

시간별 부하자료의 신뢰도를 고려한 부하구성비 추정 및 데이터 품질 향상 방안에 관한 연구

-산업용 부하를 중심으로-

論 文
55A-2-4

A Study on the Load Composition Rate Estimation Considering Reliability of Hourly Load Data and a Method for Enhancement of Data Quality

黃 盛 郁* · 金 正 勳*
(Sung-Wook Hwang · Jung-Hoon Kim)

Abstract - A load composition rate estimation algorithm is developed for DSM evaluation system. The algorithm has the structure which is composed of data verification and development and can enhance the data quality. Also a hourly weighting function is introduced for maintaining load shapes. The load composition rates of specific industrial customers are obtained and the results of case studies show that a reasonable load composition rate is achieved. Additionally quality function deployment (QFD) is introduced to enhance quality and reliability of data.

Key Words : Load Composition Rate, Demand-Side Management, Data Quality, Quality Function Deployment

1. 서 론

전력분야에서 기술적 사항이 상대적으로 적은 부하 관련 분야의 연구는 상대적으로 미진하였으나 전력시장 도입에 따라 부하관리를 계통운영수단으로 활용가능하다는 인식과 환경적 관점에서 필요한 에너지 생산의 억제를 위하여 부하에 대한 구성과 구성요소들의 특성화가 요청되고 있다. 부하구성비란 임의의 시간대에서 수용가측의 다양한 성분별 부하 중 각각의 성분별 부하가 차지하는 백분율을 의미한다. 임의의 시간대의 성분별 부하크기의 합은 해당 시간대 전체부하의 크기를 의미한다. 부하구성비는 자료조사를 통해 수집되는 것이 아니라 수집 가능한 데이터를 바탕으로 추정해야 하는데, 부하구성비 추정은 용도별, 계절별 및 시간대별 부하곡선, 부하군별 상대계수 및 부하군별 에너지 구성비율 등의 입력 데이터를 이용한 알고리즘으로 달성할 수 있다. 부하구성비 추정에 관한 기존의 연구는 양적으로는 적으나, [1][2][3][4] 등의 연구가 꾸준히 진행되어 왔다. 본 논문에서는 이를 수요관리 분야에 이용하기 위해 자료 가공 및 검증이 가능한 알고리즘으로 변환하고 자료의 질을 높일 수 있도록 한다. 제안하는 알고리즘은 데이터의 검증 및 가공 단계로 분류하고 부하구성비에 시간대별 가중치를 부여한 것이 특징이고, 전체 부하의 약 55%를 차지하며 수요관리의 필요성이 높은 산업용을 대상으로 하였다. 한편, 조사된 데이터 중 유용한 데이터의 양은 전체의 약 10%로서 부하구성비 추정에 활용하기에는 신뢰도가 매우 낮다. 따라서, 데이터의 품질을 높일 수 있는 방안으로서 본 논문에서는 QFD (Quality Function Deployment) 기법을 도입하고 활용 방안을 제시한다.

2. 산업용 부하 데이터의 특징

2.1 수집된 데이터 분석

수집된 데이터는 부하곡선, 에너지 구성비, 제한값 및 상대계수 데이터로서 상세한 내용은 다음과 같다.

부하구성비를 추정하기 위하여 기본적으로 필요한 입력 데이터로서 계절별, 일형식별 및 용도별 부하곡선 데이터가 필요하다. 이 데이터는 용도별 연간 전력사용량, 월별 지수, 일형식별 부하지수 등의 입력자료로부터 산출하는 방법과 이미 조사된 데이터를 이용하는 방법이 있다. 본 논문에서는 후자의 방법으로 산출하였다. 먼저 1997~2001년 데이터를 수집·정리하고, 산업용 업종별 전력사용량 지표로 각 세부 업종별 전력사용량을 합산하여 부하곡선을 추정하였다. 한편의 산업용 부하 업종분류기준을 수용하여 20개 부하군으로 분류하였고, 각 세부 업종별·종류별 사용전력은 에너지관리공단에서 조사한 에너지 사용현황을 정리하였다. 부하의 종류는 전동력, 조명, HVAC, 공정열, 냉동/냉장, 전기화학, 기타 등 실제 산업체에서 주로 쓰이는 부하를 에너지구성비 순을 기준으로 하여 7가지 종류의 부하로 분류하였다. 각 종류별 부하는 측정방법이나 부하사용형태 등이 달라 신뢰도가 다를 수 있으므로 가장 낮은 신뢰도의 부하를 미지부하로 선정하여 그 부하에 대한 상대계수를 조정해야 한다. 자료 제공 기관이 공신력 있는 기관이고, 모든 부하군의 사용전력량을 측정하여 산출한 데이터이므로 신뢰도가 가장 높다.

업종별 사용 에너지 중에서 부하군별 에너지 구성비를 나타내는 데이터로서 업종별 전력사용량을 이용하여 부하군별 에너지의 구성비를 산출한다. 즉, 각 세부 업종별·종류별 사용전력량을 각 세부 업종별 사용전력량으로 나누어 [%]로 표시한 지표이다. 신뢰도 측면에서 부하곡선 데이터를 단순 가공하였으므로 신뢰도가 높다.

제한값 데이터는 얻기 어려운 상대계수에 대한 정보인 알려지지 않은 부하군의 제한된 수요에 대한 실무자들의 경험에 의해서 만들어진다. 데이터를 만든 실무자의 경험적 결정

† 교신저자, 正 會 員 : 弘益大學 電子電氣工學部 博士課程
E-mail : outward@naver.com

* 正 會 員 : 弘益大學 電子電氣工學部 教授 · 工博
接受日字 : 2005年 12月 28日
最終完了 : 2006年 1月 16日

에 따라 신뢰도가 달라질 수 있어 실제 측정된 데이터인 부하곡선 및 에너지구성비 데이터 보다 신뢰도가 떨어진다.

전력회사에서 많이 사용하는 값인 상대계수는 시간당 소비 전력을 평균 부하소비전력으로 나눈 값으로, 용도별로 대표 부하군들에 대하여 여러 종류의 조사 데이터를 이용하여 산출된다. 이 데이터의 신뢰 수준은 다른 어떤 형태의 부하보다도 낮다. 이는 다양한 상수와 경험에 의하여 추론되기 때문이다. 경우에 따라 각 부하군의 상대계수는 신뢰도가 다를 수 있으므로 신뢰도가 가장 낮은 부하를 미지부하군으로 정하고 그 미지부하군의 상대계수를 조정할 필요가 있다.

2.2 부하추정 알고리즘의 선택

부하구성비추정을 위하여 경험적 기법을 사용하고[2] 여기에 시간별 가중계수를 고려하였다. 이 방법의 목적은 시간당 전력수요와 각 부하군의 에너지 등의 조건들을 만족하는 상대계수 추정이다. 본 연구에서 수집된 자료특성상 부하 종류 중 적어도 한 개 이상의 상대계수는 확실하지 않았기에 경험 논리에 의한 알고리즘이 이용된다.

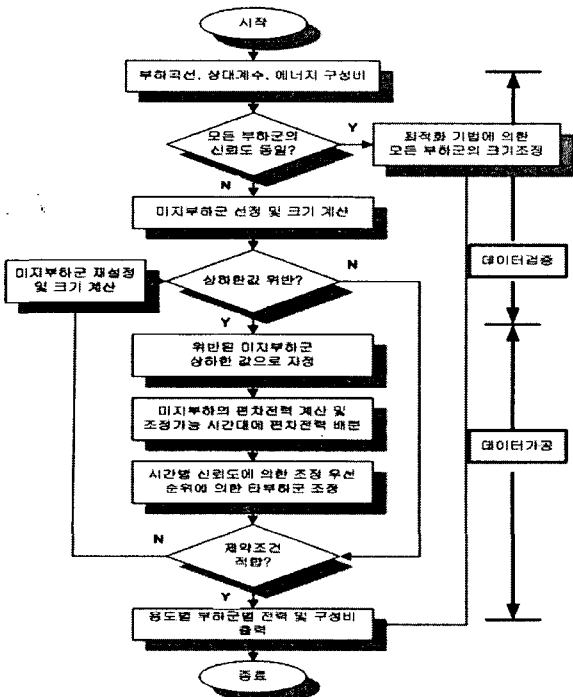


그림 1 제안하는 산업용 부하구성비 추정알고리즘 흐름도
Fig. 1 A Flow Chart for the Estimation Algorithm of the Load Composition Rate in Industrial Sector

3. 새로운 관점의 부하구성비 추정 알고리즘

기존의 부하 구성비 추정 알고리즘은 그림 1에서 "미지 부하의 편차전력 계산 및 조정가능 시간대에 편차전력 배분" 단계에서 조정되지 않은 편차전력 총 합계를 상하한값을 위반한 시간대의 개수로 나누어 일괄적으로 더해주는 방식을 사용했었다. 이 경우 (1)시간대별 미지부하의 변화가 크면 크기가 큰 시간대의 미지부하와 크기가 작은 시간대의 미지부하에 같은 양의 조정 전력량이 더해져서 부하의 패턴을 왜곡하는 결과를 나타낼 수 있고, (2)상대계수의 신뢰도가 시간별, 부하군별로 존재하는 것이 아니라 부하군당 단일값을 갖기

때문에 부하군별 신뢰도는 반영이 가능하나 시간에 관한 신뢰도는 반영이 불가능하다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 보완한 내용은 다음과 같다. (1)부하군의 크기에 비례하여 편차 전력을 가중 배분하는 방식을 사용하였다. 즉, 부하의 크기에 비례하는 가중계수를 두어, 편차전력 배분시에 가중계수를 곱하는 방법으로 부하의 패턴을 유지시키고자 하였다. (2)각 시간별로 사용자가 상하한값 편차의 크기를 조정함으로써 각 시간별 신뢰도를 반영하여 가중 배분하는 방법을 사용하였다. 즉, 단순히 부하의 크기에만 비례하여 부하를 조정하는 것이 아니라 제한값 데이터를 각 시간별로 입력해주는 것을 이용하여 제한값의 편차에 비례하는 시간별 신뢰도를 감안할 수 있는 가중계수를 도입하여 각 시간별 부하의 신뢰도를 감안한 편차전력 배분이 가능하게 하였다. 이 두 가지 방법을 동시에 사용함으로써 부하군의 크기와 각 시간대별 신뢰도를 고려한 부하구성비 추정 알고리즘을 개발하였다.

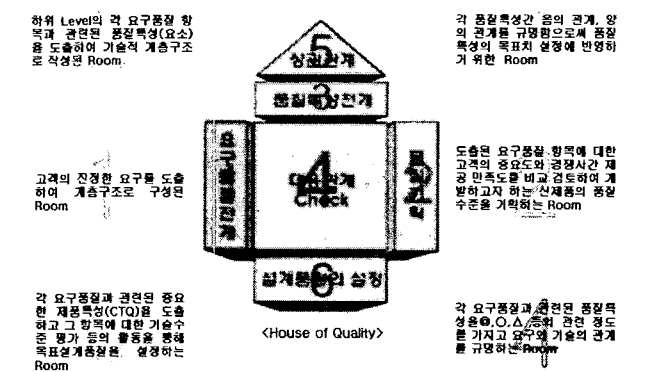


그림 2 HOQ의 구성
Fig. 2 The Composition of HOQ (House of Quality)

4. 데이터 신뢰도 향상을 위한 QFD 기법

품질전개는 고객의 요구를 제품의 구성요소와 서비스의 품질요소에 반영시켜 고객 만족도 및 설계 품질 향상을 추구하는 새로운 기법으로서 고객 요구 사항의 구체화부터 고객을 만족시키는 활동의 상세 개발까지 전 과정을 HOQ(House of Quality)를 통하여 논리적으로 도식화한다. 즉, 고객의 요구사항을 제품의 설계특성으로 변환하고 이를 다시 부품특성, 공정특성, 생산을 위한 구체적인 사양으로까지 변환하는 것이다. 본 논문에서는 상품을 데이터로 보고 상품의 요구품질항목에 우리가 원하는 데이터에 대한 요구 사항을 입력하여 QFD 기법을 사용하고자 한다. 우선 데이터 질을 평가하는 항목과 평가하고자하는 데이터나 데이터수집 방법론을 정할 때 친화도법 또는 계통도법을 사용하여 HOQ에 적용하게 되는데, 본 논문에서는 각 항목의 문제에 일관성을 주고, 문제의 중점을 명확히 하여 목적을 달성할 수 있는 계통도법을 사용한다. HOQ의 구성은 그림 2에 나타내었다.

5. 사례연구

5.1 부하구성비 추정결과

그림 3은 산업용 자동차공업 업종에 대한 부하구성비 추정의 시산 보인 것이다. 부하 구성비 추정 알고리즘은 20개의 부하군과 7개의 부하 종류로 분류하여 이를 모두 실행할 수

있는 알고리즘을 개발하였으나, 각 산업체의 부하 데이터의 일관성 결여로 인하여 부하 종류를 동력, 조명, 전열, 기타 등 4개의 부하 종류로 분류하여 추정하였다.

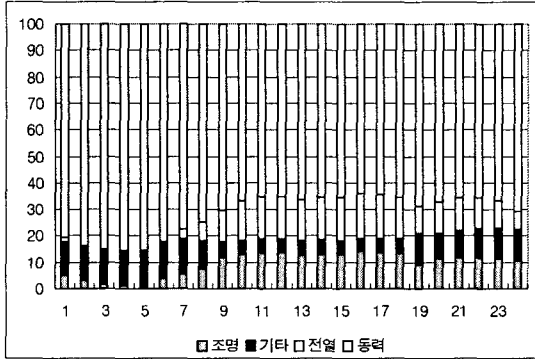


그림 3 자동차공업 부하구성비 추정의 예
 Fig. 3 An Estimation Sample of the Load Composition Rate in Automotive Industry

5.2 QFD 사례

먼저 HOQ의 품질특성 전개 부분에 필요한 산업용 데이터를 입력한다. 산업용 데이터는 일반데이터, 부하데이터, 비용데이터, 기술데이터, 시장데이터, 부하구성비로 분류하고, 각 분류별 데이터들을 세부 항목으로 다시 나눈다. 세부 항목을 하나의 계통도로 표현하는데, 상하관계가 명확하므로 계통도법을 사용하여 품질특성 계통도와 요구품질전개를 완성한다. 요구품질전개의 각 항목 가운데 정확성, 일치성, 완전성, 최신성에 각각 31.25[%], 12.5[%], 12.5[%], 18.75[%]로 가중치를 두었다. <그림 4>의 HOQ에서 1순위 데이터인 최대부하, 제조업종별 제조업체수, 지역별 제조업종별 제조업체수 데이터는 데이터 질이 우수한 것으로 나타났다. 그리고 39순위인 개별 기기별 상대계수와 수명시간 데이터는 데이터의 질이 매우 낮은 것으로 나타났다. 개별기기 상대계수와 수명시간

데이터 모두 정확성, 완전성, 신뢰성, 접근 가능성에서 매우 낮은 점수를 받았는데 이 항목들에 대한 질을 높이는 노력을 하여 데이터의 질을 높여야 한다. 위의 지붕 모양이 품질 특성 계통도의 데이터들 간의 상관관계를 나타내고 있다.

6. 결 론

수요관리에 사용할 수 있는 새로운 부하구성비 추정알고리즘을 개발하고 데이터품질 향상을 위한 QFD기법 활용방안을 제시하였다. 개발한 알고리즘은 검증 및 가공 부분 두 가지로 나누어져있어 경우에 따라 사용할 수 있도록 설계하였으며, 광범위하고 세분류된 자료를 체계적으로 수집하였고 수집된 자료를 분석한 결과 기존보다 부하 패턴이 맞도록 부하의 크기와 미지부하의 각 시간대별 신뢰도를 고려한 알고리즘을 개발하였다. QFD기법 도입을 통하여 데이터 신뢰도의 우선순위 및 품질 향상 방향을 설정할 수 있도록 하였다.

감사의 글

이 논문은 2003년도 홍익대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

[1] Kim, J. H., "Application of expert system to load composition rate estimation algorithm", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 14, No. 3, Aug., 1999
 [2] 김정훈, 지원철, 원종률, 심건보, "데이터 분석 및 검증시스템" 사업보고서 홍익대학교 과학기술 연구소 2003. 6
 [3] 임재운, 김형섭, 이재혁, 김정훈 "전문가 시스템을 도입한 부하구성비 추정", 대한전기학회 하계학술대회, pp. 345 - 349, 1991. 7
 [4] 임재운, 김정훈, "부하모델을 위한 합리적인 추정 방법에 관한 연구", 대한전기학회지, 제42권 7호, pp.21-31, 1993. 7

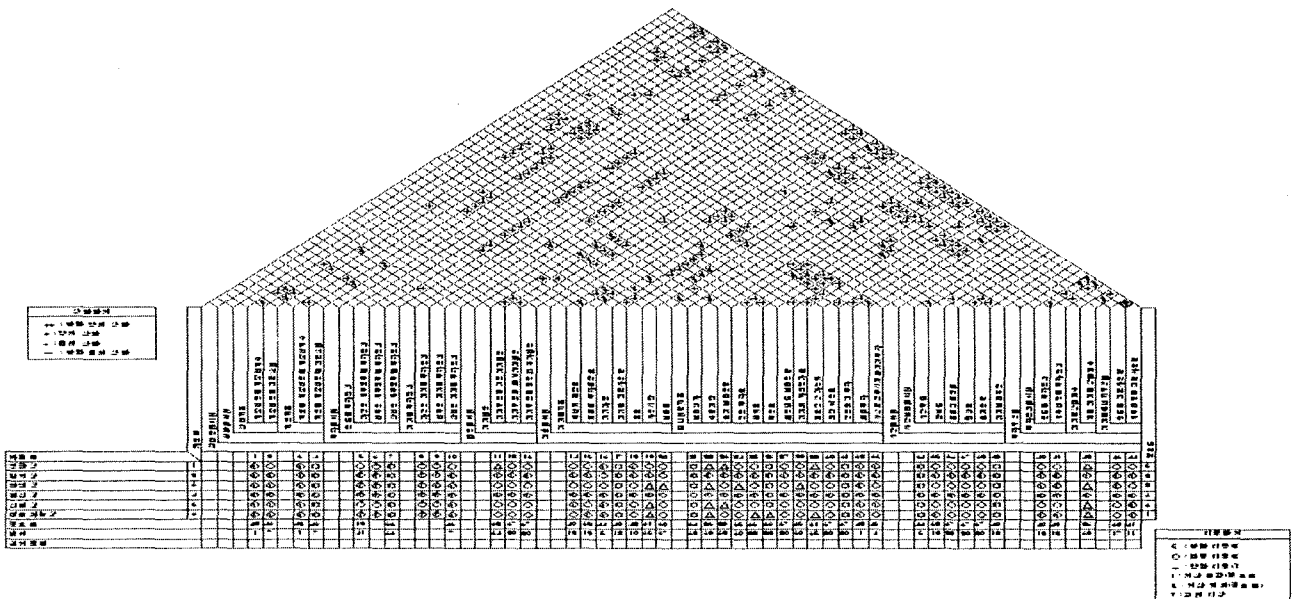


그림 4 HOQ 완성도
 Fig. 4 A Result of HOQ Diagram