

해외기술

해외
기술

電力情報制御
시스템

分散型系統制御시스템

1. 머리말

근년에 규제완화의 흐름에 따라 종래보다 더 값싼 전력의 안정공급이 요망되고 있다. 이에 수반하여 계통제어분야에 있어서도 고신뢰성, 유저에의 신속한 정보서비스, 사회니즈의 변화에 유연한 대응, 사람에게 친근한 인터페이스, 코스트저감 등이 요구되고 있다.

한편 요사이 수년간에 UNIX^(주1) 베이스의 고성능·저가격의 RISC칩, X Window^(주2), Motif^(주3)를 사용한 고기능 맨머신인터페이스, 서버/클라이언트모델, TCP/IP^(주4)로 대표되는 범용LAN상의 표준프로토콜 등의 기술이 차례차례로 출현하였다. 이들은 정보제어시스템의 설계개념, 시스템구성에 커다란 영향을 주고 있다.

동사에서는 이들의 니즈와 시즈를 받아들인 분산형계통제어시스템을 개발하여 유저에 응하고 있다. 이 논문에서는 분

산형계통제어시스템 시스템구성, 시스템설계에 대한 사고방식, 개발한 미들웨어, 시스템성능, 그리고 다음의 스텝인 오픈분산형 계통제어시스템에 대하여 기술한다.

2. 하드웨어시스템 구성

종래의 集中型계통제어시스템은 그림 1에 표시하는 것과 같이 前置計算機(FEP)와 主計算機(HOST)를 중핵으로 하여 복수의 CRT를 접속한 2중계 구성이며, FEP, HOST는 동사 獨자의 오퍼레이팅시스템을 탑재한 公業용계산기를 사용하고 있었다.²⁾

이번에 개발한 분산형계통제어시스템은 그림 2와 같이 주로 Ethernet^(주5) LAN으로 결합한 UNIX서버와 UNIX위크스테이션(이하 "EWS"라 한다)으로 구성되어 있다. 시스템구성의 포인트는 다음과 같다.

(1) 주계산기와 지원용계산기에는 UNIX서버를, 오퍼레

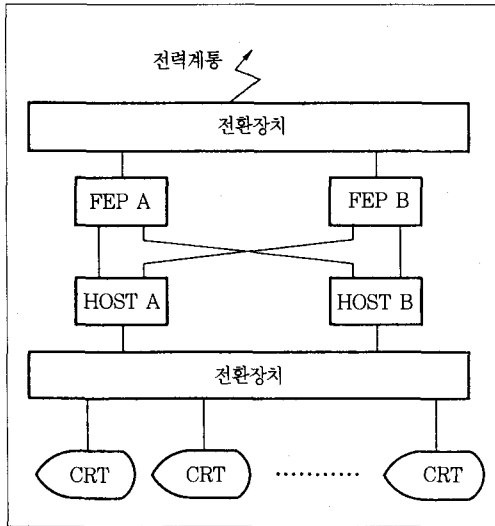
(주1) "UNIX"는 X/Open Co. Ltd가 라이선스를 갖고 있는 미국 및 타국에서의 등록상표이다.

(주2) "X Window"는 미국 Massachusetts Institute of Technology(MIT)의 상표이다.

(주3) "Motif"는 Open Software Foudation, Inc.의 상표이다.

(주4) "TCP/IP" "UDP/IP"는 미국 Texas Instruments Inc.의 상표이다.

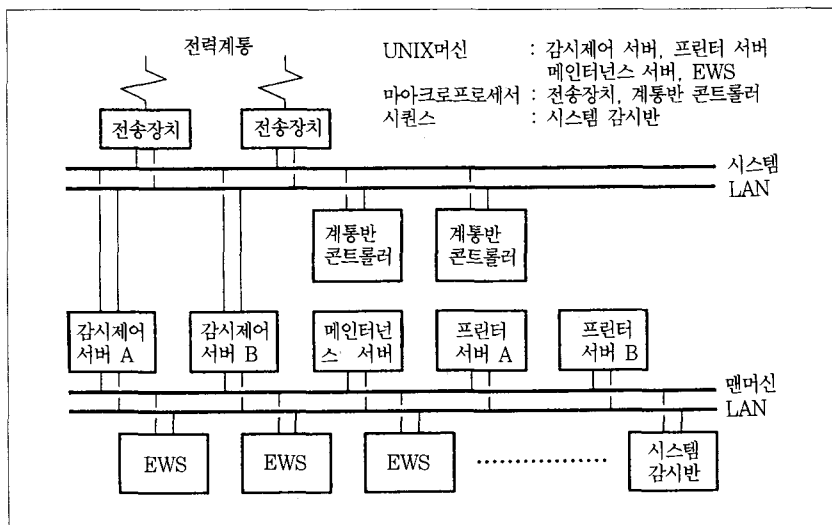
(주5) "Ethermet"는 미국 Xerox Corp.의 상표이다.



〈그림 1〉 집중형 계통제어시스템의 구성도

이터콘솔에는 EWS를 적용한다.

- (2) 傳送系인터페이스, 系統盤인터페이스 등, 특히 리얼타임성이 요구되는 부위에는 마이크로프로세서를 채용한다.
- (3) 전력계통제어기능을 상기의 계산기, 마이크로프로세서로 기능과 부하를 각각 분산한다.
- (4) LAN을 시스템LAN과 맴버신LAN에 기능분산함과 동시에 각각의 LAN을 이중화한다.



〈그림 2〉 분산형 감시제어시스템의 구성도

(5) 핵이 되는 계산기는 이중화하고 계열간은 粗結合으로 한다 (크로스 콜 디스크, 커먼메모리는 사용하지 않고 二重系데이터等價는 LAN경유로 한다).

(6) UNIX서버와 EWS에는 페일세이프패널, UPS (Uninterruptible Power Supply) 등의 신뢰성을 높이기 위한 하드웨어를 부가한다.

3. 分散型系統制御시스템 採用의 효과

분산형계통제어시스템을 채용함에 따른 효과를 다음에 든다.

- (1) 집중형 시스템에 비하여 시스템토탈 코스트퍼포먼스가 높아짐과 동시에 점유스페이스와 전원용량을 삭감할 수 있다.
- (2) 크로스 콜 디스크, 커먼메모리 등의 공통장치를 없애므로써 신뢰성이 향상된다.
- (3) 1 裝置의 고장에 의한 영향이 일부기능의 상실에 한정되기 때문에 가동률이 향상된다.
- (4) 고성능 RISC머신의 적용, 기능분산·부하분산에 의하여 높은 처리성능을 실현할 수 있다. 그림 3에 기능분산 예를 표시한다.

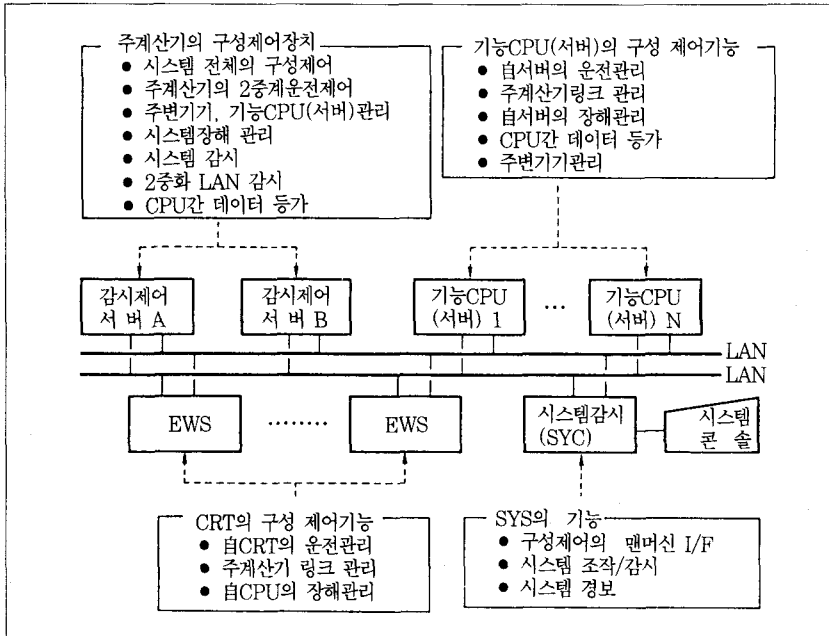
(5) 서버 등의 추가와 부분적인 재검토만으로 용이하게 기능추가가 가능하다.

(6) 표준OS인 UNIX를 채용하였기 때문에 소프트웨어의 移植性이 높고 하드웨어의 진보에 의하여 高速칩이 개발되었을 때 쉽게 이식할 수 있다.

(7) UNIX, TCP/IP 등의 오픈한 환경을 채용하였기 때문에 제3자 소프트웨어의 이용, 다른 시스템과의 결합, 멀티벤더시스템의 채용이 가능하다.

(8) X Window와 Motif에 의하여 고속의 맴버신인터페이스를 실현할 수

해외기술



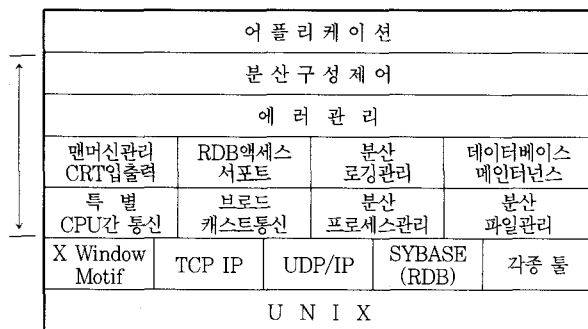
〈그림 3〉 분산구성제어의 기능분담 예

있고 조작성이 향상된다.

4. 미들웨어

분산형계통제어시스템에서의 미들웨어의 필요성을 다음에 든다.

(1) 현재 세상에 나돌고 있는 범용미들웨어나 분산인프라는 계통제어시스템이 필요로 하는 요건(신뢰성, 성능, LAN



〈그림 4〉 미들웨어의 구성

이중화 등)을 반드시 만족시키고 있는 것은 아니기 때문에 감시제어시스템용 미들웨어가 필요하다.

(2) 오퍼레이팅시스템의 시스템 콜이 제공하는 기능은 여러 방면에 걸쳐 있어 어플리케이션프로그램이 직접 시스템 콜을 구사하고 또한 고성능을 달성하기는 어렵다.

그림 4에 이번에 개발한 미들웨어의 구성을 표시한다. 미들웨어는 UNIX환경에서 동작하며 計算期間은 TCP/IP, UDP/IP^(주4)로 결합한다.

4.1 個別 CPU間 通信

분산계산기간의 커뮤니케이션을 한다.

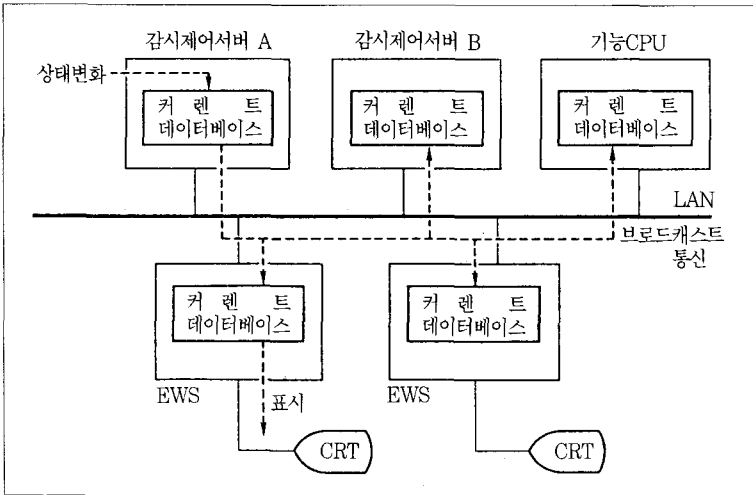
대량이고 또한 통신빈도가 적은 통신은 TCP/IP로, 소량이며 통신빈도가 큰 통신은 UDP/IP로 실현한다. UDP/IP에는 통신의 신뢰성을 확보하기 위하여 송달확인절차를 부가하였다.

이중화된 LAN은 부하분산을 기본으로 관리된다. 예를 들면 계통의 상태변화데이터, 맨머신데이터로 이중화계산기간의 等價用데이터를 다른 LAN으로 송신하여 待機모드준비시에도 충분한 온라인처리성능을 얻을 수 있도록 하였다. 위에 더하여 상용/예비를 기본으로 한 이중화LAN관리도 가능하다.

하트비트 기능에 의하여 통신부하를 낮게 억제하면서 신속한 LAN이상검출을 실현하여 이상검출시는 정상LAN으로 전환시킨다.

4.2 브로드캐스트 通信

전력계통의 현재상태(이하 "커렌트데이터베이스"라 한다)는 각 CPU에 같은 것이 존재하고 주된 계산기(예를 들면



〈그림 5〉 커렌트 데이터베이스의 분산

감시제어서버)가 브로드캐스트통신으로 변화분을 송신하여 각 CPU에 반영한다. 통신신뢰성을 확보하기 위하여 브로드캐스트통신에 通番管理機能과 송달확인기능을 갖는 순서를 부가하였다. 커렌트데이터베이스의 분산에 의하여 화면표시시, EWS내부의 커렌트데이터베이스를 참조하면 되므로 높은 표시성능을 얻을 수 있으며 순서를 부가한 브로드캐스트통신을 채용함으로써 커렌트데이터의 변화분을 低LAN부하로 또한 고신뢰도로 송신할 수 있다. 그림 5에 커렌트데이터베이스분산의 개념도를 표시한다.

4.3 분산프로세스 관리

개별CPU간 통신상에 구축되어 분산된 계산기간의 프로세스起動, 프로세스간의 정보의 授受·同期를 통일된 절차로 실현한다.

4.4 分散파일 管理

분산된 계산기간의 파일의 액세스를 통일된 절차로 어플리케이션에 파일의 레지던스를 의식하지 않고 적극 실현한다.

서포트대상은 직접 편성파일, 순회편성파일이고, 주메모리 디스크에 각각 가능하다. 파일의 이중쓰기에 대하여는 LAN

경유로 실시한다. 동일한 파일구조를 온라인에 어리어, 오프라인어리어의 2면을 가짐으로써 온라인運轉하면서 시험이나 메인テナンス가 가능하다.

4.5 에러 관리

썬프로그램의 에러를 분류하며 시스템로그출력, 구성제어에의 연락을 시행한다. 시스템로그는 주된 계산기에서 일괄하여 관리한다.

4.6 맨머신管理, CRT入出力

분산형계통제어시스템의 맨머신은 X Window, Motif상에 구축된다. 맨머신관리는 오퍼레이터콘솔 버튼과의 인터페이스, 맨머신프로세스의 기동관리, 초기표시/표시갱신의 공통처리, 공통윈도처리를 한다.

CRT입출력은 확대/축소처리, 스크롤처리, 표시리소스를 관리한다. 또 매수가 많은 장표화면과 장표인자에 적용하는 장표 위치트를 개발하였다.

4.7 分散로깅 管理

각 계산기로부터의 프린터印字요구를 일괄하여 관리함과 동시에 프린터의 고장관리·대체관리를 한다.

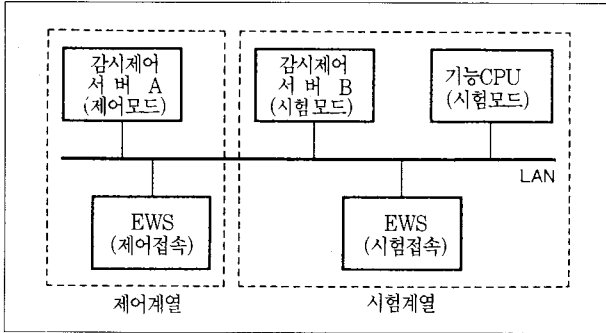
4.8 데이터베이스 메인テナンス

화면으로부터의 對話型오퍼레이션으로 설비데이터, 화면데이터, 전송계데이터를 작성한다. 계통도화면에서 작도한 접속관계가 그대로 설비데이터의 접속정의에 반영되기 때문에 데이터작성작업이 훨씬 간단하고 또한 효율화되어 유저에 의한 데이터메인テナンス가 가능하게 되었다.

4.9 ROB액세스서포트

SYBASE^(주6), ORACLE^(주7) 등의 범용RDB(Relational

해외기술



〈그림 6〉 운전모드와 계열

Data Base)와 애플리케이션프로그램간의 인터페이스 라이브러리를 개발하여 RDB서버의 이중화, RDB의 여러처리를 서포트한다.

5. 構成制御

5.1 運轉모드와 系列

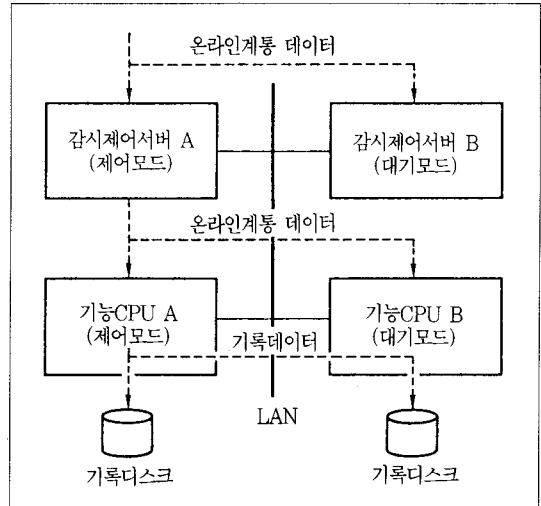
제어모드·대기모드·시험모드·훈련모드 등의 종래의 집중형시스템과 동등한 운전모드에 더하여 온라인대기운전중의 데이터메인터넌스와 시험을 가능케 하는 대기시험모드·대기훈련모드를 서포트한다.

운전모드는 각각의 계산기가 갖고 있으나 동일한 운전모드를 갖는 계산기군을 系列로 정의하여 온라인데이터는 계열내를 흐른다. 그림 6에 계열에 대한 개념을 표시한다.

5.2 運轉모드 管理의 단위

운전모드는 이중계를 구성하는 계산기의 노드패어 단위로 자동적으로 관리된다. 계열내의 제어모드의 계산기가 다운되었을 경우 해당계산기의 相對系 계산기만이 제어모드로 遷移하고 다른 계산기의 모드는 불변이다. 이렇게 해서 계산

(주6) "SYBASE"는 미국 Sybase Inc.의 상표이다.
(주7) "ORACLE"은 미국 Oracle Corp의 상표이다.



〈그림 7〉 정보의 흐름

기 고장에 의한 모드遷移의 범위를 최소한으로 억제하고 있다. 다만 시스템에 따라서는 오퍼레이터에 의한 수동조작에 따른 계열단위의 모드遷移도 가능하다.

5.3 정보의 흐름

그림 7에 情報 흐름의 개념을 표시한다.

(1) 온라인의 계통데이터는 제어계열·대기계열에서 동일한 정보를 병렬로 입력하여 처리함으로써 계열간의 교신을 아주 적게 한다.

(2) 제어계열에서만 만들어 내는 데이터, 兩계열에서 달라서는 안되는 데이터는 사용계열에서 대기계열로 LAN경유로 TCP/IP를 사용하여 등가로 한다. 대상이 되는 데이터는 기록데이터, 오퍼레이터에 의한 설정데이터 등이다.

6. 實시스템에의 적용과 시스템 性能

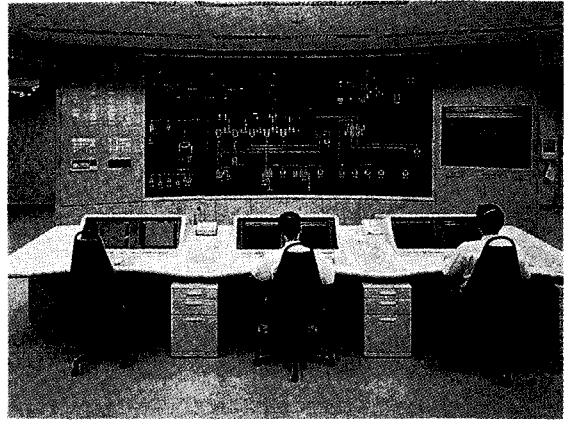
1992년부터 상기 컨셉트에 따라 시스템을 설계하였고 계통제어시스템으로서는 현재까지 中國電力(株) 岡山大規模制御所, 北陸電力(株) 七尾線合制御所에 적용하여 납입하였다.

그밖에 변전소감시제어시스템으로서도 분산형시스템을 2시스템납입하고 있다. 그림 8에 七尾總合制御所의 지령실을 나타낸다.

표 1에 同時500 狀態變化時의 성능측정치를 표시한다. 특히 다중상태변화처리중인 맨머신처리성능이 훨씬 향상됨과 다중상태변화시의 끝마감이 빨라진 것을 확인할 수 있다.

〈표 1〉 순시500 상태변화시의 성능

측 정 항 목	시 간 (s)
계통반CB 표시	1.4
스켈톤 화면호출	1.8
표준계통에서 확대계통도 호출	0.7
사고구간 판제정 종료	59.0
사고복구 순서작성	67.0



〈그림 8〉 指令室

7. 앞으로의 과제

분산형계통제어시스템로서의 앞으로의 과제를 아래에 표시한다.

- (1) 다중상태변화 처리성능의 상세데이터의 수집과 평가에 의한 성능한계의 파악
 - (2) LAN부하를 저감시키고 또한 고장 검출이 빠른 LAN 고장검출 알고리즘의 개발
 - (3) 100M바이트 Ethernet, ATM LAN 등의 채용에 의한 네트워크의 고속화
 - (4) 三重系시스템 등의 多重系시스템에로의 확장
 - (5) 장애, 부하상태에 따라 프로세스가 다이나믹하게 계산기간을 이동하는 구성제어방식의 개발
 - (6) 오브젝트 指向프레임워크의 적용, 오브젝트지향 데이터베이스의 적용
 - (7) 멀티미디어에의 대처
- 또今后에는 분산형시스템에서 오픈분산형시스템, 나아가 멀티벤더화 오픈분산시스템으로 발전시켜 나아가야 한다고

생각한다. 오픈화, 멀티벤더화에의 과제를 다음에 표시한다.

- 다른 시스템과의 데이터베이스의 공유화
- 시스템시큐어리티의 확보
- 멀티벤더용 미들웨어의 방식검토와 개발
- 벤더간에 걸친 장애의 분할 방법의 확립
- 멀티벤더시스템의 적용체제의 확립
- 제3자 소프트웨어의 품질관리

8. 맺음말

UNIX서버, EWS를 베이스로 한 분산형시스템을 계통제어시스템에 적용하여 양호한 성능과 고신뢰성을 실현할 수가 있었다.

앞으로는 성능개선을 도모함과 동시에 보다 오픈화된 시스템, 멀티벤더시스템으로 전개해 가고 싶다.

이 원고는 日本 三菱電機技報를 번역, 전재한 것입니다. 本稿의 著作権은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 大韓電氣協會에 있습니다.