

포아송 프로세스 모델링을 통한 셋톱박스 에너지 절감 성능 분석

論 文
10-1-5

Performance Evaluation of Set-top Box Energy Saving using Poisson Process Modeling

김 용 호, 김 훈*

Yong-Ho Kim and Hoon Kim

Abstract

This paper considers a performance analysis of set-top box (STB) power saving schemes. STB converts the signal into content which is then displayed on the television (TV) screen, and there are typically two operation modes: on mode and stand-by mode. The total energy consumption (TEC), a typical measure of power consumption of STB, is defined by the sum of power consumption in each mode. Recently there are some works of STB power saving schemes that transit STB operation modes efficiently, and the mode transition time point of those schemes can be different. Thus it is required to develop a performance evaluation method that reflects mode transition time points of each scheme to get TEC correctly. This paper proposes a performance evaluation method for STB power consumption using Poisson process to consider the mode transition time point. By modeling STB mode transitions as events of Poisson process, the average time duration of STB mode is computed and accordingly the effect of power saving is evaluated. The performance evaluation result shows that the proposed method achieves 1 to 19% improvement in power consumption compared with a conventional performance evaluation method.

Keywords : set-top box, energy saving, poisson process, HDMI, auto power down

I. 서 론

세계적으로 에너지 소비의 급격한 증가로 화석 에너지 고갈, 지구온난화 등 에너지 문제가 대두됨에 따라 에너지 소비 감축과 효율 개선을 위한 연구개발 필요성이 제기되고 있다. 이에 따라 컴퓨터, 프린터, 복합기, 셋톱박스 (Set-Top box, STB) 등 에너지다소비기기에 대한 에너지 소비 절감이 매우 중요한 문제로 인식되고 있다[1].

셋톱박스의 경우 Television (TV) 시스템이 아날로그 방송에서 디지털 방송으로 전환되고, 디지털 TV와 Internet Protocol Television (IPTV) 등이 빠르게 보급됨에 따라 그 시장이 지속적으로

확대될 것으로 전망 된다[2]. 또한 Digital Video Recorder (DVR), Return Path, Video on demand (VOD), High Definition (HD) 수신 등 셋톱박스의 기능이 다중화, 복합화 됨에 따라 셋톱박스 소비 전력이 급격히 증가할 것임에 반해 대부분의 상용제품에서 에너지 절감 기술의 적용이 미흡한 상황으로 인식되고 있다. 이에 따라 세계 각국에서 셋톱박스 소비전력에 대한 규제 정책이 마련되고 있으며, 아울러 셋톱박스 소비 전력을 절감하기 위한 기술 개발과 절감 기술 적용시 에너지 소비 분석에 대한 관심이 높아지고 있다[3, 4].

셋톱박스 소비전력 절감을 위한 기술 분야는 크게 저전력 칩, 고효율 Switching Mode Power Supply (SMPS) 등 셋톱박스 각 동작 모듈단위의 저전력화 기술과 대기모드 전환 등 저전력 운용 기술 등으로 구분된다.

접수일자 : 2011년 02월 25일

심사일자 : 2011년 02월 27일

수락일자 : 2011년 03월 15일

*교신저자, E-mail : hoon@incheon.ac.kr

이 중 대기모드 전환 기법은 사용자의 셋톱박스 미사용 상황을 인지하여 셋톱박스 동작 상태를 대기모드로 전환함으로써 소비 전력을 절감한다[5, 6, 7]. [5, 6]에서는 사용자의 리모컨 입력 상황을 모니터링하고 일정시간 이상 미입력 상태가 지속된 경우 대기모드로 자동 전환하는 자동전환 기법 (Auto Power Down, APD)을 제안하였다. [7]에서는 사용자의 리모컨 입력 상황 모니터링과 함께 외부입력 기기 사용 정보를 기반으로 대기모드로 전환하는 기법을 제안하였다. 이와 같은 대기모드 전환 기법은 각각 리모컨 입력 정보를 기반으로 사용자의 셋톱박스 미사용 상황 인지 방법을 제안하고 있으며, 그에 따라 대기모드 전환 시점과 대기모드 동작 시간에 의해 에너지 절감 성능이 결정된다. 따라서 대기모드 전환 기법의 성능 분석을 위해 사용자의 리모컨 입력에 관한 모델링과 그에 따른 대기모드 전환 시간 분석이 요구된다.

기존 대부분의 셋톱박스 소비전력 분석은 제품별 ON모드 또는 대기모드 상태의 소비전력을 제시하는 방법이었다[8, 9]. 이 경우 각 모드에서 동작함을 전제로 소비 전력 비교가 가능하나, 모드별 동작 시간이 반영되지 않아 연간 소비 전력의 실제적인 에너지 소비 성능 분석이 어렵다. 이에 따라 최근 Energy Star, 에너지관리공단 등 관련 주요 기관에서 모드별 소비전력에 연평균 또는 일평균 동작시간을 곱하여 합산하는 방식의 에너지 소비 계산식이 제안되었다[3, 4].

그런데 [5, 6, 7]과 같이 최근 제안되고 있는 대기모드 전환 기법에서 각기 대기모드 동작 상황을 인지하는 방법을 제안하고 있으며, 각 기법에 따라 모드별 동작 시간이 상이하게 나타난다. 따라서 대기모드 전환 기법의 에너지 소비 성능 분석을 위해 각 기법별로 대기모드 진입 시점을 명확히 구분하고 대기모드 동작 시간을 각기 계산하는 방안이 요구된다.

본 논문에서는 대기모드 전환 기법의 모드별 동작시간을 구하는 방안을 제시하고 각 기법의 성능을 비교한다. 먼저 사용자의 리모컨 입력 시점을 포아송 과정 (Poisson process)으로 모델링하여 대기모드 전환 기법별 대기모드 전환 시점을 반영하는 방안을 제시한다. 또한 이를 바탕으로 대기모드 전환 기법에 따른 모드별 동작시간 및 연평균 소비전력 절감 효과를 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 셋톱박스 연동 TV 시스템 모델을 제시한다. 3장에서는 셋톱박스의 동작모드에 대해 설명하고, 자동모드전환 기법과 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법에 대해 설명한다. 4장에서는 셋톱박스 소비전력 분석 방법론을 제시하고 기법간의 성능을 비교 분석 한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구에 대한 결론을 정리한다.

II. 셋톱박스 연동 TV 시스템

본 논문에서는 그림 1과 같이 TV에 셋톱박스, DVD 플레이어, 컴퓨터, 콘솔게임기 등 외부입력 기기가 High Definition Multimedia Interface (HDMI)를 통해 연결되어 TV 방송 시청, 영화 감상, 오락 등의 다양한 서비스를 이용할 수 있는 TV 시스템을 고려한다. 셋톱박스는 방송사업자로부터 수신한 방송신호를 AV정보로 변환하여 사용자가 TV 방송을 시청할 수 있도록 지원하는 외부입력 기기이다. Digital Video Disc (DVD) 플레이어는 영화를 감상할 수 있도록 DVD 저장매체에 기록된 데이터를 AV정보로 변환하는 외부입력 기기이며, 컴퓨터는 인터넷 검색, 영화 감상, 오락, 각종 작업 등을 위해 이용되는 외부입력 기기이고, 콘솔게임기는 사용자가 비디오 게임을 목적으로 사용하는 외부입력 기기이다. TV는 셋톱

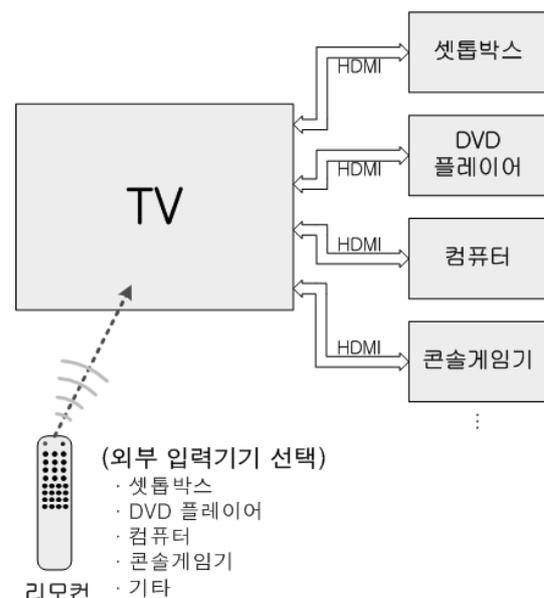


그림 1. 외부입력 기기가 연결된 TV 시스템
 Fig 1. TV system connected with external devices

박스를 포함한 외부입력 기기에서 전송하는 Audio & Video (AV)정보를 표시하는 디스플레이 장치이다.

TV와 외부입력 기기 간의 물리적인 연결은 HDMI로 연결되어 외부입력 기기의 AV정보를 HD 급으로 TV에 전송할 수 있고, 제어정보 송수신을 지원한다[10]. HDMI 케이블은 Transition Minimized Differential Signaling (TMDS), Display Data Channel (DDC), Consumer Electronics Control (CEC) 등으로 구성되며, TMDS는 AV정보 전송에 사용되며, DDC는 기기간의 규격, 화면 크기, 휘도, 화소 등 정보를 가지는 Enhanced Extended Display Identification Data (E-EDID) 확인에 사용되고, CEC는 기기 간에 상호제어를 위해 사용된다.

그림 1과 같이 외부입력 기기를 사용할 수 있는 TV 시스템에서 사용자는 리모컨을 이용하여 TV의 외부입력 채널을 변경함으로써 사용하고자 하는 외부입력 기기를 선택할 수 있다. 사용자가 셋톱박스를 이용하여 TV 방송을 시청하다가 다른 외부입력 기기를 사용하기 위해서는 리모컨을 이용하여 TV의 외부입력 채널을 변경해야한다. 이러한 경우 TV는 HDMI의 송수신 채널을 통해 외부입력 기기 사용 정보를 셋톱박스에 전송해 줄 수 있고, 셋톱박스는 이정보를 수신할 수 있음을 가정한다.

III. 셋톱박스 소비전력 절감 기법

본 장에서는 셋톱박스 동작모드에 대해 설명하고, 셋톱박스 소비전력을 절감하기 위한 자동모드 전환 기법과 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법에 대해 설명한다.

1. 셋톱박스 동작모드

셋톱박스 동작모드는 크게 방송신호를 수신, 변환하여 TV에 송출하는 ON모드와 최소한의 동작 지원을 위해 불필요한 전력을 절감하는 대기모드로 구분된다. 표 1에 셋톱박스 동작 모드별 기능에 대해 정리 한다.

ON모드에서 TV 방송 신호를 수신하여 TV에서 표현 가능한 AV 정보로 변환하고, 이를 TV에 전송하는 기능을 수행한다. 이 외에도 Electronic Program Guide (EPG) 및 펌웨어 업데이트, 리모컨 신호 수신, AV정보를 녹화하거나 녹화된 프로

그램 재생 등의 부가 기능이 동작할 수 있다.

반면에 대기모드에서는 방송신호 수신과 AV정보 변환, EPG 및 펌웨어 업데이트, 리모컨 수신 등이 이루어지며, TV로 AV정보를 송출하지 않으므로써 ON모드에 비해 상대적으로 적은 양의 전력을 소비한다.

표 1. 셋톱박스 동작모드
Table 1. Operation mode of set-top box

동작모드	기능
ON모드	<ul style="list-style-type: none"> ○ TV 방송신호 수신 ○ 방송신호를 AV 정보로 변환 ○ AV 정보를 TV로 전송 ○ 녹화/재생 등 부가기능 동작 ○ EPG 및 펌웨어 업데이트 ○ 리모컨 신호 수신
대기모드	<ul style="list-style-type: none"> ○ TV 방송신호 수신 ○ 방송신호를 AV 정보로 변환 ○ EPG 및 펌웨어 업데이트 ○ 리모컨 신호 수신

2. 자동모드전환 기법 (Auto Power Down)

자동모드전환 기법은 셋톱박스 ON모드 동작 상태에서 사용자의 리모컨 입력 상황 모니터링을 바탕으로 셋톱박스 미사용 상황을 인지하여 자동적으로 대기모드로 전환하는 방법이다. 자동모드 전환 기법의 셋톱박스 미사용 상황 인지는 사용자의 마지막 입력으로부터 미입력 지속 기준 시간 경과, 일정 시간 이후 사용자의 미입력 지속 여부를 최종 확인하는 대기모드 진입 경고창 표시 등의 절차에 의해 이루어진다. 만일 셋톱박스가 사용자의 셋톱박스 미사용 상황을 인지하면 ON모드에서 대기모드로 자동 전환한다. 그림 2에 자동모드전환 알고리즘을 도시한다. 여기서 사용자의 마지막 입력은 셋톱박스 스위치, 리모컨 등 입력 장치를 통한 채널 변경, 음량 조절, 메뉴 접속 등 사용자의 최종 입력을 의미한다.

3. 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법

외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법은 사용자의 리모컨 입력 상황 모니터링과 함께 외부입력 기기 사용 정보를 기반으로 셋톱박스 미사용 상황을 인지하여 셋톱박스 동작모드를 자동적으로 대기모드로 전환하는 기법이다. 이를

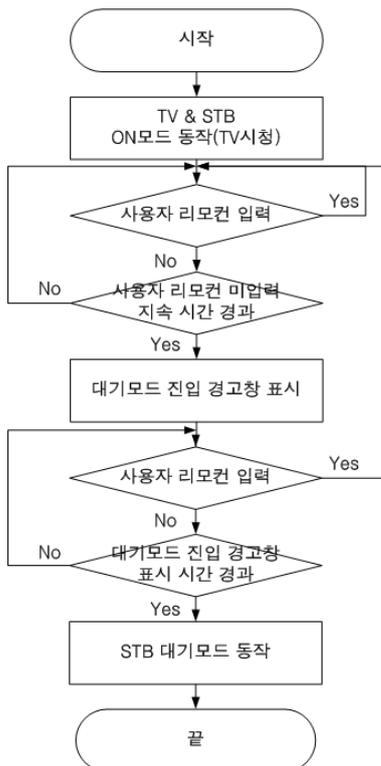


그림 2. 자동모드전환 알고리즘
Fig 2. Auto Power Down algorithm

통해 사용자가 외부입력 기기를 사용하는 경우, 자동모드전환 기법 대비 사용자의 리모컨 입력 상황 모니터링 시간 없이 셋톱박스 미사용 상황을 인지하여 불필요한 전력 소비를 절감하는 효과가 있다.

외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법은 크게 HDMI 송수신 채널을 통한 외부입력 정보 송신단계, 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동대기모드전환 단계 등으로 구성된다. 사용자가 TV 방송 시청 중 리모컨을 통해 셋톱박스 외의 다른 외부입력 기기 연결을 요청할 경우, TV는 해당 요청 정보를 HDMI의 CEC채널을 통해 셋톱박스로 전달한다. 셋톱박스는 해당 요청 정보가 도착한 경우 셋톱박스 외의 다른 외부입력 기기 사용 정보인지 확인하고, 이 정보를 기반으로 셋톱박스 동작모드를 ON모드에서 대기모드로 전환하여 불필요한 전력 소비를 방지한다.

IV. 포아송 과정 기반 소비전력 분석

1. 셋톱박스 소비전력 분석 방법

미국의 Energy Star와 EU의 Code of Conduct

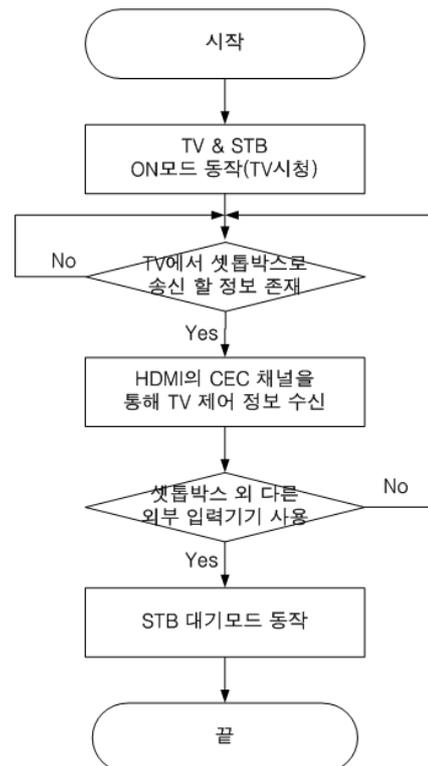


그림 3. 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 알고리즘

Fig 3. Auto Power Down algorithm based on the use information of external device

(CoC) 등에서는 셋톱박스 소비전력 분석 방법론을 제안하고, 셋톱박스 종류별로 연간 소비하는 Total Energy Consumption (TEC)을 제한한다. 셋톱박스 동작모드가 ON모드와 대기모드로 구성되는 경우, TEC 다음과 같이 계산 가능하다.

$$TEC = 0.365 \times (T_{ON}P_{ON} + T_{SB}P_{SB}) \quad (1)$$

$$= 0.365 \times (24 - T_{SB})P_{ON} + T_{SB}P_{SB}$$

식 (1)에서 T_{ON} 과 T_{SB} 는 각각 하루를 기준으로 ON모드와 대기모드 동작시간을 의미한다. 그리고 P_{ON} 과 P_{SB} 는 각각 ON모드와 대기모드 소비전력을 의미한다. 이와 같이 기존 셋톱박스 소비전력 분석은 모드별 소비전력에 연평균 또는 일평균 동작시간을 곱하여 합산하는 방식의 에너지 소비 계산식이 제안되었다.

그런데 최근 제안되고 있는 대기모드 전환 기법에서 각기 대기모드 동작 상황을 인지하는 방법을 제안하고 있으며, 각 기법에 따라 모드별 동작 시간이 상이하게 나타난다. 따라서 자동모드전환 기법, 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법 등 대기모드 전환 기법의 에너지 소비 성능 분석을 위해 각 기법별로 대기모드 진입 시

점을 명확히 구분하고 대기모드 동작 시간을 각 기 계산하는 방안이 요구된다.

2. 포아송 과정 기반 소비전력 분석 방법

본 논문에서는 사용자의 셋톱박스 사용을 모델링하여 대기모드 전환 기법에 따른 모드별 동작 시간 차이를 반영하는 성능분석 방법론을 제시한다. 사용자의 셋톱박스 사용은 임의의 시간에 발생하기 때문에 포아송 과정을 이용하여 분석할 수 있다. 일반적으로 포아송 과정은 단위 시간이나 단위 공간 내에 서로 독립적으로 발생하는 어떤 사건의 발생 횟수가 포아송 분포 (poisson distribution)를 따른다는 것을 의미하며, 연속 시간축 상에서 임의로 발생하는 사건을 묘사할 때 활용된다. 본 논문에서는 셋톱박스에서 다른 외부입력 기기으로 전환하는 이벤트 또는 다른 외부입력 기기에서 셋톱박스로 전환하는 이벤트 등이 포아송 과정을 따른다고 가정한다. 그리고 셋톱박스과 다른 외부입력 기기 간 전환 시점의 시간 차이가 포아송 분포를 따른다고 가정하여, 셋톱박스 모드별 동작 시간 차이를 분석한다.

일정 시간 τ 동안 셋톱박스과 다른 외부입력 기기 간 전환 횟수의 분포는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$P\{N(t+\tau) - N(t) = n\} = \frac{(\lambda\tau)^n e^{-\lambda\tau}}{n!}, n = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

식 (2)에서 $P(n)$ 는 τ 시간 동안 이벤트 발생 횟수가 n 일 확률을 의미하고, n 은 셋톱박스 또는 다른 외부입력 기기 간 전환 횟수를 의미한다. $N(t)$ 은 포아송 과정에서 $(0, t]$ 사이의 이벤트 횟수를 의미하고, $N(t+\tau)$ 은 포아송 과정에서 $(0, t+\tau]$ 사이의 이벤트 횟수를 의미한다. λ 는 셋톱박스 또는 다른 외부입력 기기 간 전환 이벤트 발생 비율을 의미하며, λ 가 높다는 것은 기기 간 전환이 빈번하게 발생하여 전환 시간이 빠르다는 것을 의미한다. 즉 전환 이벤트 발생 비율에 따라 셋톱박스 모드별 동작 시간 차이를 분석할 수 있으며, 이를 통해 대기모드 전환 기법별 셋톱박스 소비전력 분석이 가능하다.

이때 자동모드전환 기법 적용에 따른 연간 소비전력 $TEC_{(1)}$ 은 다음과 같이 계산 가능하다.

$$\begin{aligned} TEC_{(1)} &= 0.365 \times (T_{ON(1)} P_{ON} + T_{SB(1)} P_{SB}) \\ &= 0.365 \times (24 - T_{SB(1)}) P_{ON} + T_{SB(1)} P_{SB} \end{aligned} \quad (3)$$

식 (3)에서 $T_{ON(1)}$ 과 $T_{SB(1)}$ 는 포아송 과정 적용에 따른 자동모드전환 기법의 ON모드와 대기모드 동작시간을 의미한다. 여기서 ON모드 동작시간은 하루를 기준으로 사용자가 셋톱박스를 사용하는 시간과 셋톱박스 미사용을 모니터링 하는 시간으로 구성된다.

외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법 적용에 따른 $TEC_{(2)}$ 는 다음과 같이 계산 가능하다.

$$\begin{aligned} TEC_{(2)} &= 0.365 \times (T_{ON(2)} P_{ON} + T_{SB(2)} P_{SB}) \\ &= 0.365 \times (24 - T_{SB(1)} - T') P_{ON} \\ &\quad + (T_{SB(1)} + T') P_{SB} \end{aligned} \quad (4)$$

식 (4)에서 $T_{ON(2)}$ 과 $T_{SB(2)}$ 는 포아송 과정 적용에 따른 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드 전환 기법의 ON모드와 대기모드 동작시간을 의미한다. 식 (4)에서 T' 는 셋톱박스 외의 다른 외부입력 기기 사용에 따라 셋톱박스 미사용을 모니터링 하는 시간을 의미하며, 다음과 같이 계산한다.

$$T' = \sum_m T_m'(t) \quad (5)$$

$$T_m'(t) = \min(T_m(t), T_{th}), 0 \leq t \leq 24 \quad (6)$$

식 (6)에서 T_m 은 m 번째 외부입력 기기 사용 시간을 의미하고, T_m' 는 m 번째 셋톱박스 외의 다른 외부입력 기기 사용에 따라 셋톱박스 미사용을 모니터링 하는 시간을 의미한다. 미입력 지속 기준시간, 경고창 표시시간 등 자동모드전환을 위한 셋톱박스 미사용 모니터링 시간을 T_{th} 로 나타낸다. 따라서 식 (5)의 T' 는 셋톱박스 외의 다른 외부입력 기기 사용 시간 T_m 에 따라 달라질 수 있다.

셋톱박스 소비전력은 하루를 기준으로 셋톱박스 외의 다른 외부입력 기기를 사용하는 횟수와 외부입력 기기 사용 시간 등에 의해 에너지 절감 효과는 달라질 수 있다. 따라서 본 논문에서는 포아송 과정을 이용하여 셋톱박스 또는 다른 외부입력 기기 간 전환 시점을 분석한다. 이를 통해 셋톱박스 모드별 동작 시간을 분석할 수 있으며, 대기모드 전환 기법별 에너지 절감효과를 분석할 수 있다.

3. 소비전력 성능분석

모의실험을 통해 셋톱박스 또는 다른 외부입력 기기 간 전환에 따른 셋톱박스 대기모드 전환 기

법별 TEC를 비교 분석한다. 셋톱박스 또는 다른 외부입력 기기 간 전환 비율에 따라 자동모드전환 기법과 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법을 적용하는 경우 셋톱박스에서 소비하는 연평균 소비전력을 어느 정도 절감할 수 있는지

표 2. 모의실험 파라미터
Table 2. Simulation parameters

Parameters	Value
셋톱박스 미사용 모니터링 시간 (T_{th})	1 (h)
ON모드 소비전력 (P_{ON})	24 (W/h)
대기모드 소비전력 (P_{SB})	18 (W/h)
셋톱박스와 외부입력 기기 간의 전환 이벤트 발생 비율 (λ)	0.01 ~ 5

분석하여 대기모드 전환 기법별 성능을 확인한다.

표 2에 모의실험 환경에 대한 파라미터 값을 정리한다. T_{th} 는 기존 문헌에서 제시된 범위 중 소비 전력 절감 효과가 가장 클 것으로 예상되는 가장 작은 값인 1시간으로 한다[7]. 셋톱박스 ON모드와 대기모드 소비전력은 각각 24 (W/h), 18 (W/h)라고 가정한다[4]. 하루를 기준으로 셋톱박스와 외부입력 기기 간의 전환 이벤트 발생 비율을 0.01 ~ 5로 변화시킴으로써 기기 간 전환 시간 비율을 다르게 적용한다.

그림 4에 셋톱박스 또는 다른 외부입력 기기 간 전환 이벤트 발생 비율 변화에 따른 TEC를 도시한다. 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모

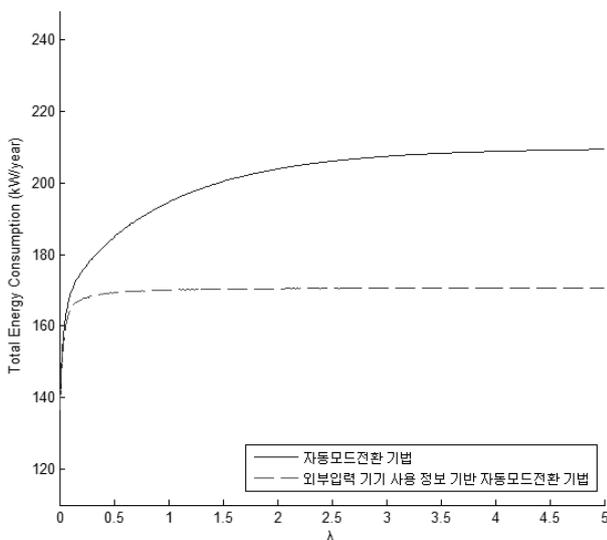


그림 4. 외부입력 기기 사용 이벤트 발생률(λ) 변화에 따른 연평균 소비전력

Fig 4. Annual energy consumption for the expected events rate of use of external devices

드전환 기법은 셋톱박스 외의 다른 외부입력 기기를 사용하는 경우 즉시 대기모드로 전환한다. 반면에 자동모드전환 기법은 외부입력 기기 사용 시점으로부터 T_{th} 를 확인하고 대기모드로 동작하기 때문에 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법보다 많은 전력을 소모한다. 즉 셋톱박스 또는 다른 외부입력 기기 간 전환 이벤트 발생 비율이 증가할수록 자동모드전환 기법의 경우 T_{th} 만큼 ON모드 시간이 증가하여 셋톱박스 TEC가 증가함을 보인다. 모의실험 결과 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법이 자동모드전환 기법에 비해 약 1~19 % 정도의 연평균 전력 소비량을 절감하는 효과가 있음을 보인다.

V. 결 론

본 논문에서는 사용자의 셋톱박스 사용을 모델링하여 대기모드 전환 기법에 따른 모드별 동작 시간 차이를 반영하는 성능분석 방법론 및 성능 분석 결과를 제시 하는데 목적을 둔다. 제안하는 셋톱박스 소비전력 분석 방법론은 포아송 과정을 이용하여 사용자의 외부입력 기기 전환 시점을 반영하여 보다 정확한 모드별 동작 시간 차이 및 소비전력 절감 효과를 분석한다. 모의실험을 통해 외부입력 기기 사용 정보 기반 자동모드전환 기법이 자동모드전환 기법에 비해 약 1~19 % 정도 셋톱박스 연간 소비전력을 절감하는 효과가 있음을 보인다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국 에너지 기술평가원(2010T100200175)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

[참고 문헌]

- [1] 에너지관리공단, 대기전력저감 프로그램 운용 규정, (<http://kempia.kemco.or.kr>), Feb. 2010.
- [2] BizFinder, 셋톱박스(Set-Top Box)의 시장 기술 보고서, 중소기업청, Oct. 2009.
- [3] Energy Star, Program Requirement for Set-top Boxes

- Version 4, (<http://www.energystar.gov>) Jan. 2011.
- [4] EU-CoC, Digital TV Service Systems Code of Conduct Version 8, (<http://ec.europa.eu>), July 2009.
- [5] British Sky Broadcasting Group, The Bigger Picture Review, (www.jointhebiggerpicture.com), 2007.
- [6] Ken Dale, Draft proposal for a '1-hour' auto-standby function for STB, Pace, 2005.
- [7] 김용호, 최윤범, 오남걸, 김훈, "외부 입력기기 사용 정보 기반 셋톱박스 대기모드 전환 기술", 한국정보통신설비학회, vol. 9, no. 4, pp. 124-130, 2010.
- [8] Energy Star, Set-top Box Qualified Product List, (<http://www.energystar.gov>) Feb. 2011.
- [9] 에너지관리공단, 효율관리제도 대기전력우수제품목록 (<http://kempia.kemco.or.kr>), May, 2011
- [10] High-Definition Multimedia Interface Specification Version 1.3a, (<http://www.hdmi.org>), Nov. 2006.

Biography



김용호

2010년 인천대학교 전자공학과 졸업

2010년~현재 인천대학교 전자공학과 석사과정

<관심분야> 저전력 셋톱박스, 에너지-IT 융합, 차세대 이동통신 시스템, 센서네트워크

<e-mail> kim_yong_ho@nate.com



김훈

1998년 KAIST 전자공학과 (공학사)

1999년 KAIST 전자공학과 (공학석사)

2004년 KAIST 전자공학과 (공학박사)

1998년~2001년 ETRI 위촉연구원

2004년~2005년 삼성전자 책임연구원

2005년~2007년 정보통신부 통신사무관

2007년~2008년 Stanford Univ. 박사후연구원

2008년~현재 인천대학교 조교수

<관심분야> 저전력 셋톱박스, 에너지-IT 융합, 차세대 이동통신 시스템, 센서네트워크

<e-mail> hoon@incheon.ac.kr