

인텔리전트 컴포넌트 (Intelligent Component)

미즈타카 준[†], 서길진^{*}

[†] 주식회사 야마다케, ^{*}한국 야마다케(주)

Intelligent Component

Jun Mizutaka[†], Gil-Jin Seo^{*}

[†] Yamatake Japan

^{*}Yamatake Ycon Co., Ltd., Seoul 137-130, Korea

ABSTRACT: Automatic control makes the air-handling unit go into operation and determines the functions of high-efficient and energy-saving machines.

Yamatake, an automatic control system manufacturer, have expanded fault detection and diagnosis, and data volumes so as to achieve higher technology in control by developing a sensor which makes field data visible, an actuator and Intelligent Component.

This study, thus, focuses on applications for saving energy with Intelligent Component and goes in for easing global warming by creating future field data-based applications.

Key words: Fault Detection and Diagnosis (고장 검출 및 진단), HVAC System (공조 시스템), Energy Management (에너지관리)

1. 서론

에너지 소비로 발생된 CO₂, NO_x, Sox로 인해 지구 환경에 영향을 끼쳐 문제시되고 있다. 특히 CO₂ 배출로 인한 지구 온난화 진행은 최대의 환경 과제이며, 우리나라는 제1 약속 기간이 되는 2008년부터 2012년 동안에 온실가스 배출량을 1990년에 비해 6% 억제할 의무를 지고 있다.

현재 1990 년에 비해 8% 증가하여 달성하기 힘든 상황인 가운데, 에너지 사용시 배출되는 CO₂ 중에서 건물에서는 전체의 30%를 차지한다 고도 일컬어지며, 그 가운데에서도 40%를 차지 하는 공조 설비의 에너지 절약이 급선무이다.

현재 대부분 건물 내의 공조 설비는 자동제어로 운용되며 도입된 고효율 기기, 에너지절약 기기의 효과적인 사용여부는 자동 제어에 의존하고 있다고 해도 과언은 아니다.

당사는 공조 설비의 자동 제어 기기 제조사로서 공조 설비의 에너지 절약에 공헌할수 있도록
① 데이터에 의거한 예지 보전, fault 검출진단
② 데이터 양을 확대하여 제어 고도화를 실현하기 위해, 잠재적인 필드 데이터를 가시화하는 센서, 액츄에이터, 「Intelligent Component™」을 개발하였기에 여기에 소개한다.

2. 개요

Intelligent Component™(자동 제어용 센서/액츄에이터는 공조 설비 부품이라는 의미로 Component라고 표현된다)란 스스로 기기 데이터를 지니며, 그것을 연산, 또는 축적해, 쾌적성과 에너지 절약을 실현하고 최적으로 동작할 수 있는

[†] Corresponding author

Tel: +82-2-576-6161; fax: +82-2-529-4111

E-mail address: ycon2000@chol.com

계측 조작 단말이다. 이 Intelligent Component™을 BA시스템에 탑재, 종래 불가능했던 계측, 필드 데이터의 수집 축적을 가능케 함으로써 공조설비의 에너지절약에 도움이 되는 기기 예지보전, fault 검출 진단, 제어의 고도화가 용이해진다. Intelligent Component™의 특징을 이하에 기재한다.

① 연산, 축적 기능

기존의 센서/액추에이터와 달리, 각각 기기 내부에 마이크로와 메모리를 탑재해, 기기 정보, 필드 데이터 계측/연산 기능/축적 기능을 가진다.

② 데이터 통신 기능

대량 데이터를 전송할 필요가 있으므로 센서/액추에이터는 종래의 15V나 4~20mA 등의 아날로그 신호를 대신해, 전압전송(Fig. 1에 사양을 나타낸다)을 통한 디지털 통신으로 공조기 컨트롤러에 접속된다. 디지털 통신을 채택하여 센서/액추에이터 배선 시공을, 기존에는 직결선배선으로만 가능했던 방식을 시공 단축이 가능한 간접결선 배선으로 할 수 있다. 직결선배선인 경우에는 계장관에서 각 기기에 대하여 독립된 배선 시공이 필요하므로 관리비용, 노무비용 등의 인공(人工)과 케이블, 전선관 등의 공사 부재(部材)가 많이 필요하게 된다. 간접결선 배선에 의해 기계실당 30%의 시공단축이 가능해진다.(Fig. 2, 3)

③ 필드 데이터 수집 기능

Intelligent Component™의 필드 데이터는 CSV파일로서 감시 PC의 하드 디스크 내에 자동수집/축적되며 해석은 감시 PC상에서 실시한다. 이미지를 Fig. 4에 나타낸다.

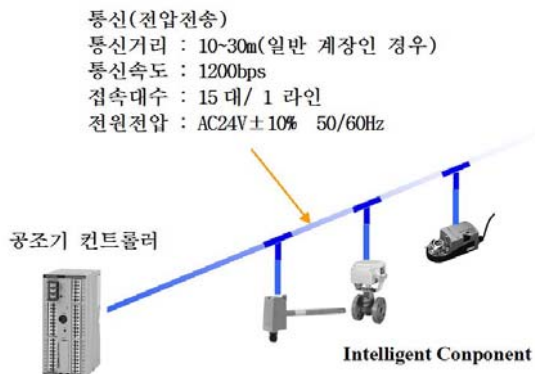


Fig. 1 통신방식

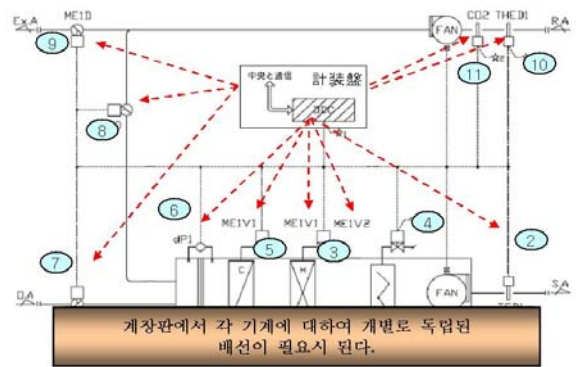


Fig. 2 직결선 배선

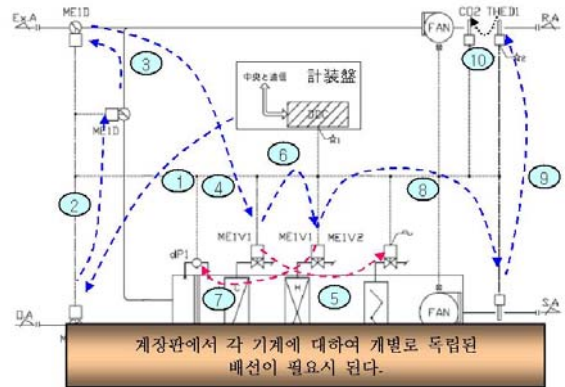


Fig. 3 간접결선 배선

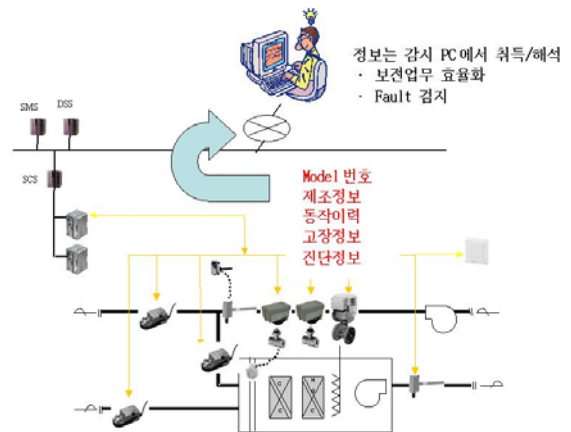


Fig. 4 필드 데이터 수집/해석

3. 필드 데이터를 이용한 어플리케이션

다음에 Intelligent Component™에서 수집한 필드 데이터를 이용한 어플리케이션에 대하여 서술한다.

3.1 최적의 보전과 고도의 진단

우선 보전 업무 효율화와 공조제어의 Fault 검출에 대하여 서술한다.

(1) 보전 업무의 효율화

Fig. 5에 Intelligent Component™을 사용한 보전 업무개선 이미지를 나타낸다. 쾌적성과 에너지절약을 높은 레벨로 실현하기 위해서 공조 설비의 보전 작업은 불가결하다. 당사는 주로 자동 제어설비의 보전 업무를 청부 맡고 있으나, 현재 수작업에 의지하고 있는 공정을, 향후 Intelligent Component™을 통해 수집한 필드 데이터를 이용해 효율 향상을 실현할 예정이다. 이하에 사례를 서술한다.

① 기기 대장 작성 지원

자동 제어 설비의 보전 작업은 기기 대장 작성부터 시작된다. 기기 형번은 물론, 제조연월일 등의 제조 데이터를 수집할 필요가 있으나, 필드에서는 설치 장소에서 작업자의 육안 작업이 일반적이고, 효율, 관리 품질상의 과제가 없다고 할 수 없다. Intelligent Component™에는 사전에 기기 형번, 제조연월일 등의 데이터가 제조사에 입력되므로 BA 시스템 상에서 자동 수집, 관리 작업이 가능해진다. 수집된 기기 데이터의 예를 Fig. 6에 다음과 같이 화면을 캡처하여 나타냈다.

② 예지 보전 지원

종래에는 자동 제어 설비에 대해서 각 기기의 가동 상황을 효율적으로 파악하는 기술이 없었기 때문에 습도 센서/밸브 액추에이터 등 수명이 있는 기기에 대해서 열화(劣化)고장 후의 사후 보전 대응을 하지 않을 수 없었다. Intelligent Component™이 접속된 시스템에서는 Fig. 7과 같이 액추에이터가 스스로 카운트 하는 통전 시간, 동작 횟수 등의 필드 데이터에서 자동 추정된 수명을 바탕으로 예지보전 대응이 가능해진다.

(2) fault 검출

과잉 설정이나 기기의 발정(發停) 실수 등 대책이 비교적 간단한 이상(fault)이 발견되지 않고 방치되어 쾌적성/에너지절약에 개선의 여지가 남아있는 건물이 많다.

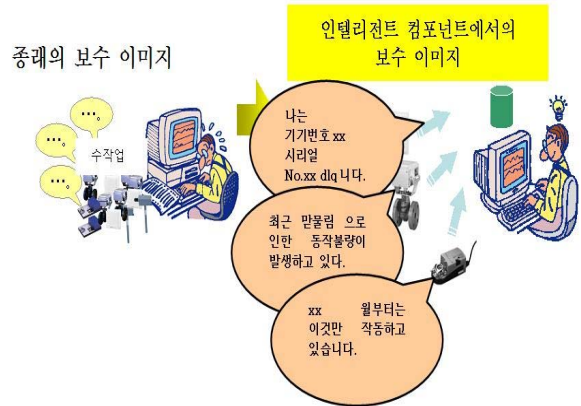


Fig. 5 유지 보수 개선

Fig. 6 기기 데이터의 취득 예

공조 설비의 운용 개선 방법으로서 「BEMS를 설치하고」, 「실내 온습도, 설정치, 외기 온습도, 소비 에너지 등의 계측치를 수집」, 「차후 문제가 있던 계통에 관하여 대상 기간의 모든 데이터를 이상(理想) 상태와 비교하고」, 「문제점을 검출, 진단, 개선하는」 방법이 유효하다고 여겨지고 있다. 그러나 해석 작업에 고도의 전문 지식과 시간이 필요하므로 아직 대부분의 건물에서 이용하고 있다고는 말하기 어렵다. 이하에 필드 데이터를 이용한 간이 fault 검출방법의 예를 서술한다.

실내 온습도/급수온도 설정 실수, 밸브 고착, 수동 밸브 조정 불량, 설비 능력 부족 등, 설비 운용상 어떠한 fault가 발생하고 설정치에 계측치를 추종할 수 없게 되면, 밸브개도는 100%에 근접한다. Intelligent Component™ 밸브 액추에이터에는 「개도가 근접하는 빈도의 자기 카운트 기능」이 있어, 감시 PC에서 간단하게 Fig. 8에 나타낸 것처럼 fault 공조기를 검출할 수 있다.

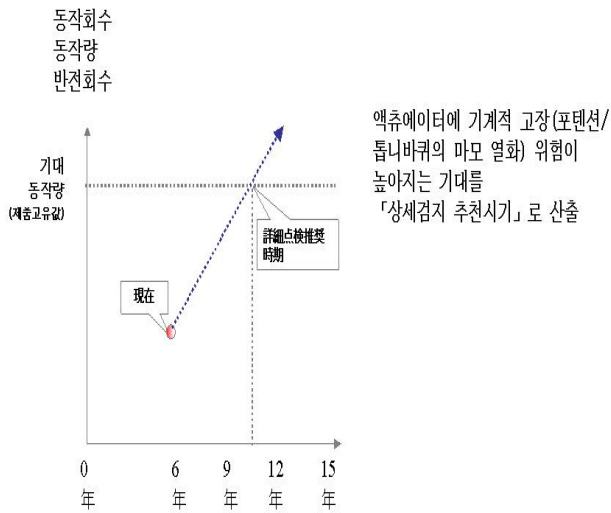


Fig. 7 예측 보전의 대응 예

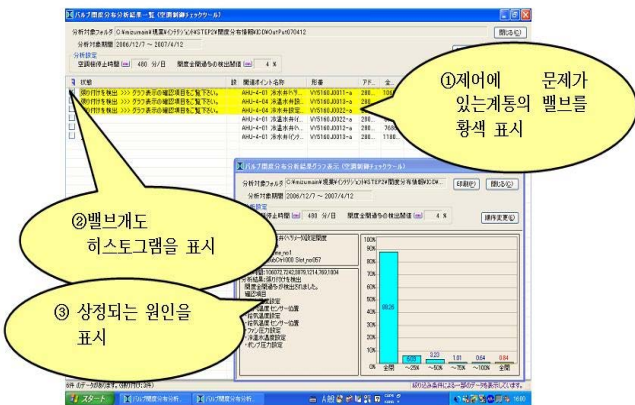


Fig. 8 Fault 검출 예

본 fault 검출 방법을 운용함으로써, 특히 fault 유무판단의 효율이 향상되고, BEMS와 함께 공조 설비 LCCO₂ 80%를 차지하는 운용 에너지 절감에 공헌한다고 생각한다.

3.2 제어의 고도화

공조기 냉온수 코일은 공조 부하 계산에 근거한 통과 최대 풍량/냉온 수량과 각각의 온도/엔탈피에서 설계된다. 냉온수 코일은 그 특성상, 냉온수가 설계 최대 유량을 넘으면 교환 열량이 포화해, 냉온수 환급 온도차가 설계치 이하가 된다. (Fig. 9에 유량 초과시 온도차가 1℃가 된 사례를 나타낸다). 이것이 이른바 「온도차 문제」인데, 전동식 열원기의 COP 저하, 반송

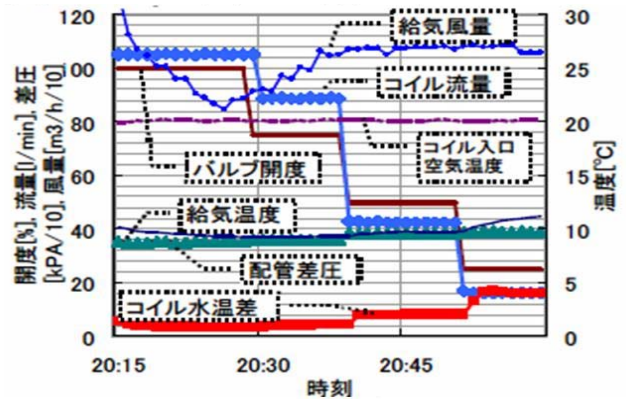


Fig. 9 온도차 문제 사례

※ 출전 : 공조위생공학회 냉수 환급수 온도차를 확보하는 공조기에 관한 연구 (제2 보)

펌프의 동력이 증가하는 원인이 된다. 예를 들어 공조 면적 500 m²인 공조기에서 과대 유량으로 인해 전동식 열원의 COP가 20% 악화되는 경우를 시산하면, 공조기 당 온난화 가스 배출량 2t-CO₂/年, 런닝코스트는 9 만엔/年이 증가한다.

유량 초과 대책은 적정 기기(펌프, 밸브) 선정, 배관 설계, 유량 균형 조정 등 여러가지가 있으나, 우리 자동 제어 제조사에서 실시할 수 있는 대책으로는 Intelligent ComponentTM 으로 설계 최대 유량의 한계를 주는 방법이 있다.

이하에 구체 사항을 서술한다.

(1) 필드 데이터에서 유량 추정

밸브 내부의 유량은 아래의 식에서 추정할 수 있다.

$$\text{유량} = \text{정수} \times C_v \text{ 값}(\ast) / \sqrt{\text{차압}}$$

Intelligent ComponentTM 에는 밸브 전후의 차압, 개도를 자기 계측해 내부 연산을 통해 유량을 계측하는 「유량 계측제어 기능부 밸브」를 라인업 하고 있다.(Fig. 10에 이미지를 나타낸다) 개략적인 기능을 열거한다.

- 계측 방법 : 밸브 1차 압력/온도, 2차 압력/온도
 - 연산기능 : 차압, 개도, 온도에 의한 유량연산(※)
 - 제어기능 : 유량 지령에 의한 유량 제어
 - 자기진단기능 : 센서 고장 검출, 밸브 고장 검출
 - 통신기능 : 전압 전송
 - 표시기능 : 전용 표시기에 의한 계측/연산/자기진단 결과 표시
- 기기 구성을 Fig. 11에 나타낸다.

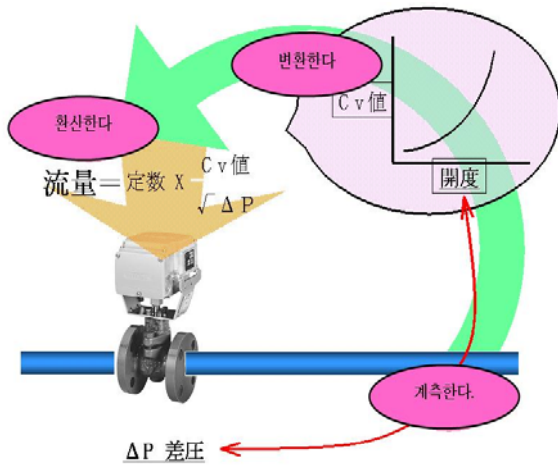


Fig. 10 밸브에서 실시하는 유량연산

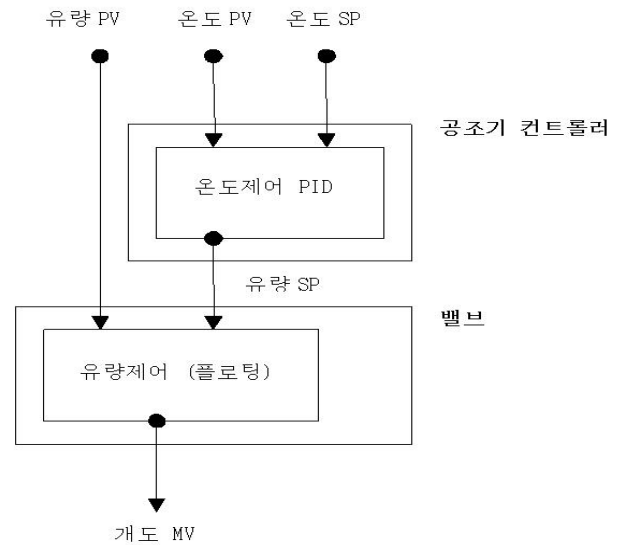


Fig. 12 제어 플로

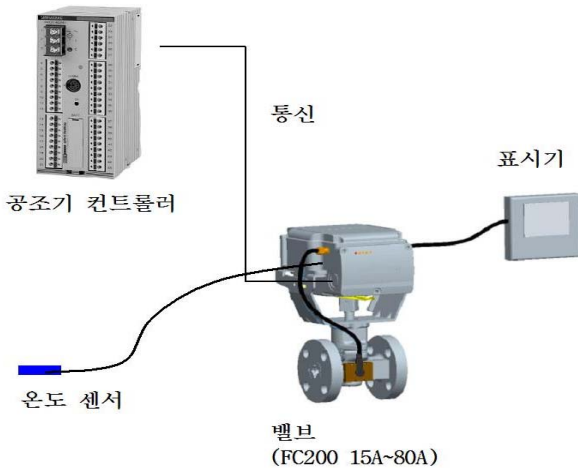


Fig. 11 유량계측 제어 기능부 밸브기기 구성
 (※) 유량 연산 정밀도는 압력 센서 설치, 계측치 보정 등의 기술적 과제를 해결해, ±5%RD를 실현하였다.

(2) 공조기 컨트롤러와 제휴한 과대 유량 방지

공조 제어의 조작 대상을 기존의 「밸브 개도」에서 「밸브 유량」으로 변경하면, 설계 최대 유량에서 제한을 둘 수 있다. 공조기 컨트롤러는 기존대로 밸브에 대해서 온도 PID를 0~100%의 제어를 출력을 한다. 밸브 내부에서 PID 100%신호를 파라미터의 설계 최대 유량(공조기 컨트롤러에서 관리)로 할당, 밸브는 공조기 제어출력(밸브에서는 입력)에 대해서 유량을 계측하면서 설정치가 되도록 플로팅동작을 실시하게 된다. 위에서 서술한 제어플로우를 Fig. 12에 나타낸다. 또한, 냉온수 제어를 유량 제어로 하는 효과로서, 앞에서 서술한 설계 최대 유

량을 유지 보수하는 것과 함께 타 공조기의 부하 변동으로 인해 발생하는, 배관 내 차압 변동의 거실 환경 영향이 적어지는 장점을 든다.

(3) 타 에너지절약 어플리케이션으로 응용

전술한 유량계측 제어 기능부 밸브의 필드 데이터는 다른 에너지절약 어플리케이션에 응용할 수 있다. 이하에 서술한다.

① 에너지 관리

공조 설비의 에너지 절약에는 계통별 에너지 계측 계량이 필요하다. 그러나 온도 센서/유량계의 비용, 각 시공 비용, 설치 공간이 과제로 남아, 현재 이용하는 건물은 많지 않다. 유량계측 제어 기능부 밸브에서는 제도 보상을 위해서 온도계측을 하고 있다. 예컨대 밸브를 냉온수 코일 2차측에 설치하면, 급수온도에 급수헤더의 열원 대수 제어용 냉온수 온도를 이용함으로써 비용절약/시공 단축으로 열량 계측 계량이 가능해진다.

② 말단 차압 일정 제어

말단 차압 일정 제어는 말단 공조기 차압을 일정하도록 펌프 인버터를 제어하는, 펌프 반송 동력을 절감하는데 효과적인 어플리케이션이지만 차압 센서의 비용/시공이 고가인 점, 말단공조기를 특정하기 힘든 점이 기술적 과제인 이유로 채택하기 힘든 건물도 있었다. 유량계측 제어 기능부 밸브의 필드 데이터를 Fig. 13에 나타내는 방법

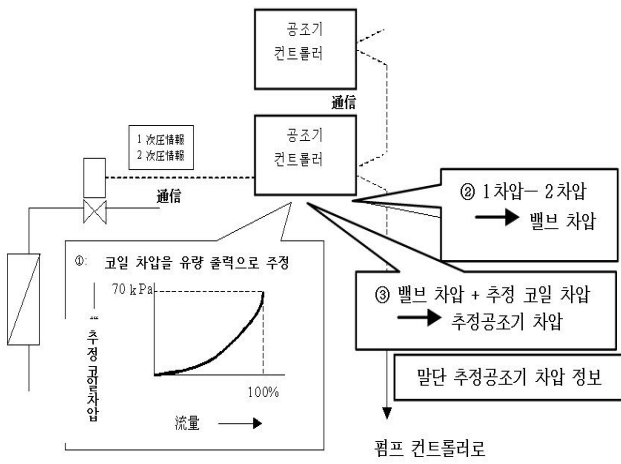


Fig. 13 공조기 말단압 추정 로직

으로 연산하면 공조기차압을 연산할 수 있으므로, 차압 센서와 시공이 불필요해지고 감시 PC상에서 말단공조기를 특정 할 수 있게 되어, 채택에 대한 과제가 해결된다.

4. 결론

여기서는 Intelligent ComponentTM 을 통해 에너지 절약을 위한 어플리케이션 사례에 대하여 서술하였다. 향후 필드에 잠재되어 있는 데이터를 이용한 어플리케이션을 개발해, 지구온난화 방지에 공헌해 나가고자 한다.