발생하면 파급 효과가 크고 복구가 어렵다. 따라서 GIS 내부의 이상 징후를 초기에 찾아낼 수 있도록 GIS 예방진단시스템이 도입되었다. GIS 예방진단시스템은 센서에서 수집, 분석한 정보로 이상 징후를 판단하기 때문에 데이터의 신뢰성과 적시성이 중요하다. 하지만 기존 시스템은 중앙 집중 데이터 수집 방식으로 효율이 낮고 신뢰성과 적시성의 보장이 어렵다. 이러한 신뢰성과 적시성을 보장하기 위하여 GIS 예방진단시스템은 실시간성을 보장하는 미들웨어를 탑재해야 한다. 따라서 본 논문에서는 GIS 예방진단시스템의 신뢰성 향상을 위하여 실시간 분산 컴퓨팅의 적시성 보장을 위해 제안된 TMO를 적용한 미들웨어를 사용한다. 그리고 TMO를 적용한 데이터 수집 및 감시, 제어 방법을 적용한 새로운 GIS 예방진단 시스템을 제안한다. 논문에서 제안하는 시스템은 TMO의 실시간 기능을 활용하여 데이터의 분산 처리가 가능한 통신제어장치를 개발하여 사용한다. 통신제어장치는 TMO를 통해 실시간 데이터 수집 및 처리 과정의 적시성을 보장하고 데이터의 신뢰성을 높여 시스템의 성능 향상에 기여한다. 또한, 기존의 서버의 데이터 수집 및 처리 과정을 통신제어장치가 부담하여 서버의 부하를 줄이고 향후 분산 환경을 지원할 수 있도록 설계하였다. 따라서 제안하는 시스템은 통신제어장치의 적시성 보장을 통해 GIS 예방진단시스템의 신뢰성과 성능을 향상시키고 GIS의 안정적인 운영을 보장할 수 있다.

키워드 : 가스절연개폐장치, GIS 예방진단시스템, TMO, 데이터 수집 시스템, 통신제어장치, 감시체계

Data Acquisition System Applying TMO for GIS Preventive Diagnostic System

Tae Wan Kim[†] · Yun Kwan Kim^{††} · Chun Hyon Chang^{†††}

ABSTRACT

GIS is used to isolate large power electrical equipment using SF6 gas. While GIS has simple structure, it has few break down, relatively high reliability. But it is hard to check up faults for reason of pressure. Faults of GIS should have a ripple effect on community and be hard to recovery. Consequently, GIS imports a preventive diagnostic system to find internal faults in advance. It is most important that reliability on the GIS preventive diagnostic system, because it estimates abnormality of system by analysis result of collected data. But, exist system which used central data management is low efficiency, and hard to guarantee timeliness and accuracy of data. To guarantee timeliness and accuracy, the GIS preventive diagnostic system needs accordingly to use a real-time middleware. So, in this paper, to improve reliability of the GIS preventive diagnostic system, we use a middleware based on TMO for guaranteeing timeliness of real-time distributed computing. And we propose an improved GIS preventive diagnostic system applying data acquisition, monitoring and control methods based on the TMO model. The presented system uses the Communication Control Unit(CCU) for distributed data handling which is supported by TMO. CCU can improve performance of the GIS preventive diagnostic system by guaranteeing timeliness of data handling process and increasing reliability of data through the TMO middleware. And, it has designed to take full charge of overload on a data acquisition task had been processed in an exist server. So, it could reduce overload of the server and apply distribution environment from now. Therefore, the proposed system can improve performance and reliability of the GIS preventive diagnostic system and contribute to stable operation of GIS.

Keywords : Gas Insulated Switchgear, GIS Preventive Diagnostic System, TMO, Data Acquisition System, Communication Control Unit, Monitoring

※ 이 논문은 2008학년도 건국대학교의 지원에 의하여 연구되었음.
† 정 회 원 : 명지대학교 전기공학과 차세대전력기술연구센터 연구교수
†† 준 회 원 : 건국대학교 컴퓨터공학과 박사과정
††† 종신회원 : 건국대학교 컴퓨터공학과 교수
논문접수 : 2009년 5월 12일
수 정 일 : 1차 2009년 7월 8일, 2차 2009년 8월 21일
심사완료 : 2009년 9월 2일

1. 서 론

최근 산업이 발달함에 따라 전력소비가 증가하게 되었으며, 대도시 또는 특정의 좁은 지역에 대용량의 전력소비가 요구되고 있다. 이러한 요구에 따라서 소형화된 대용량 전

력기기인 가스절연기기가 필요로 하게 되었다. 가스절연기기는 주로 SF6가스를 절연 매체로 한 전력차단기를 지칭하며, 최근 가스절연개폐장치(Gas Insulated Switchgear : GIS)가 많이 사용되어지고 있다. GIS는 불활성 가스인 SF6의 우수한 전기적 성질을 응용하여 정상상태의 전류 개폐뿐 아니라 단락사고 등 이상상태에 있어서도 안전하게 운전 개폐하여 계통을 보호하는 170kV급 이상의 변전기기 복합 기계 장치로 사용되고 있다. 이러한 GIS의 주요한 장점은, 설치에 필요한 공간이 적고, 내오염성이 크며, 유지보수 비용이 비교적 적으며 인체접촉에 안전하다는 것이다. 그리고 고전압부가 금속 용기 내에 봉입된 단순한 밀폐구조로 전과 장애를 주지 않고 대기의 영향을 받지 않으며 고장요인이 적다. 그러나 GIS의 내부를 볼 수 없으므로 내부에서 발생하는 이상을 발견하기 곤란하고, 절연파괴 등의 고장이 발생하면 사고 파급효과가 크고, 복구에 장시간이 소요되는 문제가 있다. 따라서 GIS는 내부사고 발생 시에는 이상의 징후를 초기 단계에서 찾아내어 사고를 미연에 방지하기 위한 예방대책이 필요하다. 이러한 대책으로 절연파괴 전에 발생하는 부분방전을 검출하여 사고를 방지할 수 있도록 GIS예방진단시스템이 개발되었다.

GIS예방진단시스템은 기술의 발전에 따라 그 동작 특성이나 목표 요소가 상당히 복잡해지고 있다. 과거에는 기계적 부품이나 단순한 아날로그 회로 및 필터 등을 사용했지만, 현재는 컴퓨터 성능 향상과 가격의 현실화, 구현을 위한 현대 제어이론의 뒷받침으로 인해 디지털 컴퓨터를 사용하게 되었다. 현재의 시스템은 센서로부터 디지털, 아날로그 데이터를 수집, 분석한 정보를 기초로 제어를 수행한다. 최근에는 이러한 진단의 정확성을 향상시키기 위한 방법으로 부분방전과 가스압력, 피뢰기 상태, 구동부 상태를 감시하는 다양한 센서를 부착하여 다방면의 데이터를 측정하는 방식을 사용한다. GIS예방진단시스템은 수집된 데이터의 분석 결과에 의해 시스템의 이상 유무를 판단하기 때문에 데이터의 신뢰성이 중요하고 센서 및 데이터량 증가에 따르는 적시성 보장 능력을 갖춘 데이터 수집이 요구된다.

적시성 보장을 위한 해결 방안으로 실시간성을 보장하는 운영체제나 실시간 미들웨어를 탑재해야 한다. 하지만 실시간 운영체제는 실시간 미들웨어에 비해 시스템 구축에 따른 비용이 크고 오랜 작업 시간을 필요로 한다. 실시간 미들웨어는 실시간 처리를 지원하기 위한 미들웨어로서 데드라인 스케줄러를 가지고 동작하고 운영환경의 영향을 적게 받으며 기존 시스템과의 결합이 쉬운 장점이 있다. 실시간 시스템에 관한 연구로서 TMO(Time-triggered Message-triggered Object)는 실시간 분산 컴퓨팅을 위해 제안된 실시간 분산 객체 모델이다. 이것은 기존의 프로그래머들이 기존 개발 환경에 비해 약간의 노력만을 가지고 분산 실시간 응용 프로그램을 설계하고 구현할 수 있도록 미들웨어의 형태로 개발되었다.

본 논문에서는 앞에서 언급한 TMO 기반 분산 실시간

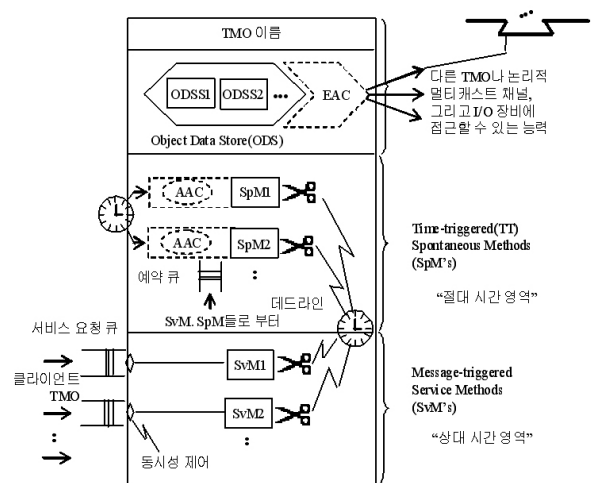
미들웨어를 통신제어장치에 탑재하여 데이터 수집 및 처리 과정의 적시성을 보장하였다. 이를 통해 GIS예방진단시스템의 데이터의 신뢰성을 높이고 시스템의 성능을 향상시킨다. 또한, 기존의 구조에서 서버가 수행하던 데이터 수집 및 처리를 통신제어장치가 전담하도록 하여 서버의 부하를 줄여주고 향후 분산 환경을 지원할 수 있도록 설계하였다. 개선된 GIS예방진단시스템의 신뢰성과 성능 향상은 GIS의 안정적인 운영을 보장할 수 있다. 이러한 통신제어장치를 포함하는 시스템 체계는 데이터가 집중되고 관리를 필요로 하는 무인 감시 시스템이나 운영에 대한 신뢰성을 필요로 하는 산업기기의 성능 향상을 위해 활용될 수 있을 것이다.

2. 관련 연구

2.1 TMO 미들웨어

TMO는 Kane Kim 등에 의해서 개발된 Object Structuring Scheme이다. TMO는 기존의 객체 모델을 경성 실시간 시스템에서 높은 효율성을 보일 수 있는 객체 모델로 확장하기 위한 연구에서 나온 결과이다[8-10]. 따라서 TMO는 실시간 시스템이 가지는 시간적인 특성과 행동을 쉽게 추상화할 수 있는 구조를 가지고 있을 뿐 아니라, 적시 서비스 능력(timely service capability)을 시스템 설계 단계에서부터 보장할 수 있다[6-7]. TMO 객체 모델에서 시간적 처리를 담당하는 역할은 SpM과 SvM이 수행한다. SpM(Spontaneous method)은 주기성을 가진 작업을 처리하는 역할을 하며 SvM(Service method)은 메시지에 의해 동작하며 비주기적인 작업을 처리할 수 있다.

이러한 TMO객체 모델의 기본 구조는 (그림 1)과 같으며 다음과 같은 특징들을 가지고 있다.



(그림 1) TMO 객체 모델의 기본 구조

2.1.1 분산 컴퓨팅 컴포넌트

TMO 모델의 설계 개념 중 가장 중요한 특징으로 RTCS (Real-Time Computing System)는 항상 TMO들로 구성된 네트워크의 형태를 취하는 것을 들 수 있다. 다시 말해서, TMO들은 서버에 있는 서비스 메소드에 대한 클라이언트 호출을 통해서 상호작용을 한다. 이때, 멀티노드의 TMO 객체들은 non-blocking 형태의 RMI(Remote Method Invocation)를 통하여 분산 처리를 수행한다.

2.1.2 Spontaneous method (SpM)

Time-triggered method인 SpM은 클라이언트의 서비스 요청에 의해서 실행되는 SvM과는 달리 TMO 설계 시에 명세한 시간이나 주기가 되면 실시간 클럭(clock)에 의해 자동으로 실행되는 메소드다. SpM의 시간 조건은 설계 시에 Autonomous Activation Condition(AAC)에 상수로 명세 된다.

AAC가 스케줄 될 수 있는 방법에는 두 가지가 있는데, 먼저 설계 시에 AAC를 정의하여 SpM이 정적으로 스케줄 되도록 하는 정적인 방법과, 설계 시에 다 수의 AAC를 선언하고, 시스템 수행 중에 후보로 등록된 AAC 중 하나를 선택하여 SpM이 수행될 수 있도록 하는 동적 스케줄 방법이 있다.

2.1.3 Basic concurrency constraint (BCC)

BCC는 TMO들의 시간적인 서비스 능력을 보장하기 위한 제약 조건으로서, SpM과 SvM이 공유데이터(ODS(Object Data Store))를 동시에 접근하려고 할 때 발생할 수 있는 충돌을 방지하기 위한 수행 규칙이다. SpM과 SvM 사이에는 데이터를 공유하기 위한 ODSS(ODS Segment)가 존재하는데, 이를 동시에 액세스 하려는 경우에 SpM이 SvM 보다 더 높은 우선순위를 가지는 것이다. 즉, 외부의 클라이언트로부터 온 메시지에 의해 수행되는 SvM의 실행은 기본적으로 SpM과 충돌이 없는 경우나, 충돌이 일어난 SpM의 실행이 끝난 후에만 가능하다. 그러므로 객체가 수행되는 시간을 설계 단계에서 고정시킬 수 있고, SpM의 수행은 SvM에 의해서 방해 받지 않으며, SpM의 수행 시 그 시간을 보장할 수 있는 것이다.

2.1.4 종료시간과 마감시간 보장

디자이너가 메소드의 시작시간, 종료시간 그리고 마감시간을 명세함으로써 시스템의 적시 서비스 능력(timely service capabilities)을 설계 단계에서 보장할 수 있도록 지원 한다.

현재 TMO 객체모델은 실시간 처리를 필요로 하는 군사, 공장제어, 교통, 그리고 멀티미디어 등의 응용과 실시간 시뮬레이션 분야에 적용되어 활발한 연구가 진행 중이다.

2.2 GIS 예방진단시스템

최근 경제성장과 생활수준의 향상으로 전력수요는 꾸준히 향상되고 있으며 전기적 손실을 가능한 한 줄이면서 많은

전기에너지를 보내기 위해서 초고압 송전이 필수적이다. 이로 인하여 초고압 송/변전 설비를 도심지 내에 설치해야 한다. 이러한 전기 설비에서 합선과 같이 전력망에 이상이 생겼을 경우 전력을 차단해 사고가 확대되는 것을 막아야 한다. 하지만 공기를 절연매체로 하는 기존 변전소는 넓은 설치면적이 요구되고 외관이 보기 흉하며, 특히 전자파 장애에 대한 인식이 확산되면서 도심공간에서의 설치가 아주 어렵게 되었다. 이에 따라 과밀화 된 도심의 변전소는 설치공간 축소, 환경 친화, 지하 공간 활용 등 장점을 가진 GIS를 필요로 하게 되었다. (그림 2)는 GIS의 외관을 보여준다.

GIS는 종래의 변전소에 비하여 변전소가 차지하는 면적을 1/10로 줄일 수 있을 만큼 효율적이며 높은 신뢰성을 가진다. 또한, (그림 2)와 같이 GIS는 초고압 변전소의 핵심 전력기기로서 변압기를 제외한 대부분의 주요 전력기기를 SF6 가스탱크 내에 내장하는 단순한 구조로 재래식 변전소에 비해 많은 장점을 가지고 있다. 하지만 GIS의 사용이 확대됨에 따라 GIS의 고장은 한국전력공사에서 집계한 바로 지난 5년간 229건으로 전체 변전설비 고장의 40.6%를 차지하며 그 비중이 커지고 있다. 따라서 GIS에서 사고예방과 안정된 운영을 위하여 신뢰성이 보장되는 보수 관리 및 상시 절연 진단 기술 확보가 필요하며 이러한 예방 진단 요소 기술 중 부분방전 검출기술은 고도의 전문성을 요구하는 복합 신기술 분야이며 가장 신뢰성을 갖는 예방 진단법으로 국내외적으로 추천되고 있다. 부분방전이란 GIS를 제작, 운반, 현장 조립할 때 도체 부분의 손상, 스페이스 중의 크랙 및 도전성 이물질이나 열악한 사용 환경에 의하여 발생한다. 이것은 절연 성능을 저하시키는 주요 원인으로 작용하고 전로파괴를 일으킬 수 있다. 또한, 부분방전은 고전압 설비의 노화가 진행되어 조기 파손이 되는데 가장 큰 영향을 주고 있다[11]. 이와 같이 부분방전은 GIS에 악영향을 끼칠 수 있기 때문에 내부사고 발생 시에는 이상의 징후를 초기 단계에서 찾아내어 사고를 미연에 방지하기 위한 예방 진단이 필요하다.

GIS예방진단시스템은 데이터 요청 작업의 적시성, 수집된 데이터의 신뢰성 그리고 안정적인 시스템이 요구된다. 이러



(그림 2) 가스절연개폐장치(GIS)

한 요구 조건에 부합하기 위해서는 부분 망진이 발생한 시점을 정확히 알 수 있도록 정해진 시간 주기마다 데이터를 요청 하는 것이 중요하다. 데이터 수집 요청 작업이 적시성을 보장할 수 있게 되면 신뢰성 있는 데이터수집이 가능하다. 그리고 데이터를 수집 및 분석하는 시스템에 과부하가 걸려 정상적인 예방 진단이 불가능해지면 인명 피해나 재산 피해로 이어질 수 있으므로 시스템의 성능과 한계치에 대한 분석이 필요하며 부하를 최소화해야 한다.

GIS예방진단시스템의 작업은 크게 센서의 동작 상태와 데이터 발생 여부를 검사하는 주기적인 작업과 센서로부터 데이터가 발생한 경우 이를 수집하는 비주기적인 작업으로 나누어진다. 이러한 작업들은 상호간의 영향을 최소화 하는 시간적 신뢰성의 보장이 필요하다.

3. 본 론

3.1 기존 시스템 분석

GIS예방진단시스템은 정상시의 운영 성능보다는 비정상 상황이 발생한 경우 이를 정확히 감지할 수 있어야 한다. 이를 위하여 다양한 센서를 사용하고 있으며, 각각의 센서들은 동작 상황과 감시 대상에 대한 상황의 데이터를 발생 시킨다. 기존의 시스템에서 센서들은 효율적인 유지 및 관리를 위해 네트워크를 사용한 중앙 집중식으로 관리되었다.

(그림 3)에서 보이는 중앙 집중식 관리 방식은 하나의 서버에서 모든 센서 데이터에 대한 수집 시기의 스케줄링 작업과 분석하고 보고하는 작업을 함께 수행하기 때문에 병목 현상을 일어나 작업 처리 성능이 저하될 수 있다. 특히 수집 시기의 스케줄링 작업은 데이터 요청과 수집, 저장을 지정된 시간 동안에 완료해야함으로 일정한 부하를 필요로 한다. 따라서 서버에서 수행하는 수집 시기 스케줄링 작업과 분석하고 보고하는 작업을 분리함으로써 시간당 데이터의 처리 성능을 향상시킬 수 있다.

센서에서 발생하는 데이터는 센서의 동작 상태 데이터와 정상시의 센서 데이터, 이상 상황이 발생한 경우에 센서가 감지한 데이터 세 가지로 구분할 수 있다. 센서의 동작 상태 데이터와 정상시의 데이터는 지속적으로 전달되어야 하지만, 이상 상황이 발생한 경우의 데이터는 동작 상태와 이상 상황 발생 여부에 따라 데이터가 발생하기 때문에 발생 시기를 예측할 수 없다는 특성을 가진다. 따라서 이 세 가지 데이터를 시간적 특성에 따라 주기적 작업과 비주기적 작업으로 분리한 설계가 필요하다.

또한 진단의 정확성을 위해 다양한 센서로부터 얻은 다방면의 측정 데이터를 분석하는 경우 각각의 센서에서 전송된 데이터의 동기화가 중요하다. 데이터의 시간적 동기화는 진단을 위한 알고리즘의 건전성을 보장할 수 있는 배경으로서 데이터 수집 시기에 대한 적시성으로부터 얻을 수 있다.

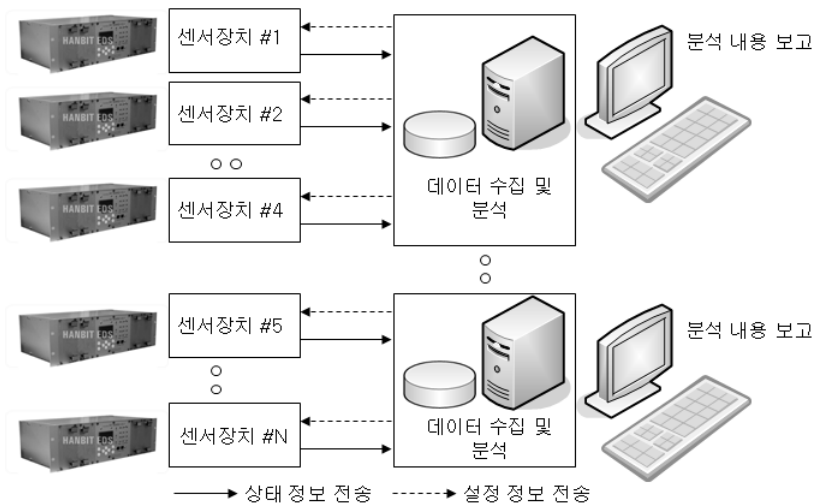
마지막으로 센서 데이터가 유효한 시간을 넘어가 새로 갱신된 경우에는 이상이 발생한 순간의 데이터 수집이 불가능하여 진단을 위한 알고리즘의 결과에 영향을 주고 GIS예방진단시스템의 정확성과 신뢰성을 위협할 수 있다. 이러한 데드라인 위반을 감지하고 이에 대한 대처 방안이 필요하다.

이상과 같이 GIS예방진단시스템에서 개선이 필요한 사항들을 정리하면 다음과 같다.

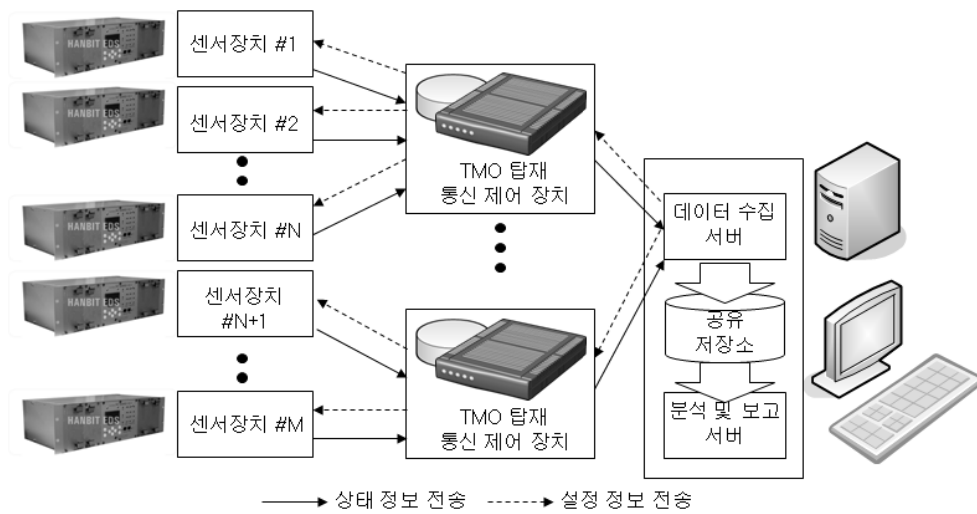
- 서버의 성능 저하를 막기 위한 데이터 수집과 분석 등 작업의 분산
- 작업의 중요성과 시간적 특성에 따라 주기적, 비주기적 작업의 분리
- 수집된 데이터의 동기화를 위한 적시성 보장
- 데이터수집 데드라인 위반 감지 및 대처방안 확보

3.2 TMO 적용 시스템 구조

개선된 시스템은 기존 시스템 구조에서 TMO 미들웨어를 탑재한 통신제어장치를 추가하였고 기존 서버는 기능에 따라 데이터 수집 서버와 분석 및 보고 서버로 분리하였다.



(그림 3) 기존 시스템 구조



(그림 4) 제안하는 시스템의 전체 구조

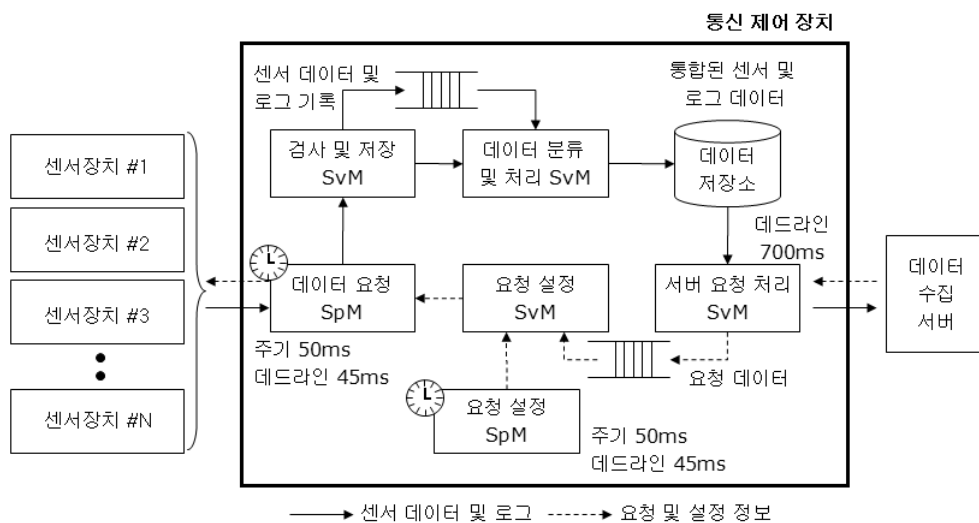
이를 도식화한 구조를 (그림 4)에 표현하였다.

먼저 추가된 통신제어장치는 서버에 집중되는 네트워크 부하를 줄이고 수집되는 데이터를 일차적으로 분석하여 이상 상황에 대한 즉각적인 대처가 가능하도록 한다. 그리고 TMO 미들웨어를 사용함으로써 데이터 수집 시기의 동기화를 보장하고 데이터의 신뢰성을 향상시킨다. 또한 데드라인 위반의 감지와 대처가 가능해지고 데이터 수집을 위해 주어진 시간을 최대한 활용할 수 있도록 하여 시스템의 성능 향상에 기여할 수 있다. (그림 5)는 통신제어장치의 상세한 구조를 나타낸다.

(그림 5)의 TMO 미들웨어를 탑재한 통신제어장치는 센서장치로 데이터를 자율적으로 요청하기 위한 SpM과 서버의 요청을 처리하기 위한 SvM으로 구성되어 있다. 데이터 요청 SpM은 각각의 센서장치에 기본적인 센서 상태 데이터를 요청하고 이상 상태가 발생하는 경우 이를 우선적으로 처리하도록 한다. 데이터 요청 SpM이 동작하는 주기는 실

험을 통해 데드라인을 위반하지 않는 50ms로 설정하였다. 센서장치가 데이터를 생성하는 주기는 1초이므로 데이터 요청 SpM은 센서장치 최대 20대 만큼의 데이터를 처리할 수 있다. 검사 및 저장 SvM은 수신된 센서 정보를 검사하고 이상상태의 발생 여부를 검사한다. 이상상태가 발생한 경우에는 서버측 요청을 기다리지 않고 해당되는 센서 데이터를 먼저 수신하고 서버가 요청할 때 데이터를 보내도록 한다. 서버로부터의 센서장치의 설정 변경은 센서 데이터 요청 및 처리에 영향을 주지 않도록 SvM을 통한 설정 데이터 변경으로 이루어진다. 서버 요청 처리 SvM은 서버가 요청하는 데이터를 처리하고 각각의 센서장치의 설정에 관한 요청을 저장하여 데이터 요청 SpM이 사용할 수 있도록 한다. SpM과 SvM간의 통신은 적시성에 영향을 주지 않도록 임시 저장소를 활용하여 동작한다. 각 객체들은 데드라인을 가지고 있으며 작업 시간이 이를 넘어가는 경우를 대비해야 한다.

각 통신제어장치에 대한 서버의 데이터 요청은 기존 시스

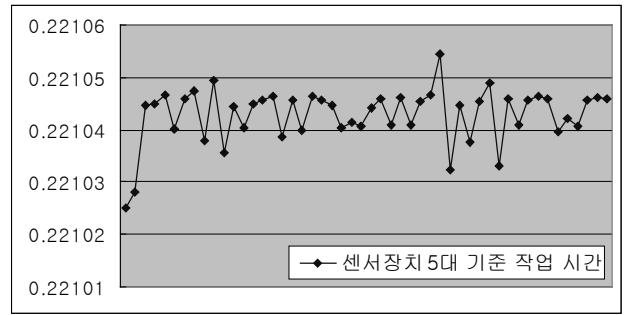


(그림 5) 통신제어장치 구조 및 데이터 흐름

템과의 호환을 고려하여 1초를 주기로 이루어지고 두 가지로 구분되는데, 실시간 상태 감시 데이터와 이상 데이터이다. 상태 감시 데이터는 지속적이지만 이상 유무만을 전달하므로 데이터량이 많지 않고 이상 데이터는 이상 동작 기록을 전송하는 것으로 시간적 정확성보다 데이터의 정확성을 우선시 한다. 따라서 서버 요청 처리 SvM의 경우 비교적 그 중요성이 높지 않으므로 가장 낮은 우선순위를 가지며 그 데드라인을 700ms로 결정하였다. 이상의 요청들에 따라 센서장치에서 발생된 데이터는 2초 안에 각 통신제어장치를 거쳐 서버에 전달된다. 이러한 작업을 수행하는 SpM과 SvM은 GIS 예방 진단 시스템에서의 주기적, 비주기적 작업의 구분과 데이터 요청 우선순위에 따라 설계하였다.

3.3 실험 및 특징

구현된 통신제어장치를 적용하고 개선된 시스템의 성능을 검증하기 위하여 다음과 같은 성능 검증 실험을 실시한다. 먼저 기존 시스템과 같은 동작 환경에서 개선된 시스템이 적용된 작업 시간을 측정한다. 이를 기준으로 개선된 시스템이 허용할 수 있는 센서장치의 최대 개수를 알아낸다. 다음으로 그 최대 개수의 센서장치를 사용했을 때 실시간 메소드인 SpM을 통해 수행되는 주기적인 작업의 적시성 보장 능력을 측정한다. 적시성 보장 능력의 측정은 데이터의 요청 및 처리 작업이 주어진 시간 안에 처리된다는 것을 의미하여 이를 통해 시스템이 안정적으로 운영되는 것을 검증할 수 있다. 실험을 위한 통신제어장치 시스템은 펜티엄4 3.0Ghz를 사용하고 실제 사용되는 3개의 부분방전 센서와 4개의 구동부 센서를 가지는 센서장치를 사용하였다. 센서장치는 각각의 센서 신호를 아날로그에서 디지털로 변환하고 이를 동작 여부를 나타내는 상태 정보와 함께 통신제어장치로 보내는 역할을 한다. 실험에서 센서장치가 통신제어장치로 보내는 데이터의 크기는 모든 이상이 발생한 경우를 가정하여 발생시킬 수 있는 최대 데이터인 약 58Kbytes를 전송하게끔 설정하였다.



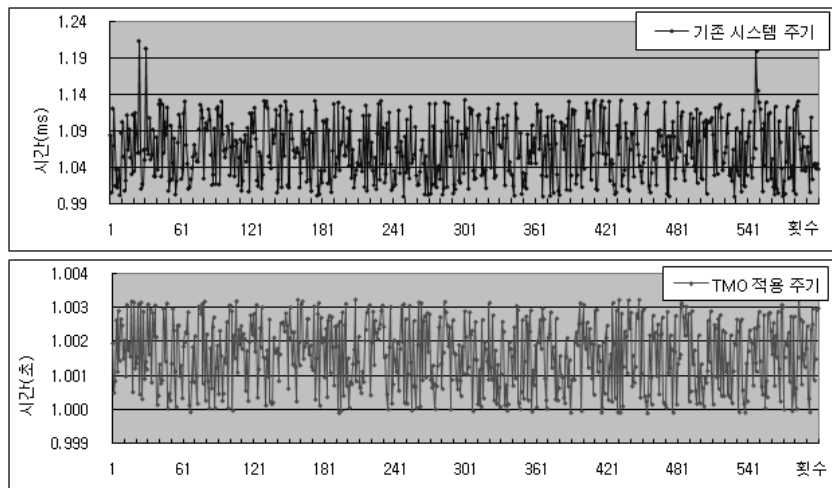
(그림 6) 개선된 시스템의 작업 시간

첫 번째 실험은 기존에 시스템이 동작하던 환경과 같이 5대의 센서장치를 사용하는 환경에서 TMO 미들웨어를 적용한 통신제어장치의 작업 시간을 측정하였다. 하나의 작업은 각각의 센서장치에 센서 데이터를 요청한 후, 모든 데이터를 수집하고 데이터 검사와 저장까지 완료하는 시점까지로 설정하였다. 실험 결과는 (그림 6)과 같다.

5대의 센서장치를 기준으로 실험한 결과 한 주기의 실행 시간은 약 0.22초로 나타났다. 여기서 한 주기는 반복되는 작업이 1번 수행되는 시간으로 통신제어장치가 5대의 센서장치에서 처음 데이터를 받기 시작하는 시점부터 전송과 분석을 완료하고 새로 갱신된 데이터를 받을 준비를 완료하는 시점까지를 말한다. 센서장치가 센서로부터 데이터를 갱신하는 시간은 1초이므로 단순한 수치만으로 계산하였을 경우 전체 허용 시간의 4분의 1을 사용하는 것을 알 수 있다. 따라서 통신제어장치의 허용 가능한 센서장치의 수를 확인하기 위하여 센서장치를 20대로 증가시킨 후에 데드라인 위반 여부를 확인하는 실험을 수행하였다.

두 번째 실험은 비교를 위하여 20대의 센서장치를 사용했을 경우의 작업 수행 간격을 TMO 미들웨어를 적용한 통신제어 장치와 기존 시스템의 경우로 각각 측정하였고 결과는 (그림 7)과 같다.

(그림 7)의 실험 결과에 따르면 기존 시스템에서 20대의



(그림 7) 적시성 보장 능력 측정 및 비교

센서장치를 사용한 경우의 작업 시간은 센서 데이터의 갱신 주기인 1초를 지난 평균 1.063s가 걸렸다. 하지만 TMO 미들웨어를 적용한 통신제어장치는 평균 약 1.002s로 약 3ms의 오차 범위 안에서 일정한 주기로 동작하였으며, 센서장치 하나에 해당하는 SpM의 테드라인 45ms와 SvM의 700ms를 위반하는 일은 발생하지 않았다.

이상의 실험으로 TMO 미들웨어를 적용한 통신제어장치를 사용하는 경우 기존에 센서장치를 5대 사용하던 환경에서 최대 20개 까지 확장이 가능하다는 것을 알 수 있다. 이는 서버의 부하를 분산시키고 적시성을 보장하는 TMO 미들웨어를 사용하여 작업의 효율성을 극대화한 결과로 볼 수 있다.

4. 결 론

초고압의 변전소의 핵심 기기인 GIS예방진단시스템은 수집된 데이터의 분석 결과에 의해 시스템의 이상 유무를 판단하기 때문에 데이터의 신뢰성이 중요하고 센서 및 데이터량 증가에 따르는 적시성 보장 능력을 갖춘 데이터 수집이 요구된다. 하지만 기존의 GIS예방진단시스템에서 사용되는 데이터 수집 시스템은 중앙 집중식 관리 방식을 사용하여 효율이 낮고 데이터의 정확성 및 적시성 보장이 어렵다.

본 논문에서는 TMO 기반 분산 실시간 미들웨어를 통신제어장치에 탑재하여 데이터 처리 과정의 적시성을 보장하였다. 이를 통해 GIS예방진단시스템의 데이터 신뢰성을 높이고 성능을 향상시켰다. 또한, 기존의 서버가 수행하던 데이터 수집 및 처리를 통신제어장치가 전담하도록 하여 서버의 부하를 줄여주고 향후 분산 환경을 지원할 수 있도록 설계하였다. TMO 미들웨어 탑재 통신제어장치는 작업을 시간적 특성에 따라 구분하여 데이터 수집 작업의 시간적 신뢰성을 향상시키고 테드라인 관리를 통해 주어진 시간과 시스템 자원을 효율적으로 사용하며 시스템의 성능을 향상시킨다. TMO를 적용한 GIS예방진단시스템은 신뢰성과 성능의 향상을 통하여 GIS의 고장에 대비해 이를 안정적으로 운영할 수 있도록 한다.

이렇게 개발된 시스템 체계는 TMO 객체 모델의 활용성을 검증하여 TMO 응용 프로그램 개발을 활성화 시킬 수 있으며 분산 환경의 데이터 감시를 위한 모델로 적용될 수 있다. 또한 전력전자 분야뿐만 아니라 시스템 제어 분야에서 데이터가 집중되고 관리를 필요로 하는 무인 감시 시스템 등 신뢰성을 필요로 하는 산업기기의 개선에 활용될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 전성환, 김윤관, 신원, 김태완, 장천현, "분산환경을 위한 소프트웨어 감시 및 제어 시스템 구조", 한국 소프트웨어공학회 학술대회 논문집 Vol.9 No.1 pp.84-91, 2007.
- [2] 정윤석, "TMO 모델 기반의 실시간 감시 프레임워크 및 동적

분석 메커니즘에 관한 연구", 건국대학교 대학원 학위논문(박사), 2006.

- [3] 김현준, "분산 실시간 객체 TMO를 위한 리눅스 실시간 스케줄러의 설계 및 구현", 한국외국어대학교 컴퓨터 공학과, 석사논문.
- [4] 조수형, "리눅스 환경에서의 실시간 객체모델 수행 플랫폼의 설계 및 구현", 한국외국어대학교 컴퓨터 공학과, 석사 논문
- [5] J.Stankovic, "Misconceptions about real-time: A serious problem for next-generation systems", IEEE Comput., pp.10-19, Oct., 1988.
- [6] K.H. Kim, "A TMO Based Approach to Structuring Real-Time Agents," 14th IEEE ICTAI, pp.165-172, 2002.
- [7] K.H. Kim, "Commanding and reactive control of peripherals in the TMO programming scheme," 5th IEEE ISORC, pp.448-456, 2002.
- [8] K.H. Kim, Juqiang Liu, Moon-Hae Kim, "Deadline Handling in Real-Time Distributed Objects," 3rd IEEE ISORC, pp.7-15, 2000.
- [9] K.H. Kim, "Object-Oriented Real-Time Distributed Programming and Support Middleware," 7th IEEE ICPADS, pp.10-20, 2000.
- [10] K.H. Kim, "Object Structures for Real-Time Systems and Simulators," IEEE Computer, Vol.30, No.8, pp.62-70, August, 1997.
- [11] Y.C.Choi, S.W.Jung, "Development of automatic identification method for GIS PD (Partial Discharge) defects diagnosis", IEEE Power Tech 2007 in Lausanne, pp.1005-1014, July, 2007.



김 태 완

e-mail : youngktw@chol.com

1994년 건국대학교 전자계산학과(공학사)

1996년 건국대학교 전자계산학과(공학석사)

2007년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

1996년~2001년 현대중공업 기전연구소 연

구원

2004년~2007년 건국대학교 컴퓨터공학부 강의교수

2007년~현 재 명지대학교 전기공학과 차세대전력기술연구센터 연구교수

관심분야: 프로그래밍 언어, 실시간 프로그래밍, 자동화 소프트웨어, 산업기기 가시 진단 제어 시스템



김 윤 관

e-mail : apostlez@konkuk.ac.kr
2005년 건국대학교 컴퓨터공학과(학사)
2007년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
2007년~현재 건국대학교 컴퓨터공학과
박사과정
관심분야: 컴파일러, 실시간 프로그래밍, 임
베디드 시스템



장 천 현

e-mail : chchang@konkuk.ac.kr
1977년 서울대학교 계산통계(학사)
1979년 KAIST 전산학(석사)
1985년 KAIST 전산학(박사)
1985년~현재 건국대학교 컴퓨터공학과
교수
관심분야: 프로그래밍 언어, 컴파일러, 실시간 시스템