

신기술 보급 및 DSM 정책이 부하기기 학습곡선에 미치는 영향

형성욱 김정훈
홍익대학교

The Influence of Introducing New Technologies and DSM Strategies on End-Use Learning Curves

Hwang, Sung-Wook Kim, Jung-Hoon
Hong-Ik University

Abstract - The change of the electricity charge from cost base to price base due to the introduction of the electricity market competition causes consumer to choose a variety of charge schemes and a portion of loads to be affected by this change. Besides, it is required the index that consolidate the price volatility experienced on the power exchange with gaming and strategic bidding by suppliers to increase profits. Therefore, in order to find a mathematical model of the sensitively-responding-to-price loads, the price-sensitive load model is needed. And the development of state-of-the-art technologies affects the electricity price, so the diffusion of high-efficient end-uses and these price affect load patterns. This paper shows the analysis on learning curves algorithms which is used to investigate the correlation of the end-uses' price and load patterns.

1. 서 론

전력산업 구조개편 따라 전력요금은 가격기준을 기반으로 하는 입찰을 통한 결정 구조로 변경될 것이기 때문에, 소비자는 다양한 요금의 전력을 구입할 수 있게 된다. 따라서 전력요금에 대한 관심이 고조될 것이고 전력요금에 따라 부하는 많은 영향을 받게되므로 부하 설비의 개발에 영향을 미치게 된다. 이러한 부하 설비는 신기술 개발 설비와 현 기술 발전 설비로 나눌 수 있고 또한 보급 시나리오 등의 전력수요관리(DSM) 정책에 영향을 받는 설비와 그렇지 않은 설비로 나뉘지며, 각각이 다른 형태로 발전될 것이다. 본 연구에서는 이러한 신기술 적용 부하기기의 신규 보급과 기존 기기의 대체 및 교체에 통하여 생산대수와 가격 특성에 미치는 영향을 살펴보고, 신기술 개발의 영향을 기존에 연구했던 학습알고리즘(3)[4]에 어떻게 적용할 수 있는지를 체계적으로 제안하고자 하며, 주요 부하기기를 대상으로 신기술 도입과 학습률의 관계를 추정하여 본다.

2. 본 론

2.1 부하기기 가격과 신기술 도입의 관계

부하기기 가격 변화 추이와 신기술 도입 시점을 고려하여, 가격의 증감 폭을 파악함으로써 상호 관계를 분석할 수 있다.

이를 구체적으로 분석하기 위해서는 먼저, 신기술을 도입한 기기가 기존의 어떤 기기를 대체하는 지에 대하여 파악해야 하는데, 예를 들어 컬러 TV의 출현은 TV 전 품목의 대체를 의미한다고 볼 수 있고, 평면 TV는 기존의 브라운관 기술을 채용한 TV를 점진적으로 대체해 간다고 볼 수 있다. 더 자세히는 25인치 TV가 21인치 TV를, 또 29인치 TV가 25인치 TV를 대체해 가는 것과 같이 규격의 대체까지 파악해야 한다. 또한, HDTV와 같이 수신 방식까지 대체하는 기술의 변화도

있다.

이어서 기존 기술과 기존 규격 기기의 가격 변화 추이를 신기술 도입 시점을 전후로 하여 검토해야 한다. 앞에서 언급한 기존 기술의 개선과 신종 기술의 개발이 각각 가격 변화에 주는 영향을 구별하여 검토할 필요가 있는데, 기존 기술의 개선은 작은 기술의 첨가를 통하여 판매를 증진할 목적이 크고 신종 기술의 개발은 시장 수요를 새롭게 창출하거나 이동시키는데 목적이 있기 때문이다. 또한, 기존 기술 개선의 경우에는 가격 변화가 미미할 수도 있으나, 신종 기술 개발의 경우에는 도입 초기에 비해 시간의 흐름에 따라 가격이 현저히 하락할 가능성이 있다. 즉, 기존 기술 개선의 경우에는 부하기기의 학습곡선 형태를 어느 정도 유지하면서 변화를 줄 것으로 예상되나, 신종 기술 개발의 경우에는 학습곡선의 왜곡 또는 급격한 변화를 가져올 수 있다.

신기술 도입 시점에서 기존 부하기기의 가격이 어떠한 변화가 있는지 정확히 분석하기 위해서는 구체적인 자료가 필요하며, 본 연구에서는 확보된 자료[1][2]를 바탕으로 TV의 경우에 한하여 그 방법론을 제안해본다. 1995년에 와이드 TV가 도입되었을 때, 기존의 일반 21인치, 25인치 TV의 가격변화에 각각 어떠한 영향을 주는 지 추정해보았다. 가격변화는 다음 표 1과 같다.

표 1 와이드 TV 도입에 따른 타 TV의 가격변화

연도 \ 기기	21인치		25인치	
	가격	변화율	가격	변화율
1994	484,000	-	754,000	-
1995	430,000	-11.2%	682,000	-9.5%
1996	416,000	-3.3%	633,000	-7.2%

1995년에 21인치 TV는 11.2%, 25인치 TV는 9.5% 하락하였고, 1996년에 21인치 TV는 3.3%, 25인치 TV는 7.2% 하락하였다. 이 결과를 분석하기 전에 먼저 가정해야 할 사항은 와이드 TV가 어떤 규격의 TV를 대체하느냐 하는 것이다. 즉, 와이드 TV가 25인치 TV를 대체한다고 가정하면, 25인치 TV의 가격 하락은 신기술을 채용한 와이드 TV가 기존 기기보다 고가일 것임에도 불구하고, 판매 전략에 의한 것이라고 볼 수 있고, 표 1에서 보듯이 21인치 TV의 가격 하락을 11.2% 유도했다고 볼 수 있다. 만일, 와이드 TV가 21인치 TV를 대체한다고 가정하면, 그 반대의 경우라고 할 수 있다.

부하기기 가격과 신기술 도입의 관계를 정밀하게 분석하기 위해서는 기기의 대체 현황과 함께 정확한 가격, 생산대수 등의 자료가 요청되는데, 이들을 모두 고려하여 부하기기 가격과 신기술 도입의 관계를 규명하기 위한 절차를 다음 그림 1과 같이 제안한다.

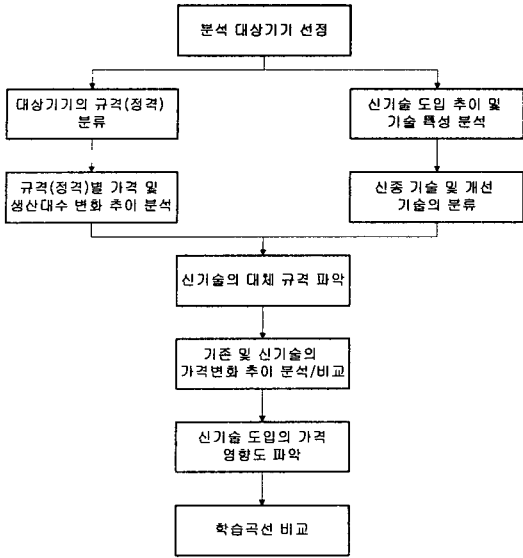


그림 1 신기술 도입의 부하기기 가격 영향 분석 절차

2.2 부하기기별 학습률 산정

부하기기의 학습률을 추정하기 위한 순서는 다음과 같다.

- (1) 기기별 규격별 보급현황 자료(1)를 근거로 각 부하기기의 대표규격을 선정한다.
- (2) 부하기기별 생산대수에 기기별 규격별 보급현황을 가장치로 곱하여 대표규격 기기의 연간 생산대수를 계산한다.
- (3) 연도별 규격별 기기 가격을 물가지수를 이용하여 불변가의 가격으로 전환한다.
- (4) 과정 (2)(3)을 통해 기기별 대표 규격 기기의 생산량에 따른 평균가격과 총가격 자료를 산출한다.

마지막으로 개별 부하기기의 학습률을 찾기 위한 알고리즘을 흐름도로 나타내면 다음의 그림 2와 같다.

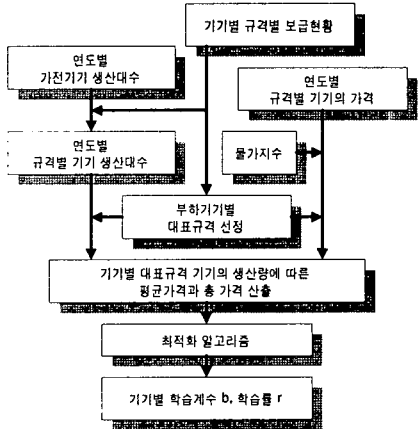


그림 2 부하기기별 학습률 추정 흐름도

2.3 학습률과 DSM 정책의 관계

부하기기별 가격변화 추이로부터 학습률을 추정할 수 있으며, DSM 정책에 의하여 신기술 개발을 도입한 부하기기의 학습률이 어떠한 영향을 받는지를 규명할 수 있다. 본 연구에서는, DSM 정책에 의한 학습률 변화의 영향을 부하기기별로 함수화시켰다. 현재, 확보된 가격 및 보급대수(또는 생산대수)에는 이미 DSM 기기가 포함되어 있으므로, 이를 포함한 학습곡선과 포함하지 않은 학습곡선의 관계로부터 지수를 찾아내었는데, 이 지수는 정책이 도입된 시점부터 계속해서 변화하는 형태를 나타내고 있는데 이 추세를 선형으로 가정하고 최소자승법에 의하여 곡선적합(curve fitting)함으로써 1차식 형태로 제한한다. DSM 정책 지수 $P(x)$ 의 각 계수 A, B는 $y = P(x) + y'$ 의 관계로부터 곡선적합 과정에서 구해진다.

$$P(x) = Ax + B \quad (1)$$

$$y = P(x) + y' \quad (2)$$

여기서,

- $P(x)$: DSM 정책 지수
- y : DSM 기기를 포함한 학습곡선
- y' : DSM 기기를 포함하지 않은 학습곡선

예로서, 전동기와 조명기기의 DSM 정책 지수를 구하여 DSM 정책이 학습률에 어떠한 영향을 끼치는 지 살펴보았다.

표 2 유도전동기의 DSM 정책 지수 추정

연도	누적생산대수	DSM 정책 고려 가격	DSM 정책 비고려 가격	지수 [P]
1990	6,978,492	22,623	22,623	1.0000
1991	16,145,942	21,636	21,636	1.0000
1992	21,120,334	25,436	25,436	1.0000
1993	28,099,758	25,150	25,150	1.0000
1994	32,882,018	27,980	27,980	1.0000
1995	35,350,141	33,738	33,738	1.0000
1996	44,407,445	32,351	32,295	1.0017
1997	53,929,331	31,253	31,125	1.0041
1998	56,584,480	33,003	32,772	1.0071
1999	64,160,408	32,292	32,015	1.0086

먼저, 전동기 가운데 60% 이상의 비중을 차지하는 유도전동기를 예로 들었다. 앞에서 학습률을 구하기 위하여 사용했던 자료로부터 고효율 유도전동기의 가격과 생산대수를 제외시키고, 제외된 부분만큼을 기존의 유도전동기가 차지한다고 가정하였다. 고효율 유도전동기를 고려한 평균가격과 기존 기기만을 고려한 평균가격을 연도별로 비교하였고, 앞의 표 2에서 보는 것처럼 두 가격의 관계로부터 지수를 찾아낸다.

지수는 DSM 정책 고려 가격과 비고려 가격의 관계를 나타내는 지수이며, 1992년에 “효율관리제도”(4)가 제정되면서부터 가격이 달라짐을 나타내고 있다.

이 지수를 곡선적합하여 함수로 표현하면 그림 3과 같이 제안하는 1차식으로 나타낼 수 있다. 그림 4는 DSM 정책을 고려한 학습곡선과 고려하지 않은 학습곡선을 동시에 나타내었는데, DSM 정책의 시행에 따라 기기 가격의 변화함을 유추할 수 있다.

$$y = 0.0004x - 3531 \quad (3)$$

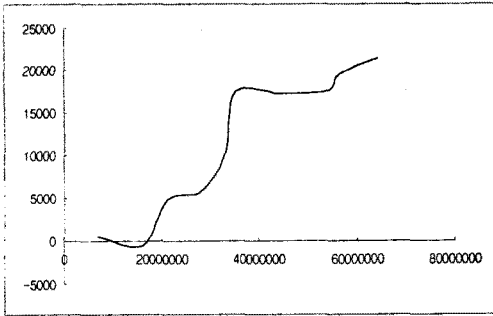


그림 3 유도전동기의 DSM 정책 지수 추정

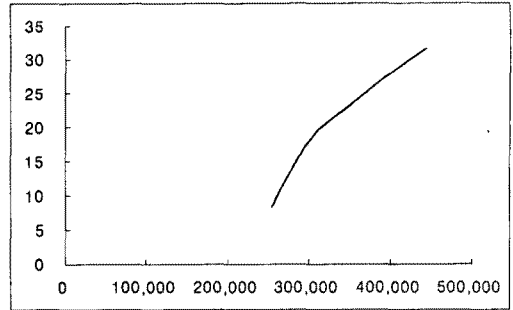


그림 5 직관형광등의 DSM 정책 지수 추정

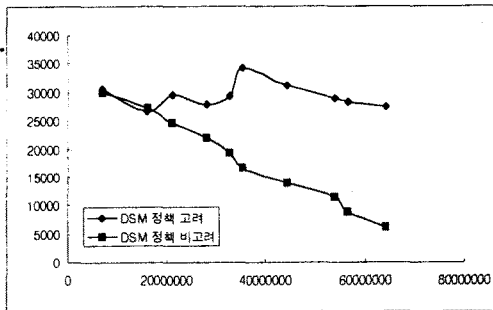


그림 4 DSM 정책 고려 및 비고려 학습곡선 비교(유도전동기)

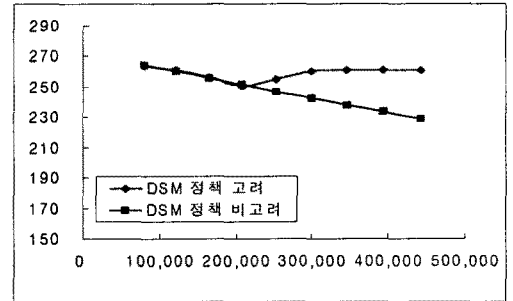


그림 6 DSM 정책 고려 및 비고려 학습곡선 비교(직관형광등)

조명기기의 경우, 1996년에 제정된 "고효율에너지기
자재 보급촉진에 관한 규정"[4]에 의하여 220V 40W×
1 직관형광등이 220V 32W×2 고효율 직관형광등으로
교체되었다고 가정하였다. 유도전동기의 예와 마찬가지로
DSM 정책을 고려한 경우와 고려하지 않은 경우로
나누어 두 가격의 관계로부터 표 3과 같이 DSM 정책
지수를 찾아내었다.

표 3 직관형광등의 DSM 정책 지수

연도	누적생산대수	DSM 정책 고려 가격	DSM 정책 비고려 가격	지수 [P]
1992	62,895	12,001	12,001	1.0000
1993	65,721	11,700	11,700	1.0000
1994	68,674	11,779	11,779	1.0000
1995	71,760	11,724	11,724	1.0000
1996	74,984	12,221	11,438	1.0685
1997	78,353	12,235	11,173	1.0951
1998	81,874	12,212	10,996	1.1106
1999	85,424	12,314	10,850	1.1350
2000	89,947	12,347	10,697	1.1543

이 지수를 곡선적합하여 함수로 표현하면 그림 5와
같이 제안하는 1차식으로 나타낼 수 있다.

$$y = 0.0001x - 19.189 \quad (4)$$

그림 6에 DSM 정책을 고려한 학습곡선과 고려하지
않은 학습곡선을 비교하였는데, DSM 정책을 고려한 학
습곡선이 누적생산대수 증가에 따라 가격을 증가시키고
있어, 오히려 기존 학습곡선의 반대 추세를 나타내어 왜
곡시키는 경향을 띠고 있다. 이러한 학습곡선의 왜곡에
도 불구하고 고효율 조명기기의 보급이 지속되고 있는
것은 정책의 강도가 앞에서 살펴본 전동기에 비해 크다
고 할 수 있다.

한편, 부하기기별로 더욱 정확한 DSM 정책 지수의
추정을 위해서는 규격별로 정확한 가격 변동과 생산량
변동 자료가 요청된다.

3. 결 론

본 논문에서는 신기술 도입과 부하기기의 가격의 영
향 관계를 규명하기 위한 절차를 제안하였으며, DSM
정책의 시행 현황을 조사하여 DSM 정책이 개별 부하기
기의 학습 알고리즘에 미치는 영향을 DSM 정책 지수를
도입하여 규명하였다. 신기술 도입의 경우, 학습곡선의
변화에는 큰 영향을 주지 않고, 오히려 시장 기능에 맡
기는 편이 적합함을 유추할 수 있었다. 한편, 유도전동
기와 직관형광등의 경우에 DSM 정책의 시행 여부에 따
라 가격의 상승 추이를 보여, DSM 정책의 도입이 오히
려 학습곡선을 왜곡시킬 수 있었다.

(참 고 문 헌)

※ 본 연구는 기초전력공학 공동연구소의 지원에
의해 수행되었음

- (1) 한국전력공사 전력경제처, "가전기기 보급률 조사연구", 1997.12
- (2) 에너지경제연구원, "에너지 통계연보", 1999
- (3) 황성욱, 김정훈, 송경민, 최준영, "전력산업 경쟁 환경에
서의 요금부하모델 수립을 위한 부하기기의 학습곡선 분
석", 대한전기학회 하계학술대회 논문집(A), pp.386-
388, 2001.7
- (4) 기초전력공학공동연구소, "전력산업 경쟁도입에 따른 요금
변화에 대한 부하모델수립 및 DSM 프로그램에 미치는
영향 평가에 관한 연구", 2001.10
- (5) 통계청 website, <http://www.nso.go.kr>
- (6) 산업자원부 에너지 통계시스템 website, [http://her.
keei.re.kr:3081/procom2/](http://her.keei.re.kr:3081/procom2/)