

셋톱박스의 에너지 효율 개선에 관한 연구

이 상 학[†] · 윤 정 미^{††}

요 약

방송 신호를 수신하여 TV 등의 디스플레이 장치로 전달하는 셋톱박스는 다른 가전과는 다르게 대기모드, 즉 저전력모드가 존재하지 않는다. 이는 기술적 제약과 운용상의 이유로 인한 것이다. 현재 셋톱박스의 전원을 리모컨으로 끄면 방송을 시청하는 온모드 대비 80~90%의 높은 소비전력을 보인다. 이는 1W 미만으로 동작하는 다른 가전에 비해 월등히 높은 것이다. 국내 및 해외 선진국들은 셋톱박스의 에너지 효율을 높이고자 하는 정책을 시행하고 있다. 본 논문에서는 셋톱박스의 에너지 효율을 개선하고자 저전력 셋톱박스를 설계하고 진행 중인 개발에 대해 기술한다. 저전력 모드를 지원하는 SoC, 전원 모드를 구분하여 동작하도록 하는 시스템 하드웨어 및 소프트웨어, 그리고 방송사와의 연동을 통한 전원관리를 이루는 미들웨어 등이 핵심 개발 내용이다. 그리고 이를 통해 이룰 수 있는 에너지 소비 절감 효과를 보인다.

키워드 : 셋톱박스, 저전력, 대기전력, 효율개선, 시스템 설계

Study on Improving Energy-Efficiency of Set-top Box

Lee Sang Hak[†] · Yun Jung Mee^{††}

ABSTRACT

Set-top Box which receives broadcasting signal and delivers it to display device such as TV usually doesn't have low-power mode, standby power mode. On the other side, most consumer electronics support standby power mode. The main reasons come from technical barriers and operational stability. Set-top box normally consumes 80~90% power of active mode even though turning off. This is much higher compared to other consumer electronics which consume less than 1W in standby power mode. However, most developed countries including Korea are enforcing the regulations which enhance energy efficiency of set-top box. This paper describes design and development of low-power set-top box. Key technologies are SoC supporting low-power mode, system hardware and software operating in separated power mode, and middleware managing the power with broadcasting system. Finally, we show energy saving expectation through development and proliferation.

Keywords : Set-Top Box, Low-Power, Standby Power, Energy Efficiency, System Design

1. 서 론

셋톱박스는 케이블, 위성, 지상파, IP 등의 매체를 통해 방송 신호를 수신하고 이를 영상, 음성 신호로 변환하여 TV나 각종 AV 장치로 전달하는 역할을 수행한다. 이러한 셋톱박스는 방송의 고품질화, 다양한 서비스 증가로 인해 다기능화되고 고성능화되는 경향을 보이고 있다. 최근 경향은 저장 장치의 내장, 하이브리드 방식 등으로 다양한 기능이 추가되고 있다. 이로 인해 셋톱박스의 소비전력이 증가하는 추세를 보이고 있다. 그러나 사용자가 시청하는 온모

드(On mode) 상태에서의 소비전력 증가도 에너지 효율 측면에서 개선해야할 문제지만 시청하지 않는 유휴상태, 즉 대기모드(Standby mode)에서의 높은 소비전력은 더욱 큰 에너지 문제를 보인다.

대부분의 다른 가전제품은 대기모드 시의 소비전력이 대부분 1W 미만으로 동작한다. 이는 한국을 포함한 대다수의 선진국에서 정부 정책을 통해 규제하는 영향도 있지만 가전 내의 부품 단위에서의 효율이 높아진 기술적 이유도 있다. 그러나 셋톱박스의 경우 기술적 문제와 방송 시스템 운용상의 제약으로 인해 이를 실현하지 못하고 있는 실정이다. 기술적 문제는 셋톱박스의 핵심 부품이라 할 수 있는 SoC(System on Chip)에서 저전력 모드를 지원하지 않고 방송 미들웨어 역시 이를 뒷받침하지 않고 있다. 다른 더욱 큰 이유는 방송사업자가 서비스 품질 저하의 우려로 인해 이를 도입하기를 주저하기 때문이다. 셋톱박스의 유통구조

※ 이 논문은 지식경제부의 재원으로 시행하는 에너지자원기술개발사업의 '저전력 셋톱박스 기술개발'(과제번호: 20102010100071)로 수행되었음.

† 정 회 원: 전자부품연구원 책임연구원

†† 정 회 원: 전자부품연구원 선임연구원

논문접수: 2011년 2월 11일

수정일: 1차 2011년 3월 29일, 2차 2011년 4월 7일

심사완료: 2011년 4월 9일

를 보았을 때, 대부분의 셋톱박스는 방송사업자가 일괄 구매 후 가입자에게 임대하는 방식이기 때문에 구매력을 지닌 방송사업자에 의한 규격 개발이 이루어지고 있다. 따라서 대기모드 도입에 따른 방송 화면 출력의 지연이나 유지보수 과정에서 발생할 수 있는 문제 등은 방송사업자에게 직접적 영향을 줄 수 있다. 따라서 해결되어야 할 사항은 기술개발을 통해 저전력 셋톱박스를 구현하고 이러한 셋톱박스에서도 기존 수준의 방송 및 부가 서비스의 품질 유지를 해야 하는 것이다.

본 논문에서는 셋톱박스의 에너지 효율을 개선하고자 하는 설계 및 개발을 기술한다. 2장에서는 셋톱박스의 에너지 소비 현황과 이를 규제하는 각국의 관리 제도에 대해 기술한다. 이는 기술 개발의 목표를 설정하는데 주요한 근거이기 때문이다. 3장에서는 이를 토대로 저전력 셋톱박스를 만들기 위해 요구되는 기술적 요구사항을 정의한다. 4, 5장에서는 설계된 주요 내용과 개발 방향에 대해 상세히 기술한다. 마지막으로 향후 개발이 완료되어 보급되는 시점에 기대되는 에너지 절약 측면과 기술적 발전 사항에 대해 언급하고자 한다.

2. 셋톱박스의 에너지 소비현황 및 효율관리 제도

셋톱박스는 전송방식에 따라 분류할 수 있다. 지상파, 케이블, 위성, 그리고 IP 셋톱박스이다. 다음은 유료 방송이나, 무료 방송이나에 따라 단순 셋톱박스와 복합 셋톱박스로 나뉜다. 즉, CAS(Conditional Access System)의 유무에 따라 구분된다. 이 밖에 HD 지원여부, 저장매체 유무 혹은 전송방식이 두 가지가 혼합된 경우 등 다양한 분류를 할 수 있다. 물론 HD지원, 저장기능, 전송방식이 기존 지상파, 케이블, 위성파 IP가 결합한 경우는 소비전력이 늘어날 수밖에 없다. 이는 이전에 비해 에너지 소비가 증가하는 추세이고 향후 기능 추가와 고화질 처리에 따라 더욱 증가할 전망이다. 셋톱박스의 전원소비 상태 구분에 대한 명확한 이해를 위해 국내 '대기전력저감 프로그램 운용 규정'에 나와 있는 정의를 살펴본다[6].

- 온모드(On Mode): 기기가 전원에 연결되어 있고 주면의 장치에 대한 신호의 제공을 포함한 주기능을 수행하는 상태
- 수동대기모드(Passive Standby Mode): 리모컨을 이용해 전원을 오프 시킨 상태로 기기가 전원에 연결되어 있고 주기능을 수행하지 않지만 리모컨이나 내부 신호를 통해 다른 모드로 바뀔 수 있는 상태
- 능동대기모드(Active Standby Mode): 리모컨을 이용해 전원을 오프 시킨 상태로 기기가 전원에 연결되어 있고 주기능을 수행하지 않지만 리모컨이나 내부 신호를 통해 다른 모드로 바뀔 수 있거나 서비스 제공자로부터 최소한 수준의 데이터를 수신하고 있는 상태
- 오프모드(Off Mode): 전원 스위치를 이용해 전원을 오프 시킨 상태로 기기가 전원에 연결되어 있고 어떤 기능도

수행하지 않으며 리모컨, 내부 또는 외부 신호를 통해 다른 모드로 바뀔 수 없는 상태

기본적으로 온모드, 대기모드, 오프모드로 구분될 수 있으며, 대기모드는 다시 능동대기모드와 수동대기모드로 구분하여 각 상태별 기능에 대해 기술하였다. 이와 같은 상태 정의는 국내와 해외의 EnergyStar, CoC 등이 유사하다.

셋톱박스가 소비하는 연간 전력량을 가정 내의 다른 가전 기기와 비교하면 좀 더 구체적인 현황을 알 수 있다. 일반적인 케이블/위성 수신 셋톱박스는 연간 150KWh를 사용하여 세탁기(연간 115KWh)보다 조금 높고 32인치 브라운관 TV(200KWh)보다 낮은 수준이다. DVR기능이 있는 셋톱박스의 경우 연간 200KWh를 소비한다. DVR 기능이 있는 HD 셋톱박스의 경우 연간 350KWh를 소비하여 260KWh를 소비하는 PC보다도 많은 전력을 소비한다. (출처: Annual Energy Use of Common Household Appliances, NRDC¹⁾-2008)[1]. 통계에서 보이는바와 같이, 셋톱박스의 기능이 추가되고 사양이 고도화됨에 따라 연간 소비전력은 급격히 늘어난다.

셋톱박스의 종류별로 구분하여 소비전력을 알아본 차트가(그림 1)이다. 유형을 다섯 가지로 구분하여 기본형, 독립형 저장장치, HD 지원 수신기, 저장기능이 추가된 기본형, 저장기능이 추가된 HD 지원 수신기로 나누었다. 각 유형별 시료의 수는 25, 8, 9, 5, 10개이다.

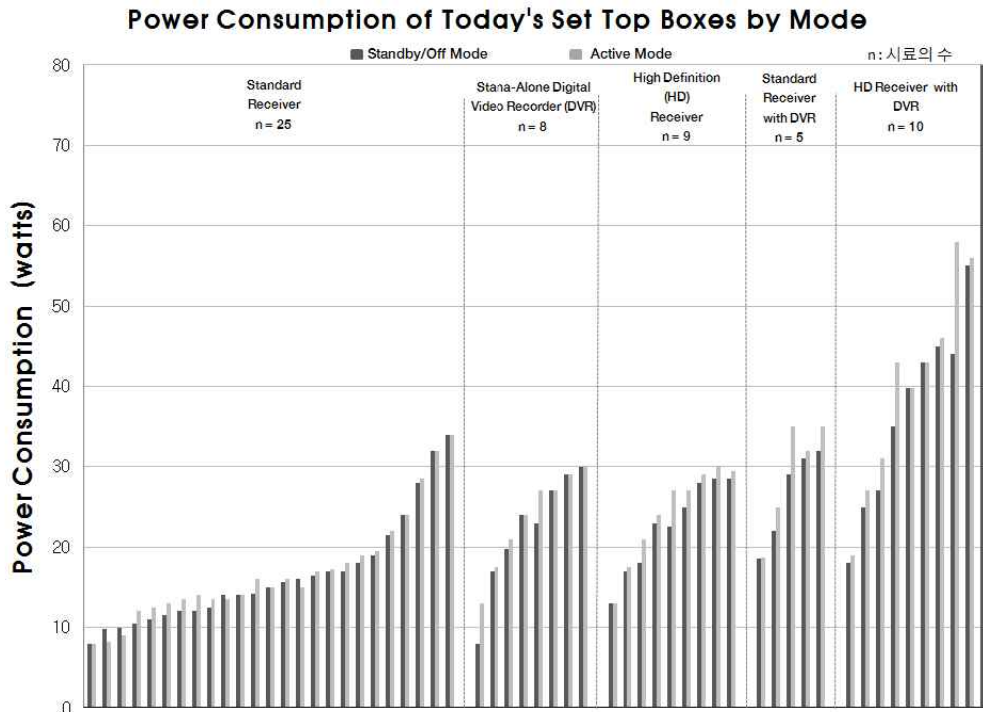
현재의 셋톱박스는(그림 1)에서 나타난 것처럼 정상 모드 대비 대기/오프 모드의 소비전력 차이가 거의 없다. 이처럼 높은 소비전력에도 불구하고 다른 가전과 다르게 대기모드를 도입하지 못하는 이유는 방송서비스의 품질 저하에 대한 우려 때문이다. 방송사업자는 시청자가 방송을 시청하지 않는 상태라도 업데이트 정보를 송신한다. 펌웨어, 미들웨어, 애플리케이션 등의 업그레이드가 수시로 이루어진다. 또한 시청자가 셋톱박스를 다시 켜고 방송이 바로 화면에 나와야 하지만 지연이 발생하기 때문이다. 이러한 품질저하가 해결되지 않고 단순히 소비전력을 낮추는 목적만으로는 대기전력을 도입하기 어려운 실정이다.

그러나 우리나라를 포함한 선진 각국들은 셋톱박스의 소비전력 현황을 파악하고 이를 규제하고자 하는 제도를 마련해 추진하고 있다. 대표적으로 미국 Energy Star 와 유럽의 CoC의 효율기준이 있다.

〈표 1〉 Energy Star의 셋톱박스 효율 기준 [2,3,4]

구 분	Annual Energy Allowance(kWh/year)
Effective Date	2011/01
Cable	50
Satellite	56
IP	36
Terrestrial	22
Thin-Client/Remote	22

1) NRDC(National Resource Defence Council): 천연자원보호협회, 미국에 근거한 비영리 환경단체



(그림 1) 셋톱박스 유형별 온모드/대기모드 소비전력 통계(출처: NRDC, 2008) [1]

<표 2> EU의 CoC의 셋톱박스 효율 기준[5]

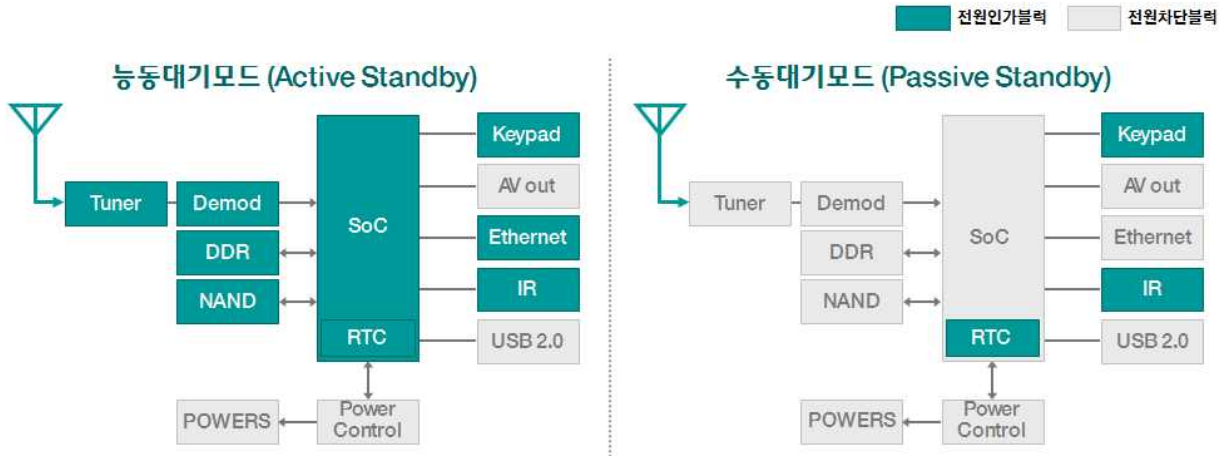
구 분	Tier1 Annual Energy Allowance(kWh/year)	Tier2 Annual Energy Allowance(kWh/year)
Effective Date	2010/01	2013/01
Cable	70	50
Satellite	88	56
IP	45	36
Terrestrial	27	22
Thin-Client/Remote	27	22

두 제도 모두 연간 소비전력으로 효율 규제를 시행하고 있다. 하지만 이를 자세히 들여다보면 일반적인 하루의 시청시간과 비 시청시간으로 나누어 계산해 보면 시청하지 않는 대기모드 시의 소비전력 개선에 집중되어 있음을 알 수 있다. 미국의 경우 2011년부터의 기준이고 유럽의 경우 Tier1은 2010년부터, Tier2는 2013년부터 시행된다. 둘 다 강제기준은 아니지만 사실상의 업계 기준이 되고 있다. 국내에서는 이와 다르게 대기전력만을 다루는 지식경제부의 ‘대기전력저감 프로그램 운용 규정’이 있다. 이 기준은 <표 3>과 같다. 현재 수동대기모드를 지원하는 셋톱박스는 극소수이므로 대부분이 능동대기모드 기준에 맞춰 있다. 하지만 이 기준은 대부분의 국내 유통되는 셋톱박스가 온모드에서도 만족하는 수치로 효율 개선에 도움이 되지 않고, 이 때문에 최근 개정 작업 중에 있다.

<표 3> 한국의 셋톱박스 대기전력 기준 [6]

구 분	케이블	위성	IP
수동대기모드 소비전력 (권장사항)	≤1.0W	≤1.0W	≤1.0W
능동대기모드 소비전력	≤10.0W (+최대 10.0W)	≤10.0W (+최대 10.0W)	≤10.0W (+최대 10.0W)

본 논문에서는 이러한 현황을 개선하고자 저전력 셋톱박스를 설계하고 개발하는 내용을 기술한다. 기존 셋톱박스과 동일한 수준의 품질을 유지하면서 소비전력을 낮출 수 있는 셋톱박스의 개발을 목표로 한다.



(그림 2) 셋톱박스 전원모드별 내부 블록도

3. 저전력 셋톱박스의 요구사항

저전력 셋톱박스를 개발하기 위해서는 필요로 하는 요소 기술에 대해 분석할 필요가 있다. 이를 위해 셋톱박스를 구성하는 주요 부품과 세부기술에 대해 알아보고 이들을 어떻게 개선해야 할지에 대한 요구사항을 도출한다. 셋톱박스를 이루는 주요 부품에 대해 알아보면 우선 하드웨어와 소프트웨어로 나누어 볼 수 있다. 하드웨어의 주요 구성 요소는 SoC, 튜너, 복조기, 네트워크 인터페이스, AV 출력 부품 등이다. 소프트웨어는 방송 미들웨어가 핵심이며 이를 뒷받침하는 운영체제, 그리고 애플리케이션으로 구성된다. 셋톱박스는 방송 시스템에 연결된 일종의 네트워크 기기이다. 따라서 셋톱박스에서만 대기모드를 지원한다고 하여 완성되는 것은 아니고 방송 서버에서도 병행하여 개선이 이루어져야 한다[10].

우선 셋톱박스 내부에서 대기모드를 지원하기 위해 가장 먼저 이루어져야 할 것은 핵심부품인 SoC의 전원제어 기능 지원이다. 국내 시장의 대부분을 점유하고 있는 외산 SoC의 경우 전원모드가 세분하여 지원되지 않기 때문에 늘 온모드로 동작하거나 끄는(off) 방식밖에 구현할 수 없다. 대부분 SoC의 내부 블록은 프로세서 코어 블록과 미디어 처리부로 구성된다. 프로세서 코어 부분에서 다양한 전원모드를 지원하고 이에 따른 내부 블록의 전원 처리가 우선되어야 한다. SoC를 기반으로 하는 시스템 단위에서는 개별 블록별 전원제어가 이루어져야 한다. 즉, SoC가 저전력 모드로 들어가더라도 사용자의 입력과 방송정보를 수신할 수 있도록 시스템 설계가 이루어져야 한다. 다른 한편으로는 전원 공급장치가 내장될 경우를 대비하여 고효율의 전원 공급장치가 지원되어야 한다[7].

소프트웨어 관점에서 보면 운영체제 커널부에서 전원제어 모듈이 지원되어야 하며 이를 사용자가 제어할 수 있도록 사용자 인터페이스가 있어야 한다. 또한 방송서버와 전원제어 및 업데이트 정보 수신을 위한 미들웨어의 전원 관리가

새롭게 개발되어야 한다. PC의 경우 ACPI²⁾라는 전원제어규격이 존재하여 하드웨어나 운영체제에서 이를 따르고 있는데 셋톱박스의 경우는 방송이라는 통신 기술이 함께 포함되는 전원관리규격이 도출되어야 한다. 이러한 저전력 셋톱박스의 기술적 요구사항을 정리하면 다음과 같다[9].

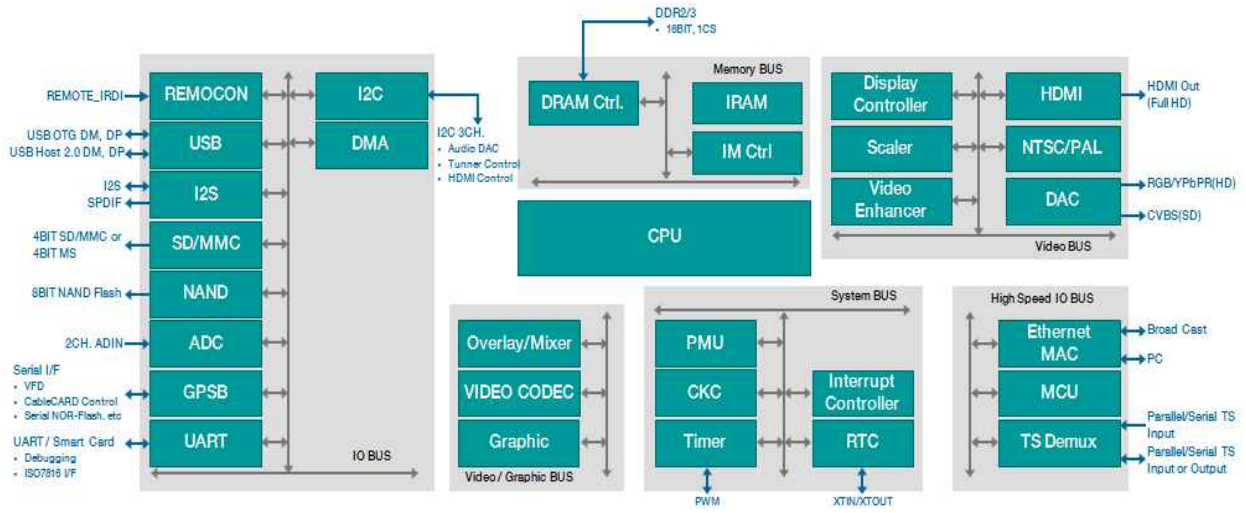
- 저전력 대기모드를 지원하는 SoC
- 셋톱박스 하드웨어 시스템의 블록별 전원제어
- 고효율 전원 공급장치
- SoC의 전원모드를 지원하는 운영체제 및 펌웨어
- 셋톱박스 전원관리 미들웨어
- 사용자 인터페이스

이 밖에도 대기모드에서 온모드로 복귀시 지연을 최소화하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어 기술 등을 필요로 한다. 이러한 요구사항을 토대로 설계와 개발에 대한 내용을 다음장에서 기술한다.

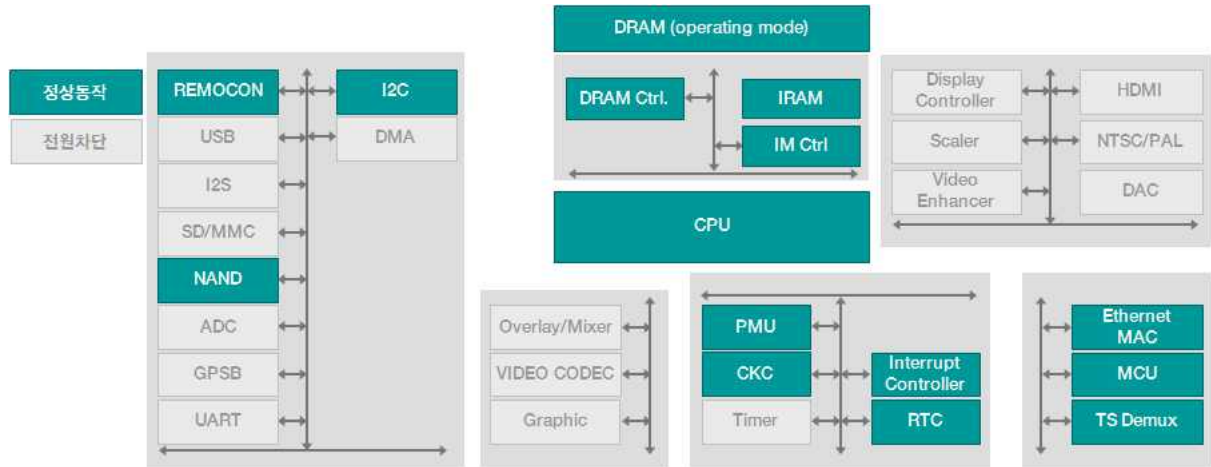
4. 설계 및 개발 내용

본 장에서는 3장의 요구사항을 토대로 저전력 셋톱박스에 대한 설계와 개발 내용을 기술한다. 앞서 2장에서 살펴본 ‘대기전력저감 프로그램 운용 규정’에 따르면 현재 시중에 나와 있는 셋톱박스는 온모드만을 제공하거나 온모드와 수동대기모드만을 지원하고 있다. 능동대기모드를 지원하지 않고 있다고 판단하는 근거는 온모드와는 다르게 최소한 수준의 데이터만을 수신해야 하지만 온모드와 동일하게 동작하고 오디오, 비디오 출력만을 하지 않는 상태이기 때문이다. 본 개발에서 이루고자 하는 시스템의 내부 동작 상태를 개념도로 나타내면 (그림 2)과 같다.

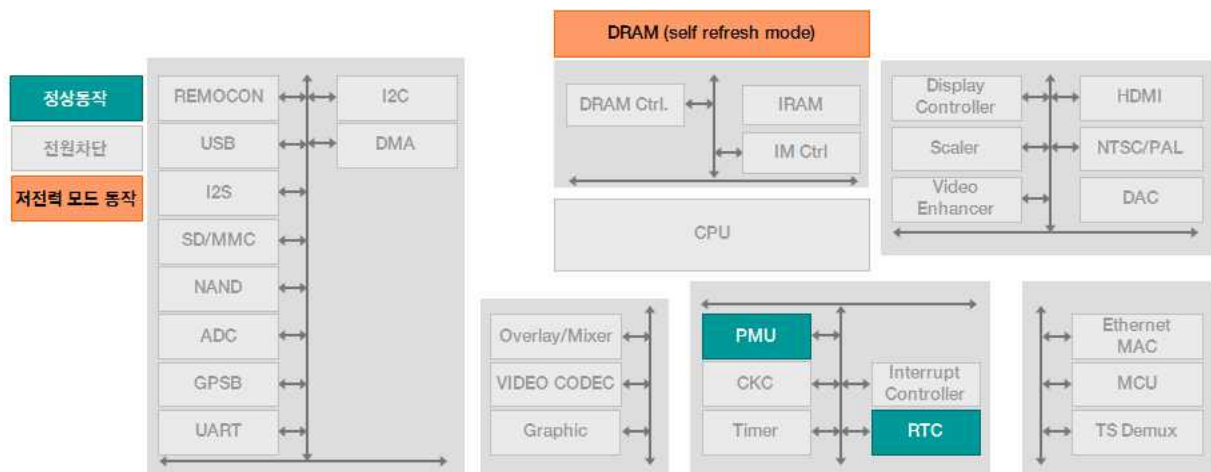
2) ACPI(advanced configuration and power interface): 인텔, 마이크로소프트, 도시바 등에 의해 개발된 전력관리용 규격



(1) 온모드 SoC 내부 블록도



(2) 능동대기모드 SoC 내부 블록도



(3) 수동대기모드 SoC 내부 블록도
(그림 3) 전원 모드별 SoC 내부 블록도

위 블록도를 설명하면 개별 부품의 전원모드가 여러 상태로 구분이 되어 있는가 여부에 따라 개별 모드에 따른 동작이 달라진다. 우선 미디어 프로세서는 전원 모드가 구분되어 개발되어 온모드, 능동대기모드, 수동대기모드에 따른 소비전력이 다르게 되고 능동대기모드 시는 저전력모드로 동작하며 영상, 음성 디코딩을 수행하지 않고 방송사에서 보내는 업데이트정보만을 처리한다. 능동대기모드에서는 방송수신을 위한 튜너와 복조기, 사용자의 리모컨 입력을 위한 전면부 패널만이 정상 동작한다[11].

SoC 내부 블록별 동작 및 전력 소비를 (그림 3)에 나타낸다. 온모드 시에는 모든 내부 블록이 활성화되고 CPU는 최대 클럭으로 동작한다. 목표치는 800MHz 동작 클럭이다. 메모리 역시 최대 소비전력으로 동작한다. 능동 대기모드에서는 미디어 처리를 위한 코덱 부분을 제외한 모든 블록이 활성화되어 있다. CPU 역시 저전력 모드로 200MHz 동작 클럭을 목표로 한다. 수동 대기모드에서는 실시간 클럭(real-time clock), 전원관리장비(power management unit), 원격 제어부(remote controller), 발진기(oscillator) 외에는 모든 블록의 전원이 차단된다. 메모리 역시 Self-Refreshing 모드로 동작하여 인터럽트 발생시 온모드 복귀를 위한 준비 상태로 있다[10].

그리고, 전원 공급장치는 개별부품의 전원 부하에 따른 소비전력이 다르다. 수동대기모드에서는 전면부 패널만이 정상동작하고 그 외 부품은 모두 동작하지 않는다. 즉, 수동 대기모드 시는 방송사에서 송출하는 어떤 신호도 수신하지 않는다. 전원 공급장치는 내부의 전원 부하에 따라 효율이 달라져 소비전력이 바뀐다. 대기모드에서의 기술적 제약사항은 부분 부하가 있을 때 효율을 높이는 것이다.

하드웨어의 저전력 모드를 뒷받침하기 위해서는 운영체제의 일부와 소프트웨어 역시 개발되어야 할 부분이 있다. 우선 SoC에서 제공되는 능동/수동 대기모드를 운영체제의 커널에서 지원해야 한다. 하지만 이 부분은 SoC의 CPU로 사용될 Arm 계열 프로세서 상의 리눅스에서 이미 지원하는 부분이 있으므로 이를 활용할 예정이다. 다만, CPU가 클럭 다운되는 능동 대기모드를 지원하기 위한 모듈이 개발될 예정이다. 능동 대기모드에서는 튜너를 통한 방송은 수신하나 미디어 처리는 하지 않고 업데이트 되는 데이터만을 처리하도록 한다[8].

운영체제 상위의 미들웨어의 전원 관리가 핵심 기술 개발이다. 셋톱박스의 미들웨어는 전송 매체에 따라 다른 표준이 존재하고 사업자마다 이외 별도의 기능들이 추가되어 운용된다. 대부분의 상용화된 기존 미들웨어가 자바 기반으로 구현되어 있으며, 최근 들어 웹 기반의 미들웨어가 일부 사용되고 있는 현실이다. 최근 들어 안드로이드 플랫폼을 기반으로 한 방송 서비스가 개발 중이다. 따라서 본 연구에서는 기존 미들웨어 내에 전력관리 기능을 추가할 수 있는 번들 형태로 개발한다. 전력관리 정책은 셋톱박스 상태 모니터링을 통한 저전력 모드 전환 및 복귀와 방송사업자에서 송출하는 업데이트 정보를 수신하는 절차에 대한 관리이다.

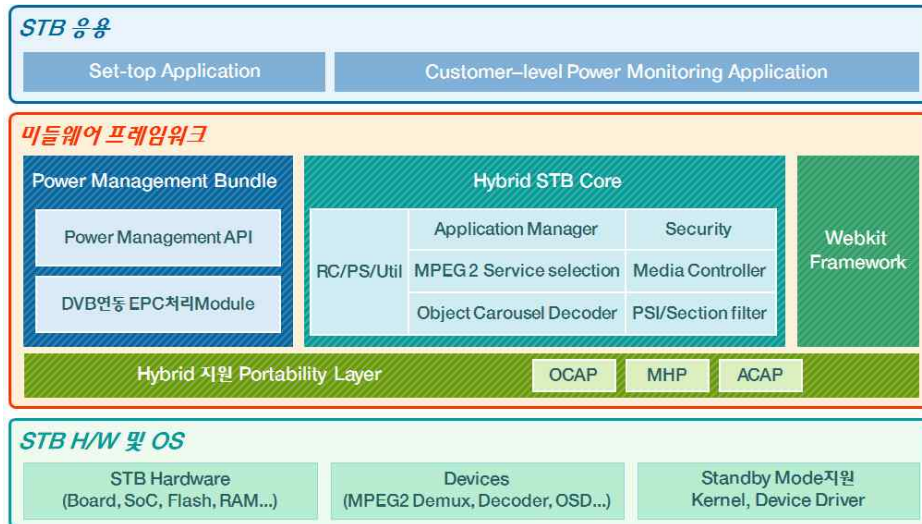
현재의 셋톱박스는 사용에 따른 전력 관리 기능이 없다. 현재 추진되고 있는 에너지 절감 방법은 사용자의 입력이 없이 일정시간 동안 동작하면 자동으로 저전력 모드로 진입하는 것이다. 사용자의 입력은 채널, 음성, 메뉴 전환 등을 가리킨다. 방송 미들웨어는 기본적으로 방송 정보를 수신하여 출력하는 기능과 데이터 방송, 양방향 서비스, 각종 애플리케이션을 구동하기 위한 기능들이 결합되어 있다. 목표로 하는 시스템의 능동 대기모드에서는 방송사에서 송신하는 업데이트 정보만을 처리하는 애플리케이션을 구동하기 위한 모듈만을 동작시키고 그 이외의 서비스나 애플리케이션은 동작하지 않게 함으로써 SoC에서 사용하는 전력을 낮추려 한다.

또 다른 미들웨어의 기능은 각종 업데이트 정보를 수신하는 절차에 대한 개선이다. 업데이트 정보는 소프트웨어 업그레이드, 스케줄 정보, 유지보수 관련 정보 등이다. 대기모드로 전환되어 있는 셋톱박스가 업데이트 정보를 수신하기 위해서는 방송사와 약속된 절차가 있어야 한다. 이는 정해진 업데이트 시간을 사전 공지하는 방법, 업데이트 전에 정해진 특정 신호를 먼저 송신하여 업데이트가 이루어질 예정이라는 것을 알리는 방법과 셋톱박스에서 주기적으로 깨어나서 업데이트가 있는지를 체크하는 방법 등이 있다. 현재 유럽의 일부 방송사업자가 사용하는 방법은 업데이트 시간을 사전 공지하는 것이다. 국내에서는 업데이트를 위해 셋톱박스의 모니터링 애플리케이션이 항상 동작하며 신호를 기다린다. 이러한 유지보수 방식이 셋톱박스의 대기모드 소비전력이 온모드에 비해 줄어들지 않는 이유 중 하나이다.

상기 목표로 개발 중인 미들웨어의 구조도는 (그림 4)와 같다. 미들웨어 프레임워크 내 전원 관리 번들이 셋톱박스의 하드웨어 전원제어와 대기모드 시의 업데이트 정보 수신 업무를 처리하는 소프트웨어이다. 이들은 다른 애플리케이션과 미들웨어 동작을 모니터링 하는 기능도 동시에 수행한다.

현재 설계된 목표 시스템의 능동대기모드와 수동대기모드의 소비전력은 4W와 1W 미만이다. SoC는 능동대기 모드시 400mW, 수동대기 모드시 3mW 미만으로 동작을 목표로 설계되었다. 그 밖의 부품들의 소비전력과 전원 공급장치의 효율 등을 고려했을 때 개발 중인 시스템의 목표치는 만족될 것으로 예상된다. 능동대기모드에서 주된 전력 소비원인 튜너와 복조기는 2W 수준으로 동작하며, 전원공급장치는 1W정도를 소비한다. 이더넷과 리모컨 입력부 등 인터페이스가 500mW를 소비한다. 수동대기모드에서는 능동대기모드와는 다르게 튜너,복조기,이더넷 등이 소비하는 전원이 없다. 따라서 전원공급장치와 리모컨 입력부만이 1W 미만으로 동작한다. 다만, 소비전력과는 별개로 수동대기모드에서 온모드로의 전환시 발생할 수 있는 지연은 최소화해야할 과제이다.

이와 같은 기술 개발이 완료되어 시장에 출시될 경우 사용자의 시청 패턴에 따라 에너지 절감량이 다르겠지만 기존 대비 우수한 효율을 보일 수 있다. 다음 장에 이에 대한 예측량을 계산해 본다.



(그림 4) 전원관리 기능을 탑재한 미들웨어 구조도

5. 기대효과 및 결론

현재 시장에 나와 있는 셋톱박스는 매우 다양하고 이에 따른 소비전력 역시 다르다. 따라서 객관적 기준에서 에너지 절감 효과를 예측하기 위해 미국의 EnergyStar와 EU의 CoC에서 활용하고 있는 연간 소비전력 측정 예를 들어 설명한다. 연간 소비전력은 아래와 같다.

$$TEC = 0.365 \times ((T_{tv} \times P_{tv}) + (T_{sleep} \times P_{sleep}) + (T_{APD} \times P_{APD}))$$

위 식에서 T_{tv} 는 온모드로 하루 중 방송을 시청하는 시간, P_{tv} 는 온모드시의 소비전력, T_{sleep} 은 하루 중 TV를 시청하지 않는 시간으로 현재의 셋톱박스를 리모컨으로 꺼놓은 상태이며, P_{sleep} 은 이때의 소비전력, T_{APD} 는 Auto Power Down 모드가 있는 경우 하루 중 이때의 시간, P_{APD} 는 이때의 소비전력이다. 하지만 현재 시장의 제품들은 APD 기능이 없으므로 T_{tv} 와 T_{sleep} 만 있는 것으로 보편된다. HD방송을 지원하는 케이블 셋톱박스의 경우, 온모드시 24W 수준을 소비하며, 시청하지 않을 때 18W를 소비한다. 그리고 평균적으로 하루 7시간 정도를 시청하고 나머지 시간이 오프상태이다. 이러한 기준 값들은 모두 규격에 나와 있는 것을 이용하였다. 현재의 셋톱박스를 기준으로 $T_{tv}=7$, $P_{tv}=24W$, $T_{sleep}=17$, $P_{sleep}=18W$, $T_{APD}=0$ 이다. 연간 소비전력은 173 kWh/yr 이다.

개발된 셋톱박스를 적용할 경우 P_{sleep} 을 능동대기모드로, P_{APD} 를 수동대기 모드로 대체하여 계산할 수 있다. $T_{tv}=7$, $P_{tv}=24W$, $T_{sleep}=13$, $P_{sleep}=4W$, $T_{APD}=4$, $P_{APD} = 1W$ 이다. 대기모드시의 소비전력은 본 개발의 목표로 하는 수치이며, 각 대기모드에서의 시간은 개정될 EnergyStar Ver 3.0 규격의 Deep Sleep 모드를 수동대기모드로 보아 하루 4시간미만으로 하였다. 이 때 소비전력은 약 82 kWh/yr

이다. 이때 연간 절감량은 91kWh/yr 이다. 현재 수준에서 절반 이하로 소비전력을 개선할 수 있다.

2011. 1월 현재 디지털 방송 가입자는 케이블이 약 340만 명, 위성방송이 약 290만 명, IPTV 가 320만 명 수준이다. 모두 위 계산식에서 나온 소비전력을 가진 셋톱박스를 사용하지는 않지만 비슷한 수준이라 할 수 있다. 이를 향후 저전력 셋톱박스로 대체할 경우 국가차원의 에너지 절감량은 8,645 GWh/yr 이다. 이는 개별 가정단위의 절감량은 크지 않으나 국가단위는 매우 큰 수준이다.

앞 장에 언급한 목표를 향해 현재 시스템 및 부품에 대한 설계를 마치고 개발과정에 있다. 개발과 병행하여 표준화를 위한 규격 개발을 진행하고 있다. 본 기술개발 내용이 특정 기업만의 제품으로 나온다면 산업계 내의 다른 기업들은 오히려 새로운 장벽으로 느끼게 될 것이다. 국내 업계에서 셋톱박스의 에너지 효율규제에 대응한 준비를 착실히 한다면 하나의 국제 시장 확대를 위한 계기가 될 것이다. 국내를 포함한 전 세계는 에너지 문제에 대한 해결을 위해 산업, 가정 전반에 걸친 에너지 효율 개선을 위해 노력하고 있다. 본 기술개발도 이러한 큰 흐름의 연장선상에 있으며 특히 Green IT를 이루는 한 부분이 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] NRDC, 'NRDC Study of Set Top Box and Game Console Power Use', May, 2007.
- [2] Energy Star, 'Energy Star Program Requirements for set-top Boxes Version 2.0', Apr., 2008.
- [3] Energy Star, 'Energy Star Program Requirements Product Specification for set-top Boxes Version 3.0', Jan., 2011.
- [4] Energy Star, 'Energy Star Program Requirements Product Specification for set-top Boxes Version 4.0', Jan., 2011.

- [5] European Commission, 'Code of Conduct on Energy Efficiency of Digital TV Service Systems Version 8', July, 2009.
- [6] 지식경제부 · 에너지관리공단, '대기전력저감프로그램 운용 규정', 지식경제부고시 제2008-4호. Mar., 2008.
- [7] N. Horowitz, C. Calwell, and S. Foster, "Opportunities and recommendations for reducing the energy consumption of consumer electronics products," Proceedings of the 2005 IEEE international symposium on electronics and the environment, pp.135-139. 2005.
- [8] K. Pussep, S. Kaune, O. Abboud, C. Huff, and R. Steinmetz, "On energy-awareness for peer-assisted streaming with set-top boxes," 2010 International Conference on Network and Service Management, pp.166-173. 2010.
- [9] Yong-Ju Lee, Jin-Hwan Jeong, Hag-Young Kim, and Cheol-Hoon Lee, "Energy-saving set-top box enhancement in BitTorrent networks," 2010 IEEE Network Operations and Management Symposium, pp.809-812, 2010.
- [10] Y. Mogi, H. Sasaki, T. Ishikawa, T. Sasaki, L. Sugimoto, E. Yamauchi, N. Ozaki, T. Fukuda, H. Koyanagi, H. Sumihiro, S. Emoto, and A. Moroboshi, "A low power MPEG-2 decoder chip-set for set-top box," Proceedings of International Conference on Consumer Electronics, pp.256-257. 1995.
- [11] European Commission DG TREN, 'Preparatory Studies for Eco-design requirements of EuPs(II)', Dec., 2008.



이 상 학

e-mail : shlee@keti.re.kr

1993년 전주대학교 수학과(학사)

1997년 경희대학교 컴퓨터공학과

(공학석사)

2005년 경희대학교 컴퓨터공학과

(공학박사)

2005년~2006년 Stanford University Visiting Researcher

2000년~현재 전자부품연구원 책임연구원

관심분야: 네트워크의 에너지 효율향상, RFID/USN, 유비쿼터스 컴퓨팅



윤 정 미

Email : yunjm@keti.re.kr

1996년 성균관대학교 정보공학과(학사)

2001년 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학과

(공학석사)

2007년 성균관대학교 컴퓨터공학과

(박사수료)

2000년~현재 전자부품연구원 선임연구원

관심분야: 무선통신, 네트워크 관리, RFID