네트워크 연동을 지원하는 대기모드를 가진 셋톱박스의 대기전력 저감 방법

박현호, 변성원, 정의석, 박영수, 이용태, 류원
한국전자통신연구원
hyunhopark@etri.re.kr, swbyon@etri.re.kr, esjung@etri.re.kr, yspark@etri.re.kr,
ytlee@etri.re.kr, wlyu@etri.re.kr

Standby Power Saving Mechanism of a Set-Top Box having Standby Mode that Supports Network Interworking

Hyunho Park, Sungwon Byon, Jung Eui Suk, Young-Su Park, Yong-Tae Lee, Won Ryu
Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

최근, 텔레비전을 시청하지 않는 대기 상태에서의 셋톱박스의 대기 전력이 여타 가전기기의 대기 전력보다 10 배 이상을 상회하고 있어, 셋톱박스의 대기전력 저감은 국가적으로도 관심을 받고 있다. 셋톱박스의 대기전력 저감을 위해 대기상태의 셋톱박스의 최소전력 동작 모드인 수동대기모드가 제안되었지만, 셋톱박스가 수동대기모드에서는 셋톱박스의 업데이트 및 제어가 어려우므로, 셋톱박스의 수동대기모드 활용은 어려울 것이다. 본 논문은 수동대기모드에 가까운 대기전력을 소모하면서도 대기상태에서도 셋톱박스의 업데이트를 제공할 수 있는 망연동수동대기 모드를 정의하고, 망연동수동대기모드를 이용한 셋톱박스의 업데이트를 위한 셋톱박스 제어 기법을 제안하고, 이 제어 기법을 위한 셋톱박스와 네트워크의 구조, 기능, 시그널링에 대해 설명한다. 본 논문의 망연동수동대기모드와 제어 방안은 셋톱박스 사업자 측면에서 활용성이 높으므로, 낮은 대기전력을 소모하는 셋톱박스 시장을 활성화하여 국가 및 세계적인 전력 감소에 큰 기여를 할 것이다.

1. 서론

최근, 석유와 석탄과 같은 화석 자원의 사용을 통한 지구 온난화 현상과, 여름철과 겨울철 집중된 전력 수요 때문에 블랙아웃(Black Out)과 같은 대정전 사태로 인해, 전력 소모 저감 방안이 국내뿐만이 아니라 전세계 적으로 큰 관심을 받고 있다. 국가 및 세계적인 전력 소모 저감을 위해 댁내에서 사용하는 가전기기의 전력소모 저감이 필요하고, 특히 가전기기가 외부 전원과 연결된 상태에서 해당 기기의 주기능(예: 셋톱박스인 경우 방송서비스 제공)을 수행하지 않으나 않으나 전원에 연결되어 있는 대기상태에서의 전력소모인 대기전력의 저감 방안이 논의 되고 있다[1]. 가전기기 중 대기상태에서 전력소모가 가장 높은 가전기기는 셋톱박스로서, 대부분의 가전기기의 대기전력 소모가 1W 미만인데 비해 셋톱박스의 대기전력 소모는 평균 12.27W 로 일반 가전기기의 대기전력 소모의 10 배 이상의 상회한다[2]. 이러한 높은 셋톱박스의 대기 전력 소모 때문에 국내 및 국외에서도 셋톱박스의 대기전력 소모에 대한 규재를 강화하고 있다[1, 3, 4, 5]. 국내 효율기자재 운용규정은 셋톱박스의 대기상태의 동작 모드를 최소 전력으로 동작하는 수동대기모드(Passive Standby Mode)와, 영상 및 음향 수신 및 처리와 같은 주기능 지원하지 않지만 EPG(Electronic Program Guide) 및 펌웨어(Firmware) 업데이트와 CA(Conditional Access) 메시지 처리와 같은 백그라운드 기능은 지원하며 전력소모를 허용하는 능동대기모드(Active Standby Mode)로 나누어 정의하였고, 수동대기모드는 1W 로 능동대기 모드는 IPTV(Internet Protocol Television)와 위성방송 셋톱박스에서는 5W, 케이블 방송 셋톱박스에서는 6W 로 규제하여 수동대기모드나 능동대기모드의 전력소모 중 하나라도 만족시키기를 규정하고 있다[1]. 그러나, 수동대기모드의 셋톱박스는 네트워크 인터페이스가 활성화 되지 않아 셋톱박스의 업데이트 및 제어가 어려우므로 셋톱박스 사업자 입장에서 대기상태의 셋톱박스를 수동대기모드로 설정할 필요성이 적어 셋톱박스의 대기전력 저감 효과는 미미할 수 있다.

본 논문은 대기상태에서도 네트워크 연동을 지원하여 셋톱박스 업데이트를 가능하게 하면서도 수동대기모드에 가까운 전력소모 저감 효과를 줄 수 있는 망연동수동대기모드(Network-Assisted Passive Standby Mode)를 제안하고, 망연동수동대기모드를 이용한 셋톱박스 업데이트 방안을 제안한다. 망연동수동대기모드는 기존의 수동대기모드에서 네트워크 인터페이스를 더 활성화시킨 모드로서, 전력소모는 수동대기모드에서 네트워크 인터페이스 활성에 필요한 정도의 전력만 더 소모하지만, 셋톱박스의 업데이트가 필요할 때에는 셋톱박스를 운용하는 서버가 셋톱박스를 능동대기모드로 천이시키도록 명령하고, 명령을 받은 셋톱박스는 능동대기모드로 전환하여 셋톱박스의 업데이트를 진행할 수 있다. 망연동수동대기모드는 셋톱박스 사업자 입장에서 수동대기모드보다 활용성이 좋아, 기존의 수동대기모드를 보완하거나 대체하는 용도로 사용되어

셋톱박스의 대기전력 저감의 중요한 방편으로 사용될 수 있다. 본 논문에서는 이러한 망연동수동대기모드에서의 셋톱박스 업데이트를 지원하기 위한 기법, 셋톱박스와 네트워크의 구조, 기능, 시그널링에 대해 설명한다.

2. 망연동수동대기모드

셋톱박스의 전력소모 규제에서는 셋톱박스의 주기능인 방송서비스를 제공하지 않은 상태에서 외부로부터 전원을 공급받는 대기상태의 동작모드를 능동대기모드와 수동대기모드로 나누고, 이 두 모드에서의 셋톱박스의 전력소모를 정의하였다[1, 5]. 능동대기모드는 영상 및 음향을 제공하는 등의 셋톱박스의 주기능을 수행하지 않지만 EPG 및 펌웨어 업데이트와 보안을 위한 CA 메시지 처리 등의 백그라운드 기능을 제공하는 모드로서, 셋톱박스의 상태와 동작을 관리하는 셋톱박스 사업자가 대기상태의 셋톱박스를 업데이트하고 제어하기 용이한 모드이다. 수동대기모드는 주기능 및 부기능의 동작을 지원하지 않고 리모콘의 입력에 따라 능동대기모드나 주기능을 지원하는 온모드로 천이할 수 있는 모드로 대기상태에서 최소한의 전력을 소모하지만, 셋톱박스 사업자 입장에서는 대기상태의 셋톱박스를 업데이트하거나 제어하기 용이하지 않은 모드이다. 셋톱박스의 전력소모 규제에서는 수동대기모드에서의 셋톱박스 소모전력을 1W, 능동대기모에서의 셋톱박스의 소모전력을 IPTV 와 위성방송 셋톱박스에서는 5W 로 케이블 방송 셋톱박스에서는 6W 로 규제하였다. 즉 수동대기모드는 최소한의 대기전력을 소모하지만 셋톱박스 사업자의 제어가 불가능한 모드이므로 실제로 활용되기는 어려울 것이며, 능동대기모드의 5~6W 전력소모는 국가적인 차원의 전력소모 저감에 큰 기여는 하지 못할 것으로 보인다.

본 논문에서 제안하는 망연동수동대기모드는 기존의 수동대기모드에서 이더넷(Ethernet) 인터페이스와 같은 네트워크 인터페이스를 활성화시킨 모드로서, 수동대기모드와는 달리 네트워크 시그널링을 통한 능동대기모드로의 천이가 가능한 모드이다. 망연동수동대기모드를 가지는 셋톱박스는 셋톱박스 사업자가 셋톱박스 업데이트를 진행하고자 할 때에 네트워크 시그널링을 통해 셋톱박스를 능동대기모드로 천이를 명령할 수 있고, 능동대기모드로 천이된 셋톱박스는 업데이트를 수행할 수 있다. 망연동수동대기모드는 기존의 수동대기모드에서 네트워크 인터페이스를 위한 0.5W 미만의 전력만 추가로 소모하는 모드로서 1.5W 미만의 전력 소모를 필요로 할 것이라 예측된다, 셋톱박스 사업자의 요구와 국가적인 대기전력 저감에 대한 요구를 동시에 만족시킬 수 있는 모드이다. 망연동수동대기모드를 가지는 셋톱박스를 제어하기 위해서 셋톱박스의 대기모드를 제어할 수 있는 서버와 시그널링이 필요하다. 3 장은 망연동수동대기모드를 지원하는 셋톱박스와 이 셋톱박스를 제어할 수 있는 대기모드 제어서버의 아키텍처(Architecture)를 설명하고, 4 장은 망연동수동대기모드에서 동작하는 셋톱박스의 네트워크 시그널링을 이용한 대기전력 저감기법에 대해 설명한다.

3. 망연동수동대기모드를 지원하는 셋톱박스와 네트워크의 아키텍처

그림 1 은 망연동수동대기모드를 지원하는 셋톱박스와 네트워크의 아키텍처를 보여준다. 그림 1 에서 보이는 바와 같이 아키텍처는 셋톱박스, 셋톱박스 대기모드 제어서버, 셋톱박스 업데이트 서버로 구성된다. 셋톱박스 대기모드 제어서버는 대기상태의 셋톱박스의 대기모드를 기록하고 셋톱박스의 대기모드 천이를 명령하는 서버이다. 셋톱박스 업데이트 서버는 셋톱박스에 필요한 EPG, 펌웨어, CA 메시지 전달 등과 같은 셋톱박스 업데이트에 대한 데이터를 가지고 있는 서버를 통칭한다. 기존의 셋톱박스 제어 방안에 비하여 바뀌는 부분은 회색영역인 셋톱박스와 셋톱박스 대기모드 제어서버이다.

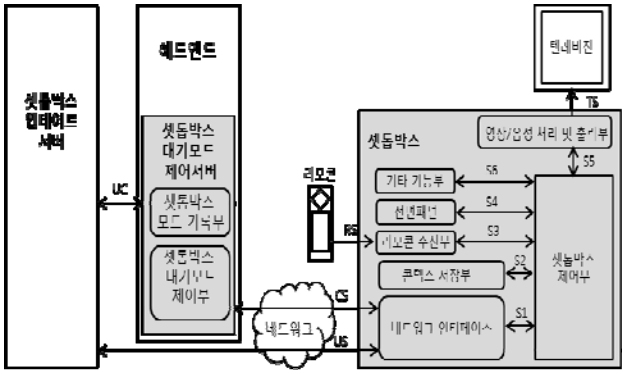
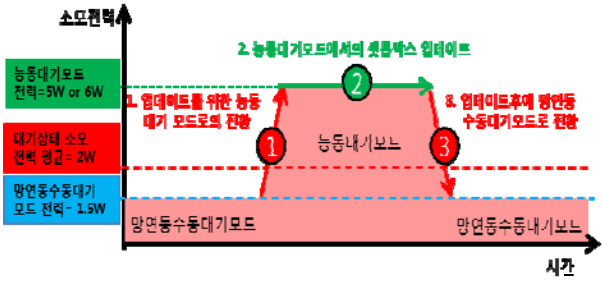


그림 1. 망연동수동대기모드를 지원하는 셋톱박스와 네트워크의 아키텍처

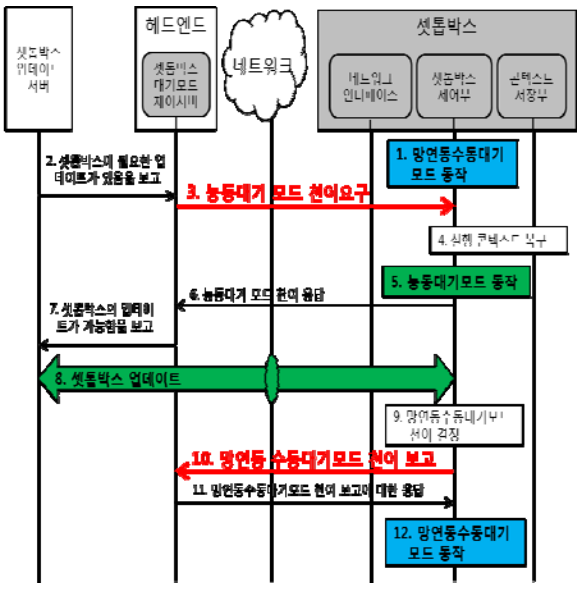
셋톱박스는 셋톱박스 제어부, 이더넷 인터페이스, 콘텍스트 저장부, 리모콘 수신부, 전면패널, 영상/음성 처리 및 출력부, 기타 기능부로 구성된다. 셋톱박스 제어부는 셋톱박스 내부 동작을 제어하며 CPU(Central Processing Unit)으로 구현이 가능하다. 콘텍스트(Context) 저장부는 수동대기 모드와 망연동수동대기모드 진입전에 수행 콘텍스트를 저장하거나 능동대기 모드나 온모드로 천이 시에 수행 콘텍스트를 복구시킬 수 있는 플래시 메모리로서 온모드로의 천이시간을 단축시키는 기능을 한다. 영상/음성 처리 및 출력부는 영상 및 음성 디코더(예: H.264, MPEG), 영상처리(예: SD 혹은 HD 해상도에 맞게 영상 편집), 영상출력(예: Composite, Component, HDMI), 오디오 출력을 포함한다. 전면패널은 셋톱박스의 기본 기능인 시간 및 셋톱박스 상태 표시를 하는 디스플레이 기능 블록이며, 기타 기능부는 셋톱박스의 부가 기능을 가지는 부분으로 외부 기기와 셋톱박스의 무선 통신 연결을 제공하는 Bluetooth 와 무선랜 인터페이스가 될 수 있다. 셋톱박스 제어부는 S1~S6 까지의 인터페이스를 이용하여 셋톱박스의 내부 기능블록의 동작 및 전력 공급여부를 제어한다. 셋톱박스의 외부 기기와 데이터 전달 및 시그널링은 TS, RS, CS, US 가 담당하며, 각각 텔레비전, 리모콘, 셋톱박스 대기모드 제어서버, 셋톱박스 업데이트 서버와의 인터페이스이다. 셋톱박스 업데이트 서버는 셋톱박스가 온모드나 능동대기 모드에 있을 때 셋톱박스와 셋톱박스 업데이트 서버간의 인터페이스인 US 를 통하여 셋톱박스를 업데이트 하고, 셋톱박스가 망연동수동대기모드일 때는 UC 인터페이스를 셋톱박스 대기모드 제어서버에 전송할 업데이트 데이터가 있음을 알린다. CS 와 US 인터페이스를 통과하는 네트워크는 IP 기반 네트워크나 HFC(Hybrid Fiber Coaxial) 네트워크가 될 수 있다.

4. 망연동수동대기모드를 지원하는 셋톱박스의 네트워크 시그널링을 이용한 대기전력 저감

본 장에서는 망연동수동대기모드를 지원하는 셋톱박스의 네트워크 시그널링을 이용한 대기모드 저감기법을 설명한다. 그림 2 는 대기전력 저감 기법을 설명하기 위한 그림으로, 대기전력 저감 기법에 대한 개념을 나타낸 그림 2(a)와 대기전력 저감 기법을 위한 네트워크 시그널링을 설명한 그림 2(b)로 구성된다. 그림 2(a)에서 설명되었듯, 대기상태의 셋톱박스가 망연동수동대기모드에서 1.5W 정도의 전력을 소모하며 동작하다가, 셋톱박스의 업데이트가 필요한 경우 능동대기모드로 천이하여(과정 1), 셋톱박스는 5W 혹은 6W 의 전력을 소모하며 셋톱박스 업데이트를 진행하고(과정 2), 업데이트가 종료한 후에 망연동수동대기모드로 다시 복귀한다(과정 3). 이때 EPG 업데이트와 같은 셋톱박스의 업데이트가 약 30 분 간격의 주기로 주기당 3 분 이내에 업데이트를 실행한다고 가정한다면, 대기상태의 셋톱박스가 소모하는 전력을 평균한 값은 약 2W 임을 추정할 수 있다.



(a) 대기전력 저감 기법의 개념도



(b) 대기전력 저감 기법을 위한 네트워크 시그널링

그림 2. 네트워크 시그널링을 이용한 대기전력 저감 기법

그림 2(b)는 그림(a)의 개념을 네트워크 시그널링을 사용하여 구체화한 것이다. 셋톱박스가 망연동수동대기모드로 동작하고 있을 때(단계 1), 셋톱박스 대기모드 제어서버가 셋톱박스 업데이트 서버로부터 셋톱박스에 필요한 업데이트가 있음을 보고 받으면(단계 2), 셋톱박스 대기모드 제어서버는 셋톱박스의 업데이트를 위해 셋톱박스에게 능동대기모드로의 천이를 요구한다(단계 3). 능동대기모드 천이를 요구 받은 셋톱박스는 망연동수동대기모드로 천이하기 전에 메모리에 저장한 실행 콘텍스트를 복구하여(단계 4), 능동대기모드로 천이시킨 후(단계 5)에, 셋톱박스 대기모드 제어서버에 능동대기모드로의 천이가 이루어졌음을 보고한다(단계 6). 셋톱박스 대기모드 제어서버는 셋톱박스 업데이트 서버에게 능동대기모드로 전환한 셋톱박스가 업데이트를 수행할 수 있음을 보고하고(단계 7), 셋톱박스 업데이트 서버는 셋톱박스를 위해 필요한 업데이트를 수행한다(단계 8). 셋톱박스 업데이트가 끝난 후에 셋톱박스는 망연동수동대기모드로의 천이를 결정하고(단계 9), 망연동수동대기모드로의 천이를 보고하기 위한 단계 10 과 단계 11 을 수행한 후에, 셋톱박스는 망연동수동대기모드로 천이한다(단계 12).

셋톱박스의 대기모드 제어에 사용되는 네트워크 시그널링은 IPTV, 케이블방송, 위성방송과 같은 매체의 네트워크 프로토콜 및 셋톱박스 사업자의 운영방법에 따라 달라질 수 있다. 예를 들면, IPTV 셋톱박스인 경우에는 네트워크 시그널링이 TCP/IP 를 따를 것이고 케이블방송은 DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification) 표준을 따를 것이므로, IPTV 셋톱박스와 케이블방송 셋톱박스의 네트워크 시그널링은 차이가 있을 수 있다[6]. 그리고, 셋톱박스 사업자 별로 셋톱박스의 식별자(예: IP 주소)와 셋톱박스 운용의 방법이 다를 것이다. 이러한 이유로 셋톱박스의 대기모드 제어를 위한 네트워크 시그널링은 매체마다 다르게 설계 되어야 하며, 셋톱박스 사업자마다 다른 셋톱박스의 운용방식을 가지게 될 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 네트워크 연동을 지원하는 대기모드인 망연동수동대기모드를 가진 셋톱박스의 대기전력 저감 방법을 제안하였다. 망연동수동대기모드는 수동대기모드에 가까우면서도, 셋톱박스의 업데이트를 가능하게 하여 셋톱박스 사업자에게 널리 쓰일 수 있는 대기모드이다. 본 논문에서는 망연동수동대기모드의 셋톱박스의 업데이트 방안과 시그널링을 설명하여 낮은 전력을 소모하는 셋톱박스의 구현과 운용에 중요한 가이드라인을 제시할 수 있을 것이다.

차후 논문에서는 매체 별로 달라지는 시그널링과 운용방식을 제안할 것이다. 셋톱박스 매체 별로 달라지는 네트워크 프로토콜과 운용기법을 연구하여 매체 별로 최적화된 셋톱박스의 시그널링과 운용방식을 제안하면, 본 논문에서 제안된 기술의 구현과 상용화에 큰 기여를 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의

정보통신 · 방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음.[R0112-14-1059, 유료방송용 셋톱박스 소비전력 저감 기술 개발]

참고문헌

[1] 산업통상자원부 고시 2015-28 호, “ 효율관리기자재 운용규정”, 산업통상자원부, 2015 년 2 월.

[2] “ 2011 년 전국 대기전력 실측 조사”, 한국전기연구원, 2012 년 6 월 14 일

[3] “ Program Requirements for Set-top Boxes”, ENERGY STAR®, Oct. 2014.

[4] “ Code of Conduct on Energy Efficiency of Digital TV Service Systems”, European Commission, Jul. 2013.

[5] TTAK.KO-04.0150/R1, “ 댁내 디지털 콘텐츠 공유 기능이 내장된 셋톱 박스 에너지 저감 기법”, 한국정보통신기술협회, 2013 년 3 월.

[6] CM-TR-OSSIv3.0-CM-V01-080926, “ Data-Over-Cable Service Interface Specifications: DOCSIS 3.0 OSSI Configuration Management Technical Report”, CableLabs, Sept. 2008.