

빌딩중앙 관제시스템의 技術 動向

Technical Trend of Building Management System

박 친 응*
Cheon Woong Park

1. 머리 말

1970年代 初부터 빌딩 中央管制 시스템에 컴퓨터가 導入되기 始作하여, 에너지 節約, 人力 節減, 快適한 環境에 크게 寄與하여 왔으며, 이제 그 必要性은 매우 重要하게 되었다. 더욱이 快適環境 要求의 增加, 또한 快適한 環境을 維持하며 에너지를 效率적으로 利用하는 要求, 그리고 빌딩 利用의 多樣化, 複雜化에 對應하는 빌딩 中央管制시스템의 機能이 要求되고 있다.

빌딩 中央管制시스템은 컴퓨터技術(하드웨어 및 소프트웨어), 通信技術, 制御技術을 綜合한 것이다. 구체적으로는 빌딩 中央管制시스템의 하드웨어의 分散化(中央制御裝置, 分散 DDC (direct digital control), 個別空調 DDC), 制御機能의 階層化(中央制御機能, 分散 DDC 機能, 個別空調 DDC 機能)로 막대한 소프트웨어 處理를 中央과 現場에서 分散實行시켜 機能의 高度化, 시스템 信賴性的 向上을 圖謀하게 되었다. 또한 컴퓨터 技術의 急速한 發展은 既存의 制御 概念에서 벗어나, 보다 빠르고 편리하게 管理 制御할 수 있도록 그래픽 處理機能이 強化되고 있다. 本 原稿에서는 빌딩 中央管制시스템의 發展 推移와 特徵을 살펴보고, 制御機能 및 그 階層化, 또한

最近 새롭게 採擇되고 있는 그래픽 처리에 의한 管理制御方式에 대하여 記述하고자 한다.

2. 컴퓨터를 利用한 빌딩 中央管制시스템의 發展

컴퓨터를 利用한 中央管制시스템은 1970年代初 專用 컴퓨터에 의한 方式에서 始作하여 1980年代부터 實用화된 범용 컴퓨터를 採用한 分散形 制御시스템으로 發展하였다. 표 1에 각 제어시스템의 特徵을 比較하였다.

2.1 中央集中制御시스템 - I

專用 컴퓨터에 의한 中央集中制御方式으로, 中央의 CUP에서 現場의 데이터를 蒐集, 감시기능을 遂行하며, 이를 바탕으로 각 設備의 操作制御機能을 遂行한다. 現場에 設置된 制御機器에 의해 冷水밸브, 溫水밸브, 가습밸브 등의 制御가 수행된다. 中央과 現場간의 데이터 전송 및 수집을 위하여 管理情報를 信號種類別(計測, 狀態表示, 警報 등의 機能別)로 공통화한 情報 전송선을 設備하고 別途의 管理點을 選擇하기 위한 배선과 선택 절환기로 情報信號를 選擇하여 傳送한다. 本 方式의 시스템은 70年代 중반까지 建物에 導入되었다.

* 정회원, 금성하니켈주

표 1. 빌딩 중앙관리시스템의 특징

시스템 項目	中央集中制御시스템 1 (집중관리제어)	中央集中制御시스템 2 (실시간 EMS 제어)	分散型制御시스템 1 (콘트롤러의 디지털화)	分散型制御시스템 2 (制御시스템의 細分化)
시스템의 特徵	1) 現場制御와 감시·操作機能의 分離 2) 専用 컴퓨터의 採用 ① 熱源 ② 空調機	1) 設定値의 最適制御 2) 에너지 節約 소프트웨어 (EMS)制御 3) 専用 컴퓨터의 採用 ① 熱源 ② 空調機	1) 制御機能(시퀀스제어, 피 이드백 제어)의 高度化, 高機能化 2) 汎용 컴퓨터 채용 ① 熱源 ② 空調機	1) 制御機能의 高度化, 高機能化 2) 制御의 階層化에 의한 소프트웨어의 信頼性 向上 ① 熱源 ② 空調機 ③ VAV, FCU
制御對象	1) 中央制御裝置: 各種 狀態監視 및 操作機能의 遂行 2) 分散 DDC: 熱源, 空調機의 高 고정도 시퀀스제어 및 피드백 제어	1) 中央制御裝置: 分散 DDC 의 안산 補助 및 장기데이 타 貯藏 2) 分散 DDC: 熱源, 空調機의 고정도 시퀀스제어 및 피드 드백 제어	1) 中央制御裝置: 最適化制御, 分散 DDC 의 파라미터 조정연산, 逆轉支線, 멘. 머신 인터페이스 2) 分散 DDC: 熱源, 空調機의 고정도 시 퀀스제어 및 피드백 제어, 피드백 제어계의 파라미터 조정연산 3) 個別 空調 DDC: 空調機制御와 汎용하 여 VAV, FCU의 溫度·濕度 制御와 逆 轉管理機能 및 空壓制御等의 高度·安 定化制御	1) 中央制御裝置: 最適化制御, 分散 DDC 의 파라미터 조정연산, 逆轉支線, 멘. 머신 인터페이스 2) 分散 DDC: 熱源, 空調機의 고정도 시 퀀스제어 및 피드백 제어, 피드백 제어계의 파라미터 조정연산 3) 個別 空調 DDC: 空調機制御와 汎용하 여 VAV, FCU의 溫度·濕度 制御와 逆 轉管理機能 및 空壓制御等의 高度·安 定化制御

2.2 中央集中制御시스템 - II

中央의 CPU 및 現場 制御機器들의 機能이 高級化되어 中央 CPU 에서 全體 設備의 에너지 節約 소프트웨어 (EMS: energy management software)에 의한 制御機能을 遂行하며, 現場 制御機器인 아나로그식 콘트롤러로 制御目標値를 出力한다. 現場의 아나로그식 콘트롤러에서는 이 制御目標値가 되도록 冷水밸브, 溫水밸브, 加濕밸브 등을 制御한다. 本方式에서는 中央에서 최적 제어, 에너지 節約 制御等을 遂行하며, 現場에서는 溫·濕度の 피이드백 制御機能을 遂行하도록 階層化되어 있다. 中央과 現場과의 데이터 傳送 및 수집을 위하여 디지털 傳送方式을 採擇하고 있다.

本方式은 制御機能의 複雜化, 高度化, 그리고 制御性的 向上등의 要求를 만족시키기에 是 충분하지 못하였으나, 1980年代 中半까지 많이 採擇, 使用되었다.

2.3 分散型 制御시스템 - I

1980年代 들어 實用化되기 시작한 分散型 制御시스템으로 現場의 熱源設備, 空調機 등의 制御用 콘트롤러를 디지털 (分散 DDC化)화하여 制御機能의 高度化, 高機能化를 圖謀한 시스템이다. 通信機能에 의해 中央과 現場으로 分散된 시스템 및 制御機能을 일원화하여 管理가 可能한 시스템이다. 中央의 CPU에서는 계측등의 管理機能과 分散 DDC의 연산 보조기능 및 長期的 데이터 貯藏機能을 수행하고 分散 DDC에서는 熱源, 空調機의 시퀀스 제어 및 피이드백 제어 등을 수행하여 制御機能이 階層化되어 있다.

2.4 分散型 制御시스템 - II

最近의 分散型 制御시스템으로 시퀀스 制御와 피이드백 制御를 遂行하는 熱源·空調機用 分散 DDC 콘트롤러, 그리고 VAV와 FCU 등 個別 空調유닛 콘트롤러 (개별 공조 DDC)로 하드웨어 및 소프트웨어를 모두 專用化하여 機能의 高度化, 高機能化를 容易하게 實現시키는 물론 現場의 엔지니어링 作業의 경

감과 소프트웨어의 品質管理를 더 한층 쉽게 하고 있다. 制御機能의 階層化는 現場의 분산 DDC와 個別 空調 DDC間에 이루어지며 메인 空調機의 制御와 VAV 등의 개별 공조유닛의 制御를 연결시켜 制御性的 向上을 꾀하고 있다. 중앙은 계측등의 管理機能과 分散 DDC의 연산보조기능 및 長期的 데이터의 貯藏機能을 遂行할 뿐만 아니라, 最適化 制御 및 情報提供을 위한 機能을 遂行한다. 또한 最近에는 피이드백 제어계 파라미터의 체크 연산, 室壓制御 등의 高速, 安定化 制御機能도 遂行하고 있다.

3. 分散型 制御시스템의 特徵

현재 實用化되어 더욱 發展을 계속하고 있는 分散型 시스템을 종래 방식인 아나로그 기기를 利用한 現場 制御시스템과 比較하면 다음과 같은 特徵이 있다.

3.1 制御機能의 高度化, 高機能화가 容易

(1) 制御性的 向上

分散型 制御시스템의 주된 機能은 現場에 設置된 分散 DDC는 디지털 연산방식으로 쉽게 複雜한 제어로직을 조합할 수 있다. 표 2에는 事務室用 空調시스템 (인테리어 조운 - 단일덕트 공조기: 페리미터 조운 - 2 관식 FCU)의 分散 DDC의 制御機能과 既存方式의 制御機能을 比較하였다. 또 각 공조기마다 分散 DDC에 의한 制御가 遂行되기 때문에 복잡한 제어로직도 짧은 주기에 實行되어 室溫 등의 制御目標, 制御량의 추종성, 안정성 등의 제어의 질을 높이는 것이 可能하다.

(2) 室內 快適性的의 追求

室內의 居住性, 快適性的의 要求는 매우 增大되고 있다. 이러한 要求에 對應하기 위하여 機能적으로 快適한 業務環境을 위한 事務室의 個室化, 조우닝화가 進전되고 있다. 또한 그 空間의 環境 制御를 위하여 VAV, FCU 등의 個別 空調시스템이 設備되고 있다. 그림 1은 個別 空調 制御시스템의 예이다. 分散 DDC에서는 空調機의 溫度, 濕度, 風量, CO₂ 농도 등의 制御

표 2. 분산 DDC 방식과 종래 방식의 제어기능 비교 (공조기 제어)

項 目	分 散 DDC 方 式	아 나 로 그 制 御 方 式
溫度 制 御 (메인) (인테리어)	1) 室內 溫度 制 御 (PID 動 作) 2) 給氣溫度 상·하한 리미트 제어 및 기동시 오버슈트 防 止 制 御 3) 室內 溫度 設 定 오차 "0"	1) 給氣 溫度 制 御 (P 動 作) 2) 室內 溫度 上·下限에 의한 冷水코일 상제 完전 열림 제어 3) 中央 監 視 인격 設 定點 變 更 制 御
濕 度 制 御 (메인)	1) 室內 濕 度 制 御 (PID 動 作) 2) 제습시의 재가습 방지 제어 3) 給氣溫度 低溫時 加濕防 止 制 御 4) 위밍오프시 가습·제습 방지 제어 5) 室內 濕 度 設 定 오차 "0"	1) 室內 濕 度 制 御 (P 動 作) 2) 위밍오프시 가습·방지제어 (中央 監 視 出 力에 의한 인 터부 제어) 3) 中央 監 視 出 力에 의한 設 定點 變 更 制 御
其他의 溫·濕 度 制 御	1) 제로 에너지 팬드 제어 2) 個 別 外氣 冷房 判 斷 (외기 엔탈피와 실내 엔탈피를 비교, 외기온도와 실내온도 비교 및 외기 노침온도 상한 리미트 제어) 3) 外氣 冷房 中의 室 內 溫度에 의한 دم퍼제어 (PID 動 作)	1) 中央 監 視에 의한 "ZONE" 일괄 판단 2) 外氣와 換氣의 混 合 溫度에 의한 دم퍼제어 (P 動 作)
페리미터 FOU 의 溫度 制 御	1) 每 플로우의 페리미터 溫度 制 御 (PID 動 作) 2) 인테리어 空 調 的 混 合 損 失 防 止 制 御	1) "ZONE"의 中央 監 視 判 斷에 의한 일괄 변유량 制 御
動力 發 停 制 御	1) 최적 기동제어의 개별 판단 제어	1) "ZONE"의 中央 監 視 判 斷에 의한 일괄 최적 기동 제어
其 他 制 御	1) 冷·溫水 코일 유량이 설계 유량 이상 흐르지 않도록 밸브 개도치의 상한 리미트 및 개도 스케줄 제어 2) 온도 센서에 영향을 주는 벽면 온도 관계의 보정 제어	

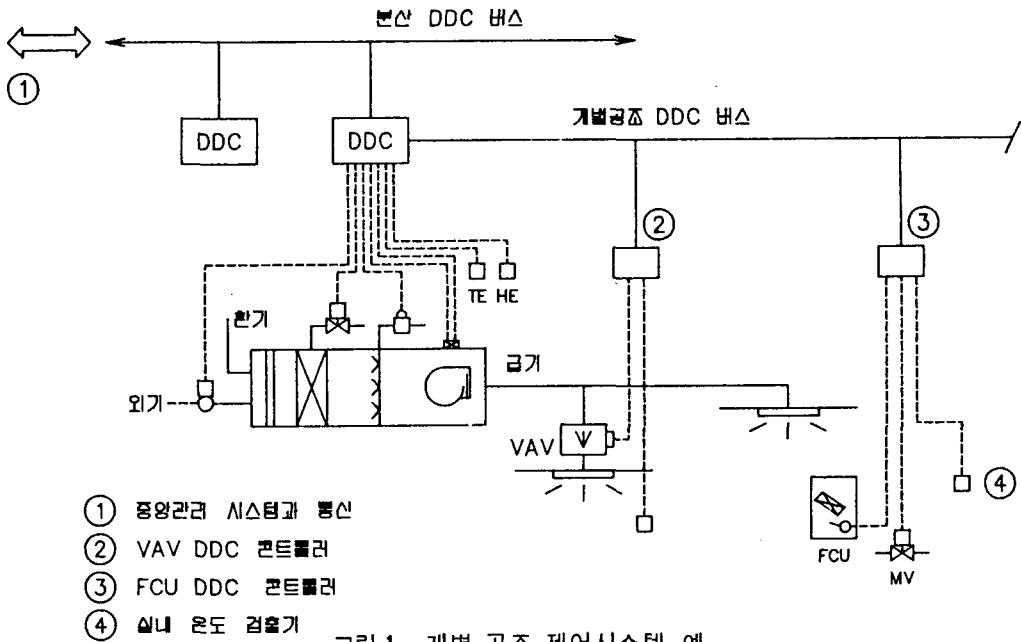


그림 1. 개별 공조 제어시스템 예

를 遂行한다. 個別 空調 DDC에서는 VAV와 FCU의 溫度制御를 수행한다. 또한 分散DDC와 個別 空調 DDC의 連結制御는 각 VAV의 開度에 의해 空調機의 給氣溫度를 變更하여 室內負荷가 다른 각 VAV 조운의 必要로 하는 換氣量, 外氣量을 確保할 뿐만 아니라 溫度制御 게인 (gain)을 變更하여 室內 溫度를 制御 可能하게 한다. 이러한 連結制御에 의해 快適한 溫度 環境, 空氣質의 維持와 換氣量의 變更에 의한 에너지 節約의 두가지 目的의 達成이 可能하다.

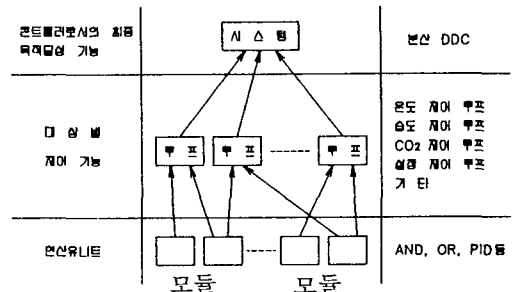
(3) 에너지 節約의 極大化

표 2에 표시한 두가지 制御方式의 比較에서도 알 수 있듯이 制御機能을 細分化 함으로써 불필요한 再熱, 제습, 過冷却을 防止할 수 있어 에너지의 不必要한 損失을 막고 에너지 節約을 圖謀할 수 있다. 또한 소프트웨어의 處理에 의해 分散 DDC에서 冷却中에 加濕禁止 等の 에너지 상쇄요소를 禁止시키는 것과 같은 사소한 制御機能들이 蓄積되어 큰 에너지 節約效果를 거둘 수 있는 것이다.

3.2 소프트웨어의 品質管理가 可能

디지털 연산방식에서는 容易하게 複雜한

制御로직을 조합 가능하기 때문에, 나중에 다른 사람이 이를 補修(變更 또는 追加)하고자 한다면 既存 프로그램을 理解하기에 대단한 努力이 必要하게 된다. 이 때문에 設計者로부터 調整-補修技術者까지 모든 取扱者가 品質管理가 可能한 표준 소프트웨어로 作業하는 것이 매우 重要하다. 이렇게 함으로서 소프트웨어의 최대 特徵인 소프트웨어의 資産化(蓄積 및 再利用)도 可能하게 된다.



- 주 1) 루프 : 시스템의 기능(온도제어, 습도제어 등)으로 분할한 것을 말함.
 - 2) 모듈 : 루프를 구성하고 있는 연산유닛을 말함.
- AND, OR 등의 연산모듈 및 PID 등의 제어모듈이 있다.

그림 2. 본산 DDC의 소프트웨어 구성

(1) 분산 DDC 소프트웨어의 블럭구조

그림 2는 分散 DDC의 소프트웨어의 構成 例이다. 연산 블럭을 最小 單位 模塊, 制御機能 單位의 루프, 그리고 분산 DDC의 소프트웨어인 시스템으로 區分되어 管理되고 있다. 또한 소프트웨어의 進行構成을 블럭도로 表示하여 표현하고 있기 때문에 設計者의 設計 意圖를 調整-補修技術者가 理解하기 쉽도록 되어 있다. 더욱이 最近에는 VAV와 FCU 등 制御機能을 固定化하기 쉬운 시스템용에는 소프트웨어를 하드웨어화한 개별 空調 DDC가 出現하여, 制御시스템의 信賴性 向上과 現場 엔지니어링 成本의 節減에 크게 기여하게 되었다.

(2) 制御機能의 階層化

표 1내에 各 制御시스템의 制御機能의 階層化 例를 表示하였다. 現在는 分散型 DDC에 의한 制御가 中心이나 最適化 制御, 진단, 제어 파라미터의 오토튜닝 등의 高度한 機能을 實現하기 위하여 分散型 제어시스템의 하드웨어, 소프트웨어의 特征을 살린 制御機能 階層化가 점차 要請되고 있다. 例를 들면 中央 CPU에서는 計算量, 데이터량이 많은 最適化 制御를 分擔하고, 現場의 分散 DDC에서는 制御速度, 소프트웨어의 追加, 變更等の 유연성이 요구되는 시퀀스 제어, 피이드백 제어를 분담한다. 개별 空調 DDC에서는 制御機能이 固定化된 VAV 시스템 등의 피이드백 制御를 分담한다. 이러한 제어기능의 계층화가 엔지니어링 成本을 줄이고 信賴性이 높은 제어시스템 구축의 가장 좋은 方法이라고 생각한다.

4. 새로운 컴퓨터 應用技術

(1) 그래픽에 의한 모든 制御機能 遂行

컴퓨터 技術의 發展과 더불어 빌딩 中央管制 技術도 急速하게 진보되고 있다. 기존 컴퓨터 메뉴 방식에서는 運轉者가 全體 시스템 및 器機를 암기하거나, 메뉴에 依存하여, 암호명과 같은 명령어를 키보드로 入力하여 조작·감시하여야 함으로 매우 불편하고 번거

로운 일이었다. 최근 그래픽 處理 技術의 發達은 全體 시스템 및 器機等的 現場 狀態를 채색기법과 애니메이션 기법을 使用하여 動的인 그래픽으로 處理하여 理解가 쉽고, 精確한 判斷 및 操作의 遂行이 可能하도록 하여 준다. 따라서 運轉者는 복잡한 시스템 및 기 기상태 把握을 그래픽 화면을 통하여 함으로써 理解가 빠르고, 精確한 制御機能을 遂行케 한다. 이러한 그래픽에 의한 모든 制御機能의 수행은 急速하게 빌딩 中央管制시스템에 導入 될 것으로 예상된다.

(2) 인텔리전트 빌딩에서의 빌딩 中央管制 시스템의 機能

最近 情報化 産業社會의 發展과 더불어 빌딩 中央管制시스템도 보다 快適하고 效率의 이며 安全한 環境을 提供하여야 할 것이다. 高度 情報化 社會의 지적 生産活動의 直接的인 도구로서의 OA, 情報通信이 빌딩 中央管制시스템과 效率의 結合 構成되어 情報化 社會에 對應하는 빌딩을 인텔리전트 빌딩이라고 한다. 인텔리전트 빌딩에서의 빌딩 中央管制시스템에서는 24時間 業務와 情報化에 對應하여 統合運用管理 機能이 要求되고 있다. 分散型 制御시스템 技術의 發達로 24時間 對應이 可能하게 되었으며, 최근 인터페이스 技術의 發達は 空調, 照明, 電力, 방범, 방재등 빌딩 設備의 制御시스템 뿐만 아니라 OA 및 通信器機와도 연결이 可能하여, 보다 多樣한 정보 서비스의 제공도 가능하게 되었다.

그림 3은 인텔리전트 빌딩 시스템의 네트워크 例이다.

5. 맺 음 말

分散型 制御시스템의 發展 傾向과 新技術 動向에 대하여 살펴보았다. 빌딩 中央管制시스템에 賦與된 問題인 ‘室內 快適環境의 追求, 制御性의 向上, 에너지 節約’을 동시에 達成하고, 인텔리전트 빌딩 시대에 부응하기 위하여는 分散型 制御시스템의 하드웨어 및 소프트웨어의 分散化, 制御機能의 階層化가 반드시 필요하며, 새로운 制御技術의 實用化

와 컴퓨터 技術, 通信技術 과의 인터페이스 技術의 發展이 시급하다고 생각한다.

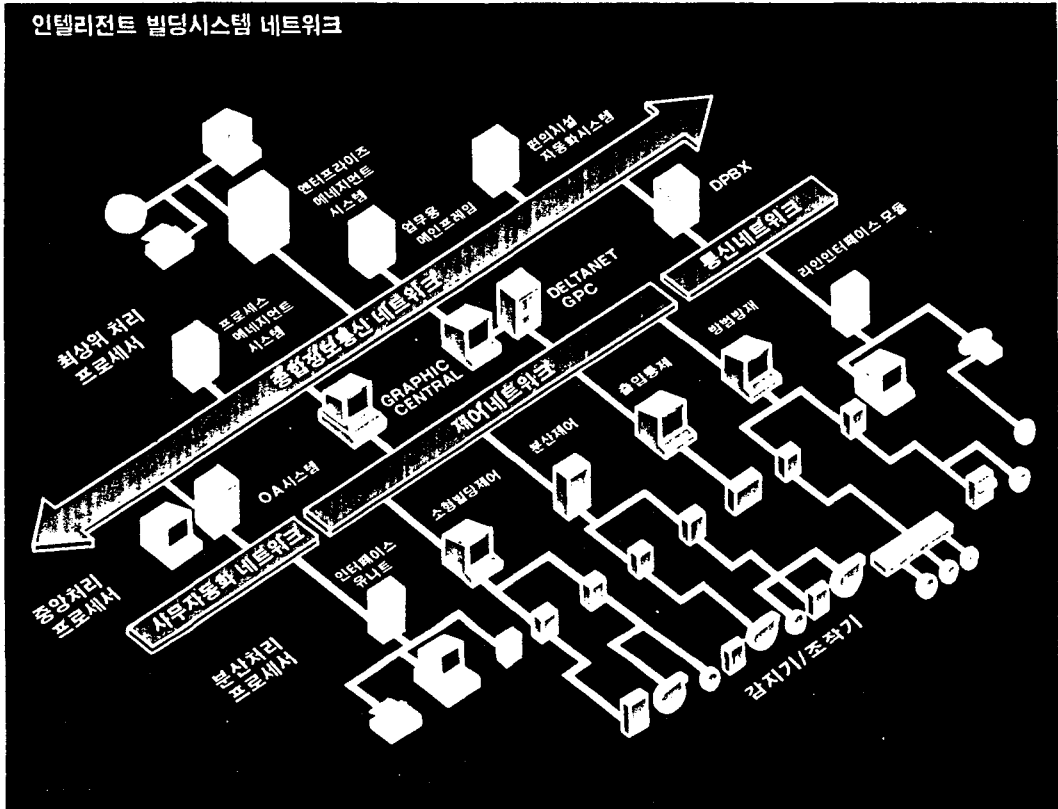


그림 3. 인텔리전트 빌딩시스템 네트워크 예