

# 大規模플랜트用 情報制御基本시스템

## 1. 머리말

최근 들어 技術의 급속한 진보에 수반하여 플랜트制御分野에서도 이제까지의 고속성·고신뢰성 등의 요구뿐만 아니라 오픈化·휴먼프렌드리性 등의 요구가 대단한 정세로 증대하고 있다.

그러나 科學技術計算·事務處理분야에의 적용과 달리 플랜트制御分野에의 적용은 관점을 달리하는 주의가 필요하다. 여기서는 이들 요구에 대하여 同社가 제안하는 시스템 중에서 비교적 대규모의 플랜트制御를 대상으로 한 制御用컴포넌트의 개발에 대한 생각과 그것을 지탱하는 技術에 대하여 기술한다.

## 2. 大規模플랜트制御시스템에 요구되는 課題

플랜트制御시스템에 요구되는 潮流는 크게 나눌 수 있는데 그림 1에 표시하는 것과 같이 플랜트制御裝置에 電子化의 물결이 찾아든지 20여년에 이르는 기본적인 흐름과 최근의 급속한 計算機技術의 변화에 의한 새로운 흐름이다.

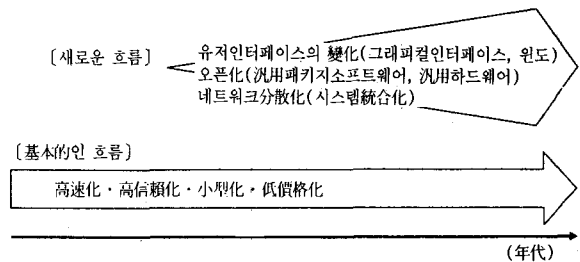
전자는 高信賴化·高速化·小型化 등의 요구로

서 技術의 進化에 따라 착착 달성되고 있다고 생각한다.

한편 후자는 EWS, 퍼스컴(PC)의 급속한 보급과 技術의 진전에 따른 유저인터페이스로 그래픽화한 유저인터페이스를 사용한 오퍼레이션, 오픈指向의 高調와 네트워크分散化이다.

이들은 유저側의 요구일 뿐만 아니라 메이커側으로서도 좋은 것을 빨리 공급한다고 하는 理想을 실현함에 있어서 개발에 대한 사고방식을 크게 바꾸려 하고 있다.

이와 같은 주위환경 가운데서 플랜트制御시스템 중 원자력·화력발전, 철강, 상하수도, 화학 등 비교적 대규모의 플랜트를 제어하기 위한 장치에 요구되는 課題는 아래의 네가지로 集約된다고 생각된다.



<그림 1> 플랜트制御시스템의 潮流

- 네트워크와이드의 컨셉트
- 스케일러빌리티
- 高速性
- 高信賴性

이들 각 課題와 관련된 항목과 해결책을 그림 2에 표시하고 그 개요를 다음에 기술한다.

## 2.1 네트워크와이드의 컨셉트

대규모시스템에서는 네트워크에 의하여 分散·結合된 시스템이 되어 네트워크를 중심으로 한 시스템이 구축된다. 이에 따라 다음과 같은 課題가 발생한다.

(1) 大量데이터를 高速으로 通信할 필요가 있기 때문에, 고속이고 또한 하드리얼타임성이 요구되는 制御네트워크가 필요하게 된다.

(2) 플랜트의 操作·유지보수의 관점에서 플랜트 전체를 동일시점에서 바라볼 수 있는 싱글윈도가 요구된다.

(3) 싱글윈도를 실현하기 위하여 플랜트데이터베이스의 개념을 도입할 필요가 있다.

(4) 시스템의 信賴性을 향상시키기 위하여 시스템 레벨의 RAS(Reliability, Availability, Serviceability)시스템을 구축할 필요가 있다.

## 2.2 스케일러빌리티

대규모제어시스템을 대상으로 한다고는 하나 각

장치는 비교적 소규모의 제어에도 대응할 수 있어야 한다(코스트課題를 포함하여).

이때문에 장치의 스케일러빌리티를 확보해줄 필요가 있다. 따라서 다음과 같은 요구가 발생한다.

(1) 각 裝置(컨트롤러, 맨머신裝置, 네트워크)의 데이터容량의 한계는 커야 한다.

(2) 大量處理를 고속으로 실행하여야 할 필요성에서 컨트롤러에서는 멀티CPU構成에 의한 해결책을 구하게 된다.

(3) 한편 맨머신裝置에서는 코스트를 억제하고 大量處理를 실현하기 위하여 멀티CRT構成이 필요하게 된다.

## 2.3 高速性

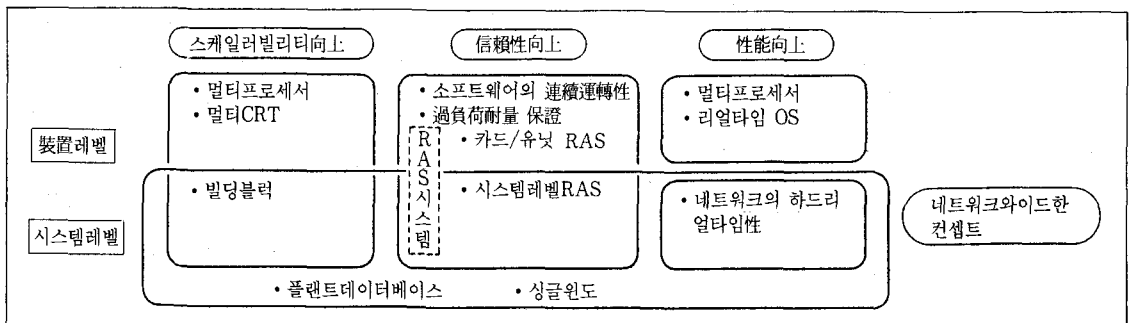
大量處理를 주어진 기한내에 실행완료하기 위하여 고속성이 요구된다.

고속성에는 일정시간내에 처리할 수 있는 量을 크게 하는 개념(스루풋)과 어떤 處理를 반드시 일정시간내에 처리하는 개념(레스폰스)이 있으며 大規模시스템에서는 양자를 兩立시킬 필요가 있다.

(1) 네트워크에는 레스폰스性能·스루풋性能을 증시킨 리얼타임制御用네트워크裝置를 필요로 한다.

(2) 각 장치는 소프트웨어의 처리가 중요한 위치를 점하고 있으나 이 基本 OS는 리얼타임 OS의 조건을 필요로 하며 하드리얼타임性能이 요구된다.

(3) 필요에 따라 각 장치의 내부는 機能分散型멀티프로세서構成이 요구된다.



<그림 2> 大規模플랜트制御시스템의 課題와 解決策

## 2.4 高信賴性

대규모플랜트에서는 플랜트의 규모뿐만 아니라 그 성격상, 장치에 장애가 발생하였을 때 미치는 영향의 범위가 크기 때문에 일반적인 高信賴性向上策외에 다음과 같은 관점에서 주의가 필요하다.

(1) 시스템구성요소 중에 접하는 소프트웨어의 비율도 높게 되어 있고 소프트웨어의 고신뢰화에 관한 連續運轉性, 内部解析性, 限界負荷에서의 하드리얼타임性的 保證 등 過負荷耐量의 보증대책을 강구할 필요가 있다.

특히 오픈化時代의 소프트웨어는 기술도입에 의해 제품화되는 케이스가 증가하며, 제품공급자로서는 이러한 것을 충분히 확인해두지 않으면 안된다.

(2) 裝置(카드, 유닛), 시스템全體 등의 RAS시스템을 體系化하여 만일의 장애발생시 장애범위의 격리와 신속한 복구수단을 裝置로서 준비할 뿐만 아니라 시스템設計者에게 제공할 필요가 있다.

이상의 課題·要求를 배경으로 하여 이번에 개발한 基本시스템에 적용하고 있는 기술의 개요, 基本시스템裝置要素를 다음에 간단히 기술한다.

## 3. 情報制御基本시스템의 要素技術

### 3.1 리얼타임 UNIX

이 시리즈 개발의 基本思想의 하나로 오픈化가 있다. 오픈化를 실현하기 위한 과제중 OS의 선택이란 관점에서는 현재의 UNIX의 적용이 플랜트情報管理 등 외부와의 접속성, 데이터의 호환성에서 가장 적합하다.

그러나 標準 UNIX에서는 플랜트의 제어면에서 볼 때 다음과 같은 문제가 있다.

#### (1) 하드리얼타임性的 확보

標準 UNIX는 카널의 처리가 비교적 중요한데 또 카널處理中에는 어플리케이션으로부터의 요구는 대기하도록 처리되므로 제어에서 중요한 과제의 하나인 하드리얼타임성을 만족할 수 없다.

<표 1> 리얼타임 UNIX의 主要仕様

項 目	仕 様
리얼 타임	풀프리엄티브 멀티슬렛서포트
	프라이어리티스케줄링
파일시스템	UNIX 파일 連續 파일
標 準 化	UNIX互換(POSIX1003.1 POSIX1003.4準據)
	TCP/IP서포트
기 타	하드웨어 RAS機能 소프트웨어 RAS機能 ROM化 可能

#### (2) 障害發生時 복구의 용이성

標準 UNIX가 갖고 있는 파일시스템은 예기치 않은 정전이 발생하였을 때 경우에 따라서는 복구 처리에 많은 시간이 요구되므로 제어시스템이 요구되는 장애가 발생하였을 때 신속한 복구를 할 수 없다. 그래서 UNIX와 호환성이 있고 상기와 같은 리얼타임시스템의 니즈와도 매치한 리얼타임 UNIX를 선택하여 적용하기로 하였다.

이번에 적용한 리얼타임 UNIX 사양의 개요를 표 1에 표시한다.

현재 리얼타임 UNIX로 시장에 적용되고 있는 것은 여러가지가 있으나 우리가 개발·적용한 것은 應答性能의 확보, 표준(POSIX 등)과의 호환성, 장래성 등의 면에서 우수하다고 판단하였다.

또 메인 프로세서 이외에도 IO처리나 RAS처리를 위하여 마이크로프로세서가 적용되고 있으나 이 처리의 제어에는 리얼타임 UNIX로는 시스템으로서의 應答성을 확보할 수가 없기 때문에 소위 카널만의 리얼타임 OS를 적용하고 있다.

### 3.2 마이크로프로세서

현재 制御시스템에 적용가능한 마이크로프로세서는 많이 있다.

RISC/CISC 論爭도 그 하나이지만 팬티엄의 출현과 그의 로드맵을 보면 RISC/CISC는 융합되려 하고 있어 구하는 시스템에 최적한 마이크로프로세서를 선택하면 된다는 것을 알 수 있다.

이번의 시스템에서는 스루풋能力을 평가하여 64 비트의 RISC 프로세서를 적용하고 있다.

### 3.3 分散시스템化

分散시스템은 2章에서도 기술한 바와 같이 최근의 제어시스템에서는 플랜트全體를 一元管理, 하나의 리얼타임데이터베이스로 간주되는 處理를 하기 위하여 반드시 필요한 것이다.

이 시스템에서는 FDDI를 베이스로 한 네트워크에 分散프로세서管理시스템(DPMS), 맨머신인터페이스 프로토콜管理시스템(MPMS)이라는 프로토콜을 정의하고 플랜트데이터로서 태그라벨管理시스템(TLMS)이라고 하는 데이터베이스를 개발하여 실현하고 있다.

이들 프로토콜은 이 네트워크에 접속하여 一元의으로 시스템을 구축하기 위하여 컨트롤러, 맨머신 장치 등은 물론 工業用計算機 등을 포함하는 모든 구성요소에 대하여 개발하였다.

### 3.4 멀티프로세서

高速性·스케일러빌리티를 만족시키기 위하여 複數의 프로세서를 적용한 아키텍처를 채용하고 있다.

컨트롤러에서 主CPU의 멀티CPU 구성, 그리고 컨트롤러와 리얼타임서버에서의 待機冗長시스템(二重系) 등 각종 방식을 활용하여 요구에 대응하고 있다.

### 3.5 小型化, LSI化

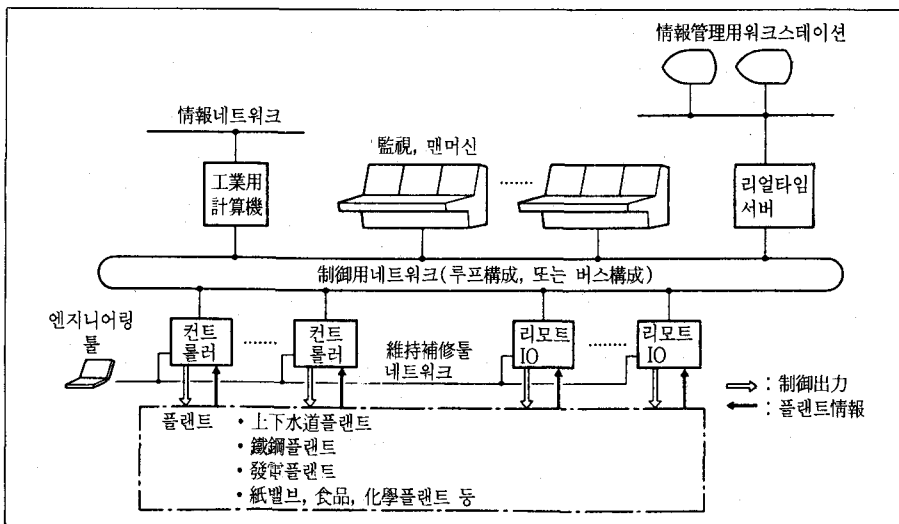
소형화는 설치스페이스의 自由度 향상을 도모하기 위하여 강하게 요구되고 있다. 특히 네트워크化가 진전되어 플랜트제어대상과의 위치관계를 要因으로 하는 설치장소에서의 제약이 없어져 가고 있으며 메인テナンス를 하기 쉬운 환경을 구성하기 위해서도 중요하다.

이때문에 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)의 개발·적용, FPGA(Field Programmable Gate Array)의 적용 등에 의한 小型化를 기하고 있다.

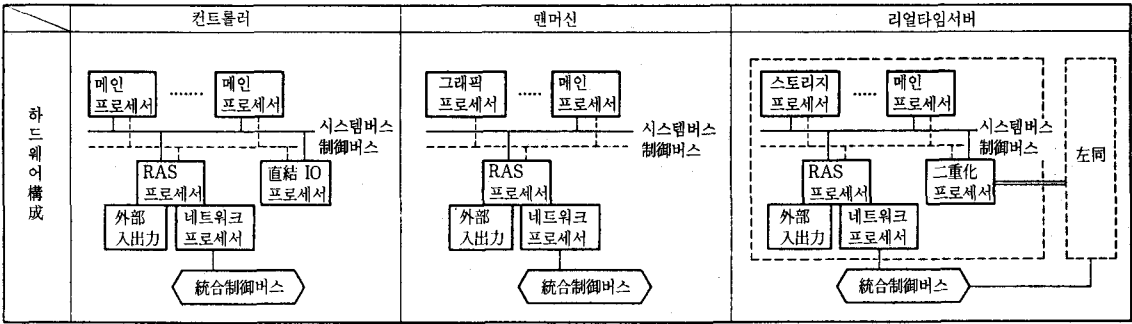
또 카드分割의 最適化 등도 포함하여 同社의 종래기종에 비하여 1/2~2/3의 소형화를 실현하고 성능은 향상되었다는 성과를 얻고 있다.

## 4. 情報制御基本시스템의 基本컴포넌트

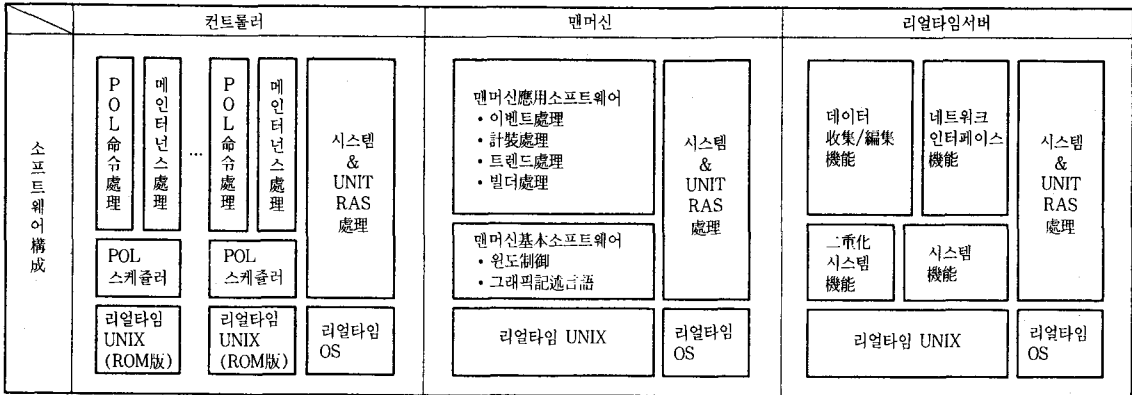
상세한 것은 후속논문에 맡기지만 여기서는 시스



<그림 3> 플랜트制御시스템의 構成



<그림 4> 하드웨어의 구성



<그림 5> 소프트웨어의 구성

팀構築에 대한 컨셉트에 대하여 기술한다.

전술한 要素技術이 앞으로의 특히 대규모플랜트 制御시스템에 요구되고 있음을 기술하였는데, 이들 技術을 共通要素로 하여 각종 시스템니즈에 대응할 수 있는 시스템構成要素를 개발하였다. 플랜트制御 시스템은 전형적인 예로서 그림 3에 표시하는 것과 같은 구성이 된다.

개발하여야 할 基本要素로서는 실제로 플랜트의 액츄에이터에 動作을 指示하는 컨트롤러, 플랜트의 監視와 制御를 指示하는 맨머신裝置, 그것들을 결합하는 네트워크裝置 등이 있다. 또한 최근의 시스템要素로는 이들은 메인터넌스하는 장치에도 최신 기술이 요구되고 있으며 엔지니어링裝置의 기능향상이 현저하다.

아래에 이들 裝置의 개요를 기술한다.

그림 4에 하드웨어의 基本構成을, 또 그림 5에 共通部分의 소프트웨어構成을 표시한다.

#### 4.1 컨트롤러

주요사양을 표 2에 표시한다.

컨트롤러의 영역에서 요구되는 課題는 고신뢰성, 고속성 및 취급의 용이성이다.

高速성을 달성하기 위하여 高頻度로 발생하는 POL(Problem Oriented Language) 명령을 실행하

<표 2> 컨트롤러의 主要仕様

項目	仕様
言語	POL, SCOL, DDC
命令實行速度	0.2μs
二重化	可能
멀티 POLU	最大 4
프로그램容量	64k 스태/POLU
데이터容量	32k 워드/POLU, 24k 워드/코멘드메모리
네트워크	統合制御버스

기 위하여 專用 LSI를 개발하여 POL모듈을 스케줄링하는 메인프로세서와의 協調動作을 시키고 있다.

메인프로세서는 다른 컴포넌트와 같은 리얼타임 UNIX를 탑재하여 이것의 ROM화를 기하여 컨트롤러의 요구에 대응하고 있다. 종래의 컨트롤러 설계에서는 OS는 사용하지 않든가 또는 대단히 컴팩트한 리얼타임 OS를 탑재하고 있었으나 프로세서性能의 향상, 하드리얼타임성을 확보할 수 있는 UNIX의 실현에 따라 선택하였다. 최소 15ms 周期의 모듈, 프로세스割込用 POL모듈의 實行制御를 실현하고 있다.

또 플랜트에 따라서는 고속으로 大量處理를 실행할 필요가 있어서 이 요구에 대응하기 위하여 복수의 POL實行유닛에 의한 内部버스結合 멀티프로세서를 構成可能토록 하고 있다.

## 4.2 맨머신裝置

주요사양을 表 3에 표시한다.

맨머신장치에 요구되는 高速應答성을 얻기 위하여 그래픽描畫處理 및 터치패널 등을 入力處理하는 전용 그래픽프로세서를 설치하여 플랜트側에서 상시 올라오는 리얼타임情報를 처리하는 메인프로세서와 분리한 機能分散型 멀티프로세서構成을 채용하였다.

## 4.3 리얼타임서버

최근의 플랜트에서는 操業履歷의 데이터베이스

<표 3> 監視맨머신裝置의 主要仕様

項目	仕 様
畫 面 仕 様	1,280×1,024포인트 31色
CRT 臺 數	最大 4臺/유닛
主 機 能	이벤트
	計裝
	트렌드
	그래픽빌더, 各機能對應빌더
네 트 워 크	統合制御버스

화, 그 데이터를 바탕으로 한 最適制御패러미터의 設定, 또는 각종 조업상의 トラブル發生時的 원인 등을 해석하기 위하여 리얼타임으로 발생하는 데이터를 축적해 가는 요구가 증가하고 있다.

그 해석은 工業用計算機, 특히 최근에는 엔지니어링워크스테이션에 의하여 對話型으로 하고 있는데 이들 해석용 장치는 大量의 데이터處理는 숙련되어 있지만 리얼타임으로는 데이터를 빠짐없이 수집할 수가 없다. 이들을 처리하기 위하여 리얼타임서버를 개발하였다.

리얼타임서버는 미리 設定된 플랜트데이터를 설정된 간격으로 수집하여 내부의 디스크에 集積해둘 수가 있다. 이들 데이터는 상위의 해석장치로부터 요구가 있을 때 또는 定周期의으로 上位裝置에 전송된다.

리얼타임서버의 주요사양을 表 4에 표시한다.

리얼타임서버에서는 축적된 채취데이터의 신뢰성을 높이기 위하여 二重系構成을 가능케 하고 있으며 디스크의 미러化 및 서버시스템本體의 二重化에 의하여 이를 달성하고 있다.

## 4.4 엔지니어링

플랜트의 操業을 원활히 하기 위한 엔지니어링機能에 대하여는 다음과 같은 여러가지 장치를 제공한다.

<표 4> 리얼타임서버의 主要仕様

項 目	仕 様
OS	리얼타임 UNIX
미러化 디스크	可能
디스크 容量	5.2G바이트(미러化時 2.6G바이트)
시스템 二重化	可能
處理容量 (制御用 네트워크 데이터의 代表值)	디지털 데이터 : 30,000點 아날로그 데이터 : 4,096點 펄스 데이터 : 2,048點 500ms周期로 狀變체크
制御用 네트워크	統合制御버스, EIC버스
情報用 네트워크	Ethernet(TCP/IP) 二重化 可能
周邊機器 네트워크	프린터, 音聲告知裝置

<표 5> 하드웨어 엔지니어링의 機能

項 目	仕 樣
本 體	PC-AT互換 퍼스컴
O S	Lynx 386*
유저인터페이스	Motif
機 能	시스템패러미터 設定
	故障解析
	統合制御버스모니터
	시스템監視
유틸리티	
通 信	TCP/IP, RS-232C

\* "Lynx 386", Lynx Real Time-Systems, Inc.의 商標이다.

### (1) 하드웨어設定, 하드웨어 트러블슈팅

플랜트는 네트워크分散形態를 취하게 되었으며 하드웨어의 設定, 트러블分析을 리모트에서 할 수 있음이 필수이다.

이 機能을 표 5에 표시한다.

### (2) 컨트롤러의 POL 프로그래밍

컨트롤러는 POL言語를 사용하여 프로그래밍하여 유저가 필요로 하는 制御仕樣을 실현한다.

POL言語는 플랜트制御유저가 쉽게 이해하는 것을 주목적으로 言語仕樣이 설계되어 있으며 이것을 사용하여 쓰여진 프로그램을 機械가 실행할 수 있는 형태로 번역(컴파일)하여 컨트롤러實機에 로드, 디버그하기 위한 툴이다.

종래에는 POL言語 그 자체의 레벨로 入力/디버그/모니터를 할 수 있는 것뿐이었지만, 상위의 運轉方案레벨에서의 기술로 프로그래밍을 할 수 있는 시스템을 鐵鋼分野를 주대상으로 개발("MELSU-CSES")하고 있으며 여기서 소개하고 있는 시스템에도 적용가능하도록 並行開發하였다.

### (3) 감시맨머신장치의 각종 설계환경

감시맨머신장치는 플랜트 전체를 감시·제어하기 때문에 방대한 量의 화면데이터와 定義데이터가 필요하다. 이것들은 적용플랜트마다 설계할 필요가 있으며 이들을 조금이라도 쉽게 入力하기 위하여 각종 빌더를 제공한다.

빌더의 가동환경으로서는 플랜트의 니즈로서 實行機에서의 엔지니어링을 필요로 하는 부문과 實行機와는 독립한 오프라인 환경(EWS환경)에서의 엔지니어링을 필요로 하는 부문이 있으며 양자를 서포트한다.

## 5. 금후의 동향

이상 기술한 바와 같이 대규모플랜트를 위한 제어장치로서는 오픈화의 키워드를 취하면서 네트워크와이드한 概念를 도입하여 스케일러빌리티·신뢰성·성능면에서의 技術的對應을 도모해 갈 것으로 생각된다.

특히 소프트웨어 觀點에서 하드리얼타임性·連續運轉性·화이트박스性은 중요한 포인트이며 메이커가 갖는 기술이 시험될 것으로 생각된다. 이들이 해결된 연후에 현재의 소규모시스템에서는 적용이 진전되어 있는 汎用하드웨어, 汎用OS, 計裝 등의 패키지소프트웨어의 적용을 시스템의 요구와 트래이드오프하면서 추진하게 될 것이다.

이를 위해서는 유저 여러분의 요구를 파악·분석해 갈 필요가 있으며 지금까지 이상으로 유저와 메이커가 일체가 되어 시스템을 검토해 가지 않으면 안된다고 생각한다. 유저 여러분의 협력을 바라마지 않는다.

## 6. 맺음말

이번에 이 논문에서 소개하는 시스템은 여기서 기술한 바와 같이 유저니즈의 변화에 대응한 제안이다. 금후 경제정세, 기술정세 등의 변화에 따라 니즈는 더욱 변화해 가리라 생각된다. 이에 맞추어 제안내용도 변화되어 갈 것으로 생각되며 유저 여러분의 지도를 받아 최적시스템의 제안에 노력해 가고자 한다.

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