

플랜트制御용 디지털制御시스템의 現況과 展望

1. 머리말

플랜트制御용 디지털制御시스템은 일본의 경제 발전에 발맞추어 電力·鐵鋼 등 각종 산업의 발전에 크게 기여해 왔다. 최근에는 이 분야에도 世界標準을 적용한 오픈화·휴먼프렌드리性を 추구하는 소리가 높아지고 있다.

플랜트制御에 대한 이들 요구는 리얼타임性·高信賴性과의 트레이드오프를 고려하여 실현하여야 하며 汎用情報處理技術을 플랜트制御領域의 技術로 대체해갈 技術이 필요하다.

이 논문에서는 플랜트制御용 디지털制御시스템에서의 오픈화·휴먼프렌드리性 등의 市場니즈를 살펴보고 同社의 플랜트制御시스템製品的 동향과 금후의 전개에 대하여 개괄하고 그중에서도 大規模플랜트를 위한 시스템을 중심으로 실현한 技術을 소개한다.

2. 플랜트制御시스템의 現況과 動向

2.1 플랜트制御의 최근의 개념

플랜트制御시스템은 電氣·計裝·保護 등 플랜트의 제어뿐만 아니라 조업관리기능·품질관리기능·설비관리기능 등의 관리기능도 포함하고 있으며

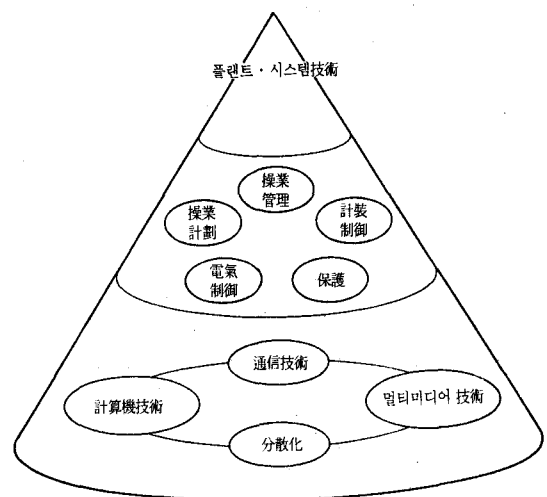
情報와 制御의 융합이 급속도로 진전되고 있다.

기본이 되는 기술로는 플랜트制御시스템의 노하우, 계산기기술, 통신기술 특히 최근에는 멀티미디어정보처리기술이 요구되고 있다.

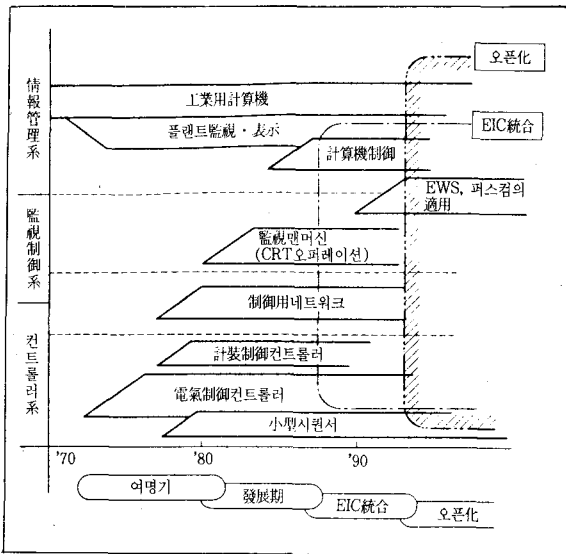
이들의 개념도를 그림 1에 표시한다.

2.2 플랜트制御시스템의 변천

플랜트制御용 디지털制御시스템은 1970년대 초



<그림 1> 플랜트制御시스템의 概念



<그림 2> 同社의 플랜트制御시스템의 흐름

主幹制御裝置의 디지털화에 의한 컨트롤러의 출현 이래 制御用네트워크의 개발, 오퍼레이터스테이션의 출현을 거쳐 1980년대 후반에는 시스템리소스의一元화에 대응한 電氣(E)·計裝(I)·計算機(C)의 네트워크에 의한 統合化를 도모하게 되었다.

1990년대에 들어서는 EWS나 퍼스컴으로 대표되는 汎用裝置의 급격한 보급과 정보의 세계에서 발전된 오픈화의 技術이 플랜트制御시스템을 변혁시켰다.

同社의 플랜트制御시스템의 흐름을 그림 2에 표시한다.

플랜트制御시스템은 리얼타임성을 보장하기 위하여 본질적으로 分散處理, 階層構成을 채용하고 있었다. 이때문에 다운사이징技術의 흐름에 비교적 스무스하게 편승하여 오픈화·멀티미디어화의 흐름을 받아들여 급속히 변화하려 하고 있다.

이 논문에서 소개하는 플랜트制御용 디지털制御시스템의 개발은 이와 같이 다양한 범위의 기술력을 필요로 하는 것으로, 同社의 플랜트制御담당부문만이 아니라 情報處理시스템의 연구부문, 산업시스템의 연구부문 등의 협조에 의하여 달성한 것임을 첨언한다.

또 小規模시스템을 위해서는 同社의 시퀀서를 주체로 한 小型制御機器部門과의 협조도 기하고 있어서 同社의 總合力의 성과라고 할 수 있다.

3. 플랜트制御裝置의 課題

플랜트制御의 목적은 工業·鐵鋼分野에서는 다종 다양한 제품에 대응한 生産의 효율화, 製品品質의 향상이며, 電力·水處理分野에서는 에너지投入의 효율화 電力 등 供給品質의 향상이라 할 수 있다. 이들을 달성하기 위하여 플랜트制御시스템/裝置에 대한 기대는 다음의 4항목으로 집약된다.

- 高速·高機能性
- 오픈化對應
- 휴먼프렌드리성의 향상
- 고신뢰성·유지보수의 용이성

3.1 高速·高機能性

高速·高機能성을 실현하기 위하여 시스템적으로는 다운사이징·分散化를 도모하고 裝置側에서는 리얼타임制御用네트워크, 리얼타임 OS의 적용, 機能分散型멀티프로세서構成의 적용을 도모하였다.

특히 高速性이 요구되는 컨트롤러에서는 멀티 CPU構成이 요구되고 있다.

3.2 오픈화對應

오픈화에 대응해가기 위해서는 네트워크를 경유하여 情報管理領域의 EWS, 퍼스컴과의 접속과 데이터交換을 할 수 있는 환경과 制御裝置 그 자체에 오픈아키텍처를 취하는 두 가지가 필요하게 된다.

(1) 네트워크

汎用네트워크프로토콜(TCP/IP)을 裝備하여 오픈한 世界와의 통신을 가능케 한다.

(2) 制御裝置의 오픈아키텍처

OS의 영역에서는 UNIX^(주1), Windows^(주2) 등 오픈아키텍처로 함으로써 시판소프트웨어에 의한 프

로세스情報 처리를 가능케 하여 유저측이나 메이커 측이 개발설계한 資産의 有効活用을 도모한다.

3.3 휴먼프렌드리성의 향상

최근의 制御시스템은 高度化·複雜化가 진전되어 오퍼레이터에게 보다 高度의 複雜한 것을 요구하게 되었다. 이때문에 특히 맨머신인터페이스와 엔지니어링機能의 휴먼프렌드리성의 향상에 의하여 오퍼레이터의 작업효율화, 오퍼레이션미스의 삭감이 요망되고 있다.

(1) 맨머신인터페이스

광범위한 構成要素를 통일적으로 集中監視(싱글 윈도)하고 또한 上位機能인 정보처리·제어기능·조업관리기능도 통합하게 되었고 이들 기능의 一元化(統合化오퍼레이션)가 요구되고 있다.

(2) 엔지니어링機能

플랜트運營의 고기능화, 조업전환, 설비의 경신·증설 등 각종 변경에 용이하게 대응하기 위한 엔지니어링支援機能의 향상이나 네트워크로 결합된 광범위하게 배치되어 있는 각 制御階層에 속하는 엔지니어링機能을 원격장소에서 실행하기 위하여 一元化·統合化가 요구되고 있다.

한편 플랜트의 기능에 대한 프로그래밍言語의 新和性이나 플랜트가 實運用에 들어서는 프로그램, 화면설계, 制御패러미터 등의 변경이 쉽게 되는 變更容易性, 타깃시스템으로부터 독립된 환경에서의 시뮬레이션에 의한 機能確認·檢證이 가능한 것이 요구되고 있다.

3.4 高信賴性·維持補修의 容易性

최근의 플랜트制御시스템에 요구되는 신뢰성·유지보수성의 포인트(RAS 機能)를 다음에 기술한다.

(1) 高信賴性(Reliability)

장치의 하드웨어信賴性的의 향상을 도모하기 위하여 카스텀LSI化(ASIC)에 의한 部品點數의 감소를 기할 뿐만 아니라 시스템의 구성요소에서 접하는 소프트웨어의 비율이 해마다 증가하고 있는 점때문에 그 신뢰성확보가 중요한 과제가 되었다.

(2) 高稼働性(Availability)

리드라이機能, 二重化構成 등 冗長化構成이 요구된다.

(3) 유지보수의 용이성(Serviceability)

制御裝置, 制御시스템의 엔지니어링機能뿐만 아니라 플랜트側의 유지보수의 容易化에 대한 요구가 강하다.

4. 시스템構成要素의 技術動向

플랜트制御用 디지털制御시스템은 항상 최신기술을 적용하여 操業의 效率化 등의 과제에 대처하여 왔다. 아래에 시스템을 구축하고 있는 주된 構成要素와 관련된 技術動向에 대하여 기술한다.

4.1 基本하드웨어

플랜트制御시스템의 기술진보에 있어서도 마이크로프로세서, ASIC를 중심으로 한 半導體技術의 역할은 크며 이들을 사용하여 각 構成機器는 소형화·고성능화·고신뢰화·저가격화를 실현하고 있다.

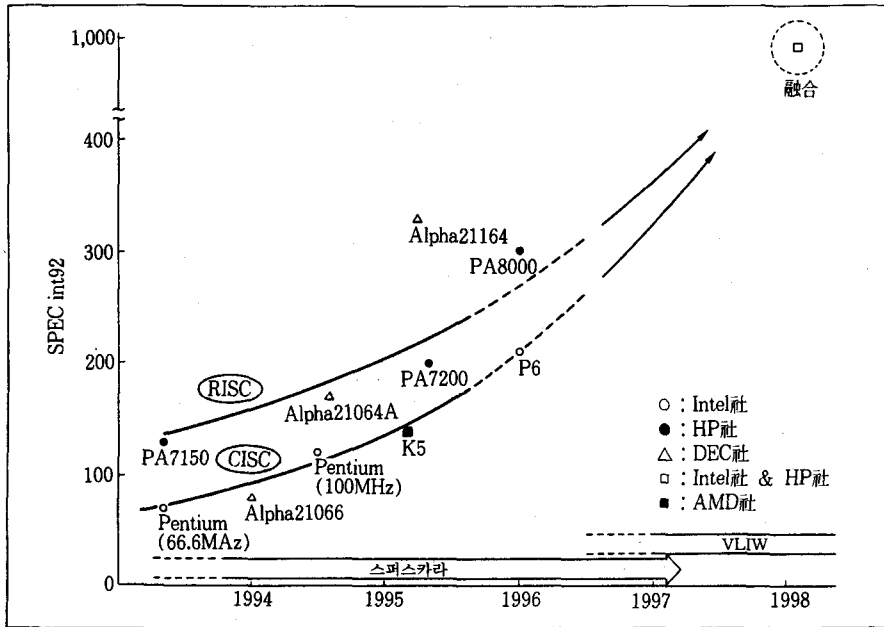
4.1.1 마이크로프로세서

EWS系에서 주로 사용되고 있는 RISC型 마이크로프로세서와 퍼스컴系에서 사용되고 있는 인텔-X86으로 대표되는 CISC型이 있다.

그림 3에 마이크로프로세서의 技術動向을 표시하는데, 현재로서는 RISC型 쪽이 처리능력에 있어서

(주 1) "UNIX"는 X/Open Co. Ltd.가 라이센스하고 있는 미국 및 기타 나라에서의 등록상표이다.

(주 2) "Windows", "Windows NT", "Windows 95", "MS-Excel"은 미국 Microsoft Corp.의 상표이다.



<그림 3> 마이크로프로세서의 動向

우수하다. 한편 數量베이스로는 퍼스컴對應의 CISC 型 쪽이 압도적으로 많으며 시판소프트웨어의 수도 많다.

마이크로프로세서의 아키텍처는 高速化를 기하기 위하여 수퍼스칼라構成이 주류이지만 가까운 장래에 VLIW(Very Long Instruction Word)技術을 취하여 CISC/RISC의 융합을 도모할 예정이다.

4.1.2 ASIC

高速·小型·高信賴의 시스템을 구축하는데는 ASIC는 필요불가결한 技術이 되었다.

특히 플랜트制御에 특유한 POL言語處理 등의 고속화에는 마이크로프로세서와 協調動作하는 코프로세서로서 ASIC를 개발하는 방향이다. 또 ASIC의 대규모화가 진전되어 시스템온칩化도 실현되려 하고 있다.

4.2 基本소프트웨어

플랜트制御시스템의 오픈化, 휴먼프렌드리性에의 요구가 높아지고 있는 가운데 汎用 OS의 적용이

진전되고 있으며, 여기에서도 EWS系의 UNIX와 퍼스컴系의 Windows의 兩 OS의 融合이 나타나고 있다.

UNIX系에서는 그 적용이 엔지니어링系에서 진전되어 리얼타임性을 갖는 것이 있으나 Windows系에서는 현재로서는 명확한 예정은 없다.

여기에서 소개하고 있는 시스템은 리얼타임性, 활용가능한 시판 어플리케이션소프트웨어 등의 관점에서 구분사용하고 있다.

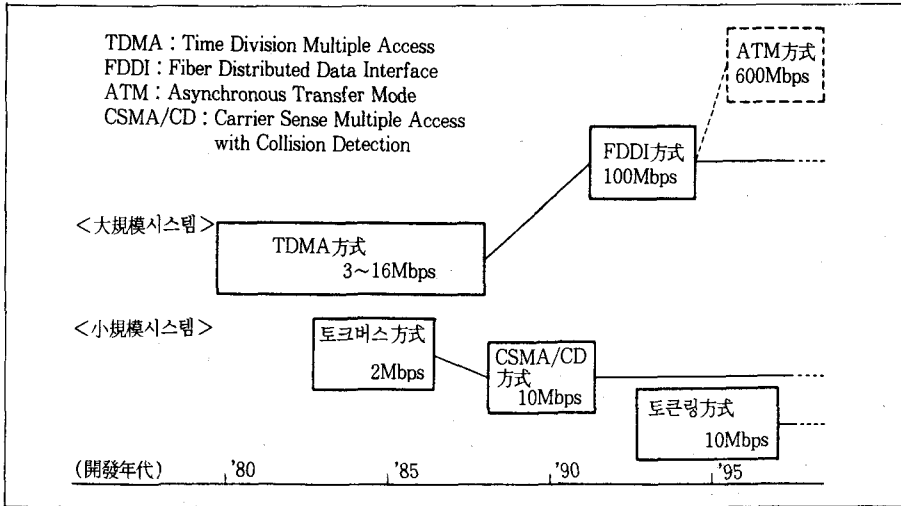
양자의 技術動向으로서 마이크로커널化가 계획되고 있으며 Windows系에서의 리얼타임化도 검토되고 있다.

Windows NT^(주2), Windows 95^(주2)의 동향과 아울러 평가할 필요가 있다.

4.3 네트워크

플랜트制御시스템에 적용하는 네트워크는 리얼타임制御의 관점에서 평가할 필요가 있다.

출현초기에는 獨自仕樣의 TDMA 방식이 주류였으나 최근의 시스템에서는 FDDI, ATM 등의 標準規



<그림 4>三菱電機制御用네트워크의 變遷

格에 리얼타임성을 실현하는 장치를 부가하고 있다.

低價格·오픈화를 위한 Ethernet^(주3) (TCP/IP) 系의 네트워크는 리얼타임성을 필요로 하지 않는 汎用情報處理裝置, 엔지니어링裝置 등과의 接續에 사용되고 있다.

同社의 制御用네트워크의 變遷을 그림 4에 표시한다.

5. 미쓰비시플랜트制御시스템의 컨셉트

이상 기술한 바와 같은 시장니즈, 技術트렌드를 배경으로 하여 이 논문에서 소개하는 디지털制御시스템을 개발하였다.

이에 대한 기본적인 개발 포인트로 다음을 들 수 있다.

- (1) 제어대상규모의 차이에 따른 장치의 시리즈화, 시리즈間一貫性
- (2) 각종 제어대상에 적용하기 위하여 基本構成要素와 分野特化의 機能要素로 나눈 개발방침
- (3) 오픈화와 플랜트制御를 위한 장치로서의 요구와의 밸런스의 배려
- (4) 高信賴性的의 확보

(주3) "Ethernet"은 미국 Xerox Corp.의 상표이다.

(5) 휴먼프렌드리성의 향상

5.1 시리즈화

대규모시스템을 위한 장치, 소규모시스템을 위한 장치의 시리즈화를 도모할 때의 差別化포인트는 유저側에서 본 負擔코스트이며 그 결과 각 구성요소에 기대되는 機能에 차이가 발생하여 니즈에 적합한 실현방법을 채택하게 된다.

그림 5, 그림 6에 대규모시스템, 소규모시스템을 위한 構成例를 표시한다. 또 각각의 플랜트制御의 各階層과 대응하는 장치를 종합한 것이 그림 7이다.

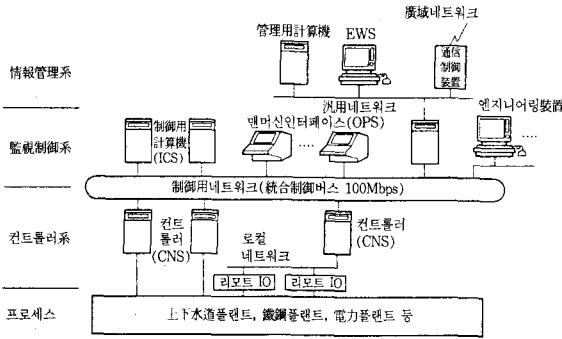
대규모시스템과 소규모시스템의 차이중 특징적인 것으로는 맨머신장치의 역할이 있다.

대규모시스템에서는 각 장치의 機能分擔이 발달되어 있고 맨머신장치에서는 플랜트의 監視·制御에 중점을 둔 기능을 실현한다. 플랜트生産管理情報 등의 情報管理領域에는 EWS를 적용하거나 또는 管理用計算機를 경유하여 事務處理領域에 정보를 주고 받는 형태가 된다.

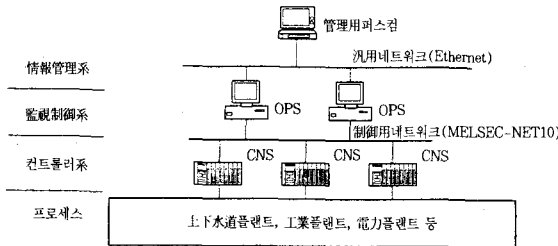
이것으로 맨머신裝置의 CPU에는 高速化를 위하여 RISC 프로세서를 사용하고 OS로서는 EWS 및 情報管理系와의 一貫性이 강한 UNIX를 사용하고 있다.

한편 소규모시스템에서는 코스트문제 및 그에 따른 처리규모에 의하여 監視・制御와 情報管理의 領域이 융합되어 있으며 맨머신장치에 양자의 處理機能이 요구된다.

이 때문에 소규모시스템을 위한 맨머신장치에서는汎用퍼스컴아키텍처로서 X86系 CPU와 Windows에 의하고 MS-Excel^(주2) 등 퍼스컴베이스의 情報管理소프트웨어를 활용한다.



<그림 5> 大規模플랜트制御시스템의 構成例



<그림 6> 小規模플랜트制御시스템의 構成例

5.2 각 分野別製品化에의 對應

여기에서 소개한 制御시스템은 표 1에 표시하는 것과 같은 플랜트制御의 여러 분야에 적용되고 있다.

CPU, 네트워크인터페이스, 그래픽 등의 基本部에 대응하여 그 하드웨어, OS 등 基本소프트웨어, 制御用네트워크프로토콜이나 그래픽 등의 마들웨어를 基本構成要素로 하여 上記 각 分野에 공통으로 적용하고 있다.

또 각 分野對應으로 제품화할 때 이 기본구성요소 的 特化開發, 機能追加로 각 플랜트에서의 요구에 대응한다.

5.3 오픈화와의 밸런스

市場의 오픈化要求가 높아지고 있으며 이에 대응할 수 있는 시스템을 제공하지 않으면 안되나, 한편 플랜트制御用시스템으로서 없어서는 안되는 리얼타임성과 시스템, 유닛, 카드에 대응한 階層化

		小規模시스템	大規模시스템
情報管理系	操作・計劃・管理 (帳票・レポート)	管理計算機(EWS, 퍼스컴 등)	管理・制御計算機 (工業用計算機)
監視制御系	監視	監視맨머신裝置 (Windows 128畫面)	監視맨머신裝置 (리얼타임UNIX 1,000畫面)
	操作		리얼타임 입서버
	通信	네트워크(100Mbps)	네트워크(10Mbps)
컨트롤러系	計裝制御	言語 (DDC)	言語 (DDC)
	電氣制御	컨트롤러 制御周期 100ms	컨트롤러 制御周期 5ms
	機器制御	SCOL POL 래더	SCOL POL 시퀀서

<그림 7> 플랜트制御의 段階와 裝置

〈표 1〉 플랜트制御시스템의 適用分野와 主된 制御內容

監視·制御 또는 管理對象	플랜트制御시스템	
	시스템名	主된 制御아이템(機能)
플랜트系시스템 (監視制御對象이 플랜트內)	原子力·火力發電플랜트監視制御시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 보일러出力制御/保護 • 터빈發電機回轉數/負荷制御 및 過出力保護 • 플랜트狀態의 監視/警報表示(예: 溫度, 出力, 流量, 水位)
	鐵鋼플랜트監視制御시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 壓延프로세스의 自動運轉/監視制御 (예: 加熱爐燃燒制御, 寸法制御(두께, 폭, 平坦 정도), 材質制御(加熱)) • 生産工程管理 • 플랜트狀態의 監視/警報表示
	水處理플랜트監視制御시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 下水處理프로세스/淨水프로세스制御 (예: 펌프, 밸브 등에 의한 水量, 藥注機器에 의한 淨化) • 上水處理場의 送配水制御 • 受變電/自家發設備의 運轉制御 • 플랜트狀態의 監視/警報表示
廣域系시스템 (監視制御對象이 廣域的)	電力系統制御시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 電力供給計劃에 기초한 系統構成의 決定과 維持 • 電力流通에 관계되는 各種設備/機器(예: 發電, 送變電)의 狀態監視 및 制御
	配水管理시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 配水프로세스에 있어서의 各 機場(取水場, 펌프場, 分岐點, 配水池 등)의 펌프/밸브 등에 의한 送配水量的의 制御
	빌딩管理시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 빌딩內 各設備(受變電, 空調, 照明)의 最適運轉制御 (예: 電力다맨드監視制御, 空調·照明의 스케줄運轉, 力率改善制御) • 防災, 防犯의 運動制御(예: 火災)

RAS기능을 비롯한 신뢰성에의 배려가 필요하다.

예를 들면 소프트웨어의으로는 리얼타임 UNIX를 선택하고 이것을 制御用途에 견딜 수 있도록 오픈성을 손상하지 않고 RAS기능을 추가하는 등을 시행하고 있다.

5.4 高信賴性的의 確保

(1) 소프트웨어의 信賴性

시스템의 信賴性 중에서 소프트웨어의 신뢰성이 중요한 요소로 되어 있다는 것은 이미 기술하였다. 이때문에 連續運轉性, 限界負荷에서의 리얼타임性, 電源斷電 등 異常時의 動作保證 등을 포함하여 소프트웨어의 신뢰성을 향상시키고 있다.

또 이상발생시의 해석성을 향상시키기 위하여 OS내부의 상세정보를 획득하는 조치를 넣고 있다.

(2) 故障時의 耐性向上

간헐고장이 발생할 가능성이 있는 부분에 대한

리드라이機能, 특히 중요한 시스템에서는 컨트롤러에서의 機械冗長系를 가능케 하는 등의 대응을 취하고 있다.

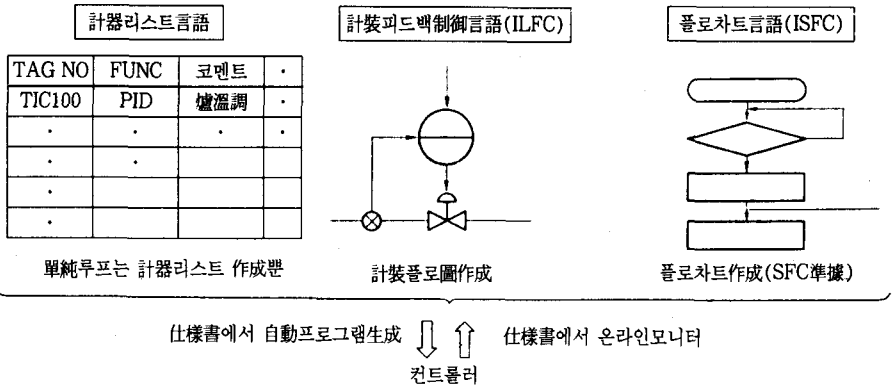
5.5 휴먼프렌드리性的의 向上

(1) 오퍼레이션機能

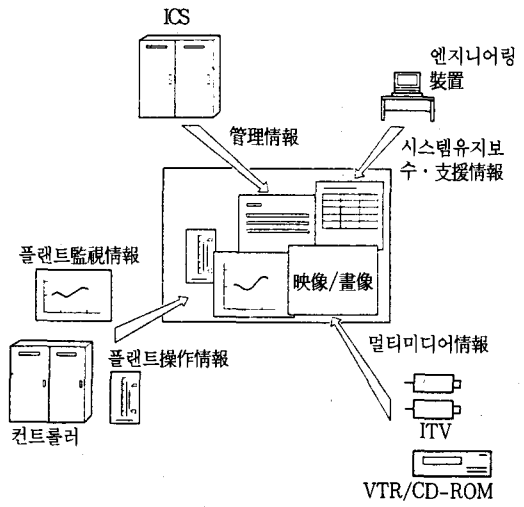
오퍼레이터가 상시 대면하는 맨머신裝置에서 플랜트全體를 감시·조작할 수 있는 싱글윈도機能이 요구되어, 그림 8에 표시하는 것과 같이 감시·조작뿐만 아니라 操業管理情報 플랜트유지보수情報도 파악할 수 있는 統合化오퍼레이션機能의 실현을 추진하고 있다.

(2) 엔지니어링機能

플랜트내의 원격장소에 있는 컨트롤러, 맨머신장치 등의 엔지니어링을 支援하기 위하여 네트워크를 경유하여 실현하고 또한 센서, 액츄에이터의 인텔리전트化, 필드버스의 도입에 의하여 프로세스현장



<그림 9> 仕樣記述言語에 의한 엔지니어링



<그림 8> 統合化오퍼레이션

을 포함한 엔지니어링의 一元管理를 달성하고자 하고 있다.

또 컨트롤러의 프로그래밍機能으로서 仕樣記述言語를 개발하여 대상기능에 맞는 言語로 기술, 유지보수를 가능케 하고 있다. 仕樣記述言語의 예를 그림 9에 표시한다.

(3) 멀티미디어

기타 앞으로 製品化의 흐름으로는 技術動向에서 기술한 바와 같은 멀티미디어의 응용이 진전될 것으로 생각되어, ① ITV, 비디오의 動畫, 이미지정보를 監視畫面에 리얼타임으로 표시하는 인포즈機能, ② 大畫面정보를 복수의 조작자가 공유하면서

맨머신操作을 하는 協調作業支援시스템, ③ 畫面情報로부터 관련정보를 꺼내는 하이퍼미디어機能, ④ 화상·음성을 활용한 플랜트異常監視機能, ⑤ 이상 발생시의 멀티미디어정보를 엔드레스로 기록하고 재현하는 트레이스백機能 등을 예로서 생각할 수 있다.

이들의 실현에 임해서는 앞에서 기술한 바와 같이 同社의 각 연구조직과의 협조를 취하여 실현해 간다.

6. 맺음말

同社에서는 플랜트制御에서의 풍부한 경험을 살려 情報制御基本시스템을 개발하고 특히 市場니즈는 플랜트의 대규모·소규모에 관계없이 요구되고 있는 것으로, 同一 思想에 기초하여 최적 시스템을 構築可能케 하는 시리즈를 준비해 왔다.

이 시스템이나 裝置의 機能, 콘셉트에 대하여 評價를 받아 技術動向에서 기술한 것 가운데 이 특집에서 소개하는 시스템으로는 실현할 수 없는 각종 最新技術에 대하여도 그들의 動向에서 장래를 내다보며 다양화하는 유저의 니즈에 응답할 수 있는 製品·시스템을 제공할 수 있도록 노력해 갈 생각이다.

이 원고는 日本 三菱電機技報를 번역, 전제한 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.