

기상센서를 이용한 지능형 직접부하제어 시스템 디자인 설계

최상열*

The Design of Direct Load Control System Using Weather Sensors

Choi Sang Yule*

요 약

건물 외부에 설치된 각종 기상 측정센서에서 전송된 현재의 외부 기상조건과 일자별, 특수일별 건물 에너지 사용량과의 관계를 인공 지능기법으로 분석하고 학습을 통한 예측기능을 갖도록 함으로써, 일자별, 특수일별, 계절별 그리고 기상조건에 따른 익일 전력 사용량을 예측하고 이에 따른 부하의 On/Off 우선순위를 결정하는 기능을 갖는 지능형 직접부하제어 시스템 구조를 설계한다.

Key Words : Weather sensor, Load forecasting, Intelligent, Direct load control.

ABSTRACT

The electric utility has the responsibility of reducing the impact of peaks on electricity demand and related costs. Therefore, they have introduced Direct Load Control System (DLCS) to automate the external control of shedding customer load that it controls. The existing DLCS have been operated only depend on On/Off signal from the electric utility. That kind of DLCS operating has been successfully used until now. But since the number of customer load participating in the DLC program are keep increasing, On/Off signal control from the electric utility is no longer meets the needs of many different kind of customers. Therefore, In this paper, the author suggest the design of direct load control system using weather sensors to meet the diversity of different customer needs.

I. 서 론

직접부하제어(Direct Load Control)란 전력회사 계통의 첨두부하를 효율적으로 억제하기 위하여 전력회사와 수용가가 약정을 체결하고 피크부하 발생 시 전력회사는 약정에 의한 시간 및 회수만큼 수용가의 전력사용 설비를 제어하는 것을 말하며, 이에 전력회사는 계약에 의한 요금보상 등의 혜택을 수용가에게 제공하는 이른바 상호 의존적이고 보완적인 부하관리제도이다. 우리나라에서는 한전이 1999년부터 원격제어에어컨을 보급·운용하여 여름철 전력수요가 급증하는 오후 2~4시경에 수용가의 에어컨을 가동을 무선통신으로 일시 정지시켜 부하의 안정을 도모하고 있다.

직접부하제어 Controller는 직접부하제어 사업에 참여한 대상 부하의 전력 사용 현황을 감시하여, 향후 15분 동안 누적된 부하의 전력 사용량이 사전 한전과 수용가에서 계약한 사용량을 초과 할 경우, 미리 정의된 부하를 On/Off 제어 관리를 수행하는 역할을 함으로써, 수용가의 전기 사용의 합리

화를 도모함과 동시에 불필요한 전력 사용을 최대한 억제한다. 기존의 상용화되어 시판되고 있는 직접부하제어 Controller는 기능적인 측면에서 다음과 같은 두 가지의 문제점이 있다.

첫 번째는 수용가의 불편을 고려하지 않고 획일적으로 부하를 On/Off 함으로써 수용가의 불편이 증가되어, 직접부하제어 사업의 일반부하 참여율이 저조한 원인을 제공한다. 이러한 현상은 직접부하제어 Controller의 매출 시장의 확대를 저해하는 요인으로 작용하게 되어, 비록 범국가적으로 에너지 절약에 대한 홍보와 관련 보조금이 강화되어도 직접부하제어 사업에 참여하는 일반 수용가의 비율은 매년 거의 정체되어 있는 실정이다. 두 번째는, 계절별, 요일별, 특수일별, 기온, 날씨에 따른 부하의 전력 소비 형태에 대한 분석 및 익일 전력 사용 행위 예측 기능을 갖고 있지 않는다. 즉 익일 전력 사용 행위 예측 기능은 특정 시간대의 한정된 전력공급 내에서 사용자의 불편을 최소화 할 수 있도록, 요일별, 날씨별 기온별, 사용자의 전력 사용행위를 분석하여 가능한 사용

* 본 연구는 2014년 중소기업청 산학연협력 기술개발사업 C0250410의 지원에 의해서 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

*인덕대학교 메카트로닉스과 교수 (ppk99@induk.ac.kr)

접수일자 : 2015년 11월 20일, 최종게재확정일자 : 2015년 12월 24일

자가 특정시간대에 불편함을 크게 느낄 수 있는 부하는 가능한 On 시키고, 불편함의 정도가 크지 않는 부하는 Off 시켜서 전체적으로 직접부하제어에 참여하는 사용자의 불편을 최소화 시키는 것이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 불편을 최소화시키기 위하여 기상센서를 이용한 직접부하제어 시스템 디자인 설계를 제안한다.

II. 본 론

1. Demand Control

수요전력(Demand Power)이란 일정 시간 내(수요시간)의 평균전력을 말하며 이것을 수요시간내의 사용전력량[kWh] 구하는 방법을 취하고 있다.

일반적으로 수요시간은 15분, 30분, 60분 등을 사용하는데 우리나라의 경우 15분을 기준이며 15분간 사용한 수요전력이라 하며 1개월간의 15분 수요전력 중 최대값을 최대수요전력이라 한다.

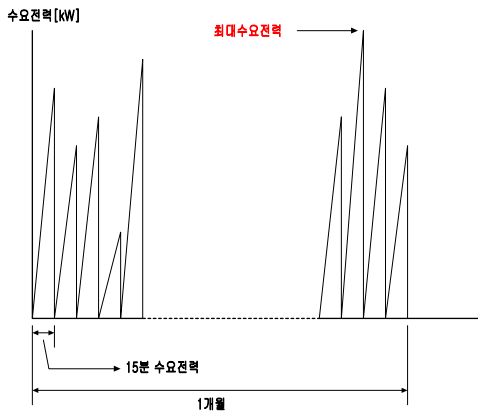


그림 1. 최대수요전력 개념

전기요금은 기본요금과 전력량 요금으로 구성되어 있는데 기본요금은 이 최대수요전력을 이용하여 전기요금을 계산한다.

전기요금 = 기본요금 + 전력량 요금
 기본요금 : 최대수요전력을 이용하여 기본요금 반영

- 그러므로 최대수요전력은 1년간 기본요금의 수준을 결정하는 중요한 요소이고 자칫 15분 수요전력이 커지면 높은 전기요금을 사용량에 관계없이 지불하게 된다.

- 최대전력관리장치(Demand Control, 약어로 D/C)는 최대수요전력을 관리하는 장치로 전자식전력량계의 신호로부터 기준전력, 예측전력, 현재전력을 연산하여 목표전력이하로 관리할 수 있도록 하여 최대수요전력을 억제

및 분산시키는 역할을 수행한다. 또한 각 종 제어 알고리즘을 가지고 있어 수용가에 알맞은 제어방식을 선택하여 최대수요전력을 관리할 수 있도록 구성되어 있다.

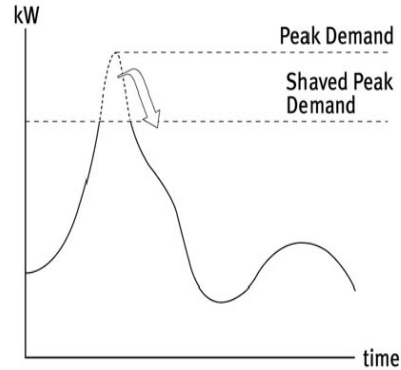


그림 2. 피크부하 억제 및 이전

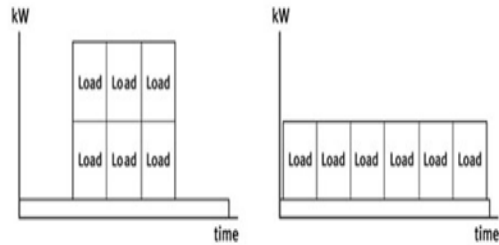


그림 3. 피크부하제어에 따른 부하이전

- 이러한 최대전력관리 장치를 설치한 수용가는 아래 그림과 같은 동작이론에 따라 부하제어가 수행된다.

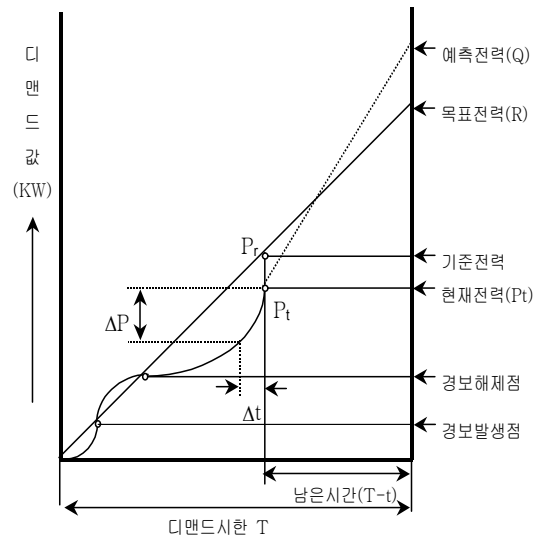


그림 4. 동작이론

a) 기준전력 P_r
 0에서 목표전력까지 최단거리를 갖는 전력들에서 현 수요

시한대의 전력을 의미한다.

$$\text{기준전력} = (\text{목표전력} / \text{남은 수요시한(초)}) \times \text{경과시간(초)}$$

b) 현재전력 Pt

수요시한 시작후 현재까지 사용된 전력량을 의미한다.

$$\text{전력량} = (\text{합성변성비} / \text{펄스정수}) \times \text{적산펄스수} \times (60 / \text{수요시한(분)})$$

$$\text{※ 합성변성비} = \text{CT비} \times \text{PT비}$$

$$\text{※ 펄스 정수} = \text{KWH 당 출력 펄스의 개수}$$

c) 예측전력 Q

단위시간당 전력변화량을 이용하여, 수요시한 종료시 도달될 것으로 예상되는 전력량을 의미한다.

$$\text{예측전력} = \text{현재전력} + ((\text{단위시간당 전력변화량} / \text{단위시간(분)}) \times \text{남은 수요시한(분)})$$

d) 조정전력 U

수요시한 종료시 예측전력과 목표전력이 일치하기 위해 필요한 전력을 의미한다.

$$\text{조정전력} = ((\text{예측전력} - \text{목표전력}) / \text{남은수요시한(분)}) \times \text{수요시한(분)}$$

에 의해서 수용가의 부하를 자동으로 차단 복귀를 반복하여 수요관리를 수행한다.

Ⅲ. 기상센서를 이용한 지능형 직접부하제어 시스템 디자인 설계

본 논문에서 제시하는 지능형 직접부하제어 Controller의 가장 큰 장점은 익일 전력 사용량이 예측된 경우, 건물 에너지 관리자는 건물 사용자가 불편을 느끼지 못할 정도의 절감된 전력 사용량을 익일의 목표 부하량으로 설정함으로써 사용자의 불편을 최소화 하는 건물 에너지 절약이 가능하다.

다음의 그림 5은 본 연구에서 개발하고자 하는 직접부하제어 Controller의 대략적인 구성도이다.

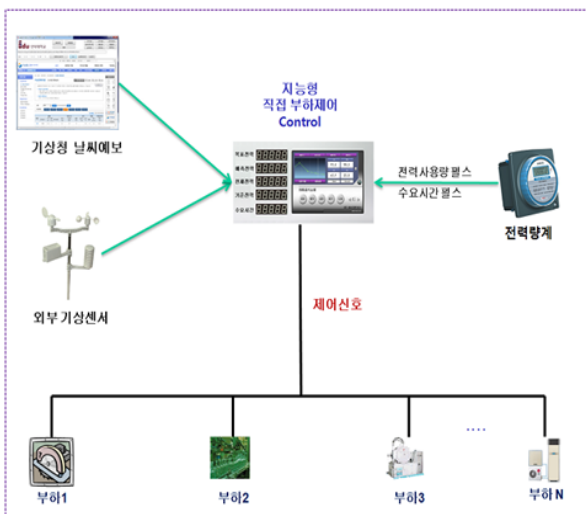


그림 5. 지능형 직접부하제어 Controller 개요도

위의 그림을 세부적으로 설명하면 다음과 같다

Step 1 : 건물 외부의 기상 측정 센서(조도계, 온도계, 습도계, 풍속계)는 현재 기상 상태를 측정하여 지능형 직접부하제어 Controller로 전송한다.

Step 2 : 지능형 직접부하제어 Controller에 내장된 인공지능 소프트웨어를 이용하여 현재, 기상 상태 데이터와 건물의 전력 사용량과의 관계를 일자별, 특수일별 구별하여 분석 및 학습을 통한 예측기능을 수행한다.

Step 3 : 기상청의 홈페이지에 자동 접속하여 익일의 기상 상태 관련 데이터를 지능형 Controller에 전송 후 인공지능 익일 건물의 전력 사용량을 예측 한다.

Step 4 : 건물의 전력 설비 관리자는 익일 전력 예측 사용량을 절약하기 위하여, 사용자의 불편이 최소화될 정도의 절약된 값을 지능형 직접부하제어 Controller의 목표 제어 전력으로 설정한다.

Step 5 : 지능형 직접부하제어 Controller는 목표전력 설정치 이내로 건물내의 부하가 운용되도록 우선순위에 따른 부하 On/Off를 수행한다.

IV. 결론

본 논문에서는 직접부하제어 사업에 참여한 다양한 수용가의 다양한 요구를 수용할 수 있는 기상센서를 이용한 지능형 직접부하제어 시스템 디자인 설계 방식을 제안하였다. 제시되는 시스템의 방식은 건물 외부에 설치된 각종 기상 측정 센서에서 전송된 현재의 외부 기상조건과 일자별, 특수일별 건물 에너지 사용량과의 관계를 인공지능기법으로 분석하고 학습을 통한 예측기능을 갖도록 함으로써, 일자별, 특수일별, 계절별 그리고 기상조건에 따른 익일 전력 사용량을 예측하고 이에 따른 부하의 On/Off 우선순위를 결정하는 기능을 갖는 지능형 직접부하제어 시스템이다. 이러한 새로운 개념의 직접부하제어 Controller의 도입으로 직접부하제어 사업에 활기를 불어 넣어 줄 것으로 사료되며, 또한 현재 중점적으로 건설되고 있는 인텔리전트 빌딩의 에너지 관리시스템 (BEMS: Building Energy Management System) 시장으로의 적용이 가능하다.

참 고 문 헌

[1] Y. N. Im, "study on information design for developing main screen interfaces of building energy management system", Graduate School of Hongik University, 2013.
 [2] S. Y. Kang, "Optimized Facility Control for Energy Saving in Smart Building", Journal of Korean Institute of Information Technology. Vol. 9, No. 2, pp.25 - 30, 2011

- [3] I. S. Hong, "Intelligent building energy management system for efficient energy management", Graduate School of Chung-Ang University, 2013.
- [4] C. Kim, "A Study on the Smart Device Monitoring System and the Implementation of Integrated Sensor for BEMS based on Green IT" Graduate School of Hongik University, Seoul National University of Science and Technology, 2013.
- [5] E.A. Feinberg and D. Genethliou "Load forecasting In: Applied Mathematics for Restructured Electric Power Systems": Optimization, Control, and Computational Intelligence, Springer, 2005
- [6] Jiawei Han, Micheline Kamber, "Data mining : concepts and techniques", Free Academics, Sep. 2003.
- [7] S. Y. Choi, H. J. Kim, "Short-term demand forecasting Using Data Mining Method", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Engineers, Vol. 21, No. 10, pp.126 - 133, Dec. 2007.

저자

최 상 열 (Sangyule Choi)



정회원

- 1996년 2월 : 성균관대학교 전기공학과 학사 졸업
- 1998년 2월 : 성균관대학교 전기공학과 석사 졸업
- 2002년 2월 : 성균관대학교 전기전자 박사 졸업

- 2002년 ~ 2004년 : 안양대학교 디지털미디어 전임강사
 - 2004년 3월 ~ 현재 : 인덕대학교 메카트로닉스과 부교수
- <관심분야> : 위성통신, 자동화시스템