

키넥트 센서를 이용한 스마트 TV 절전 기술

성혜정*, 김유라*, 장윤희*, 천예진*, 이해연*

*금오공과대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

e-mail: haeyeoun.lee@kumoh.ac.kr

Smart TV Energy-Saving Technique using Kinect

Hye-Jeong Seong*, Yura Kim*, Yunhui Jang*, Ye-Jin Cheon*, Hae-Yeoun Lee*

*Dept of Computer Software Engineering,

Kumoh National Institute of Technology

요 약

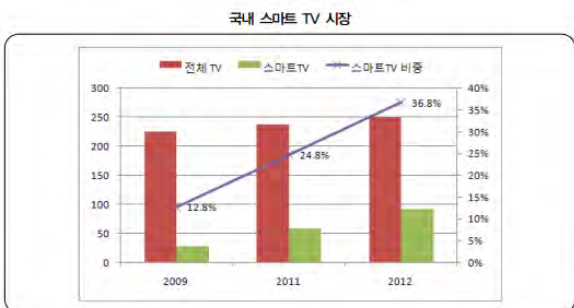
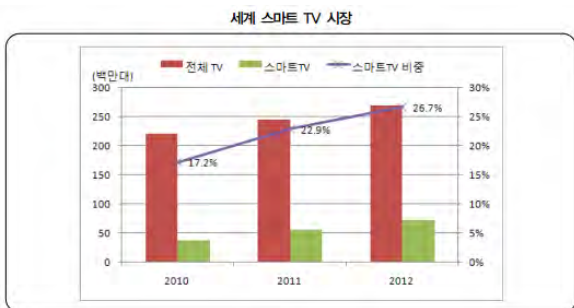
사람들의 TV 시청 경향을 조사해보면, 시청 도중에 다른 매체를 사용하거나 일을 하면서 소리만 듣는 경우가 많이 있다. 이 경우 화면 출력을 위한 전력 낭비의 문제가 있다. 본 논문에서는 이를 효율적으로 해결하기 위한 기술에 대하여 제안한다. 제안한 방법에서는 키넥트 센서를 이용하여 깊이 및 컬러 영상을 촬영하고 분석하여 사람들이 TV시청을 하지 않을 경우 화면을 자동으로 꺼 주고, 사람이 나타나면 다시 켜주는 형태로 동작한다. 기존 절전 기능이 단지 인간의 습관에 의존하거나, 센서 반향을 이용해 물체의 유무를 따진 후 전원을 완전히 차단하는 등 단순한 방법에 의존하였음에 비해 제안하는 방법은 대상의 움직임을 추적하여 좀 더 세밀하고 효과적인 절전을 가능하도록 한다.

1. 서론

전 세계적으로 스마트 TV 시장이 급성장하고 있다. 특히 한국에서는 (그림 1)과 같이 매 해 스마트 TV의 구매량이 세계 평균 이상으로 가파르게 상승하고 있다[1].

인터넷에서 실시간으로 다운받아 볼 수 있고, 뉴스, 날씨 및 이메일 등을 바로 확인 할 수 있는 커뮤니케이션 센터의 역할을 한다[2].

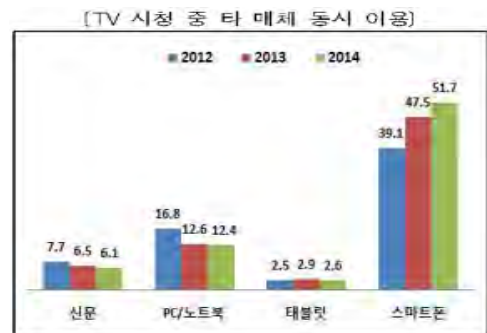
TV의 활용 영역과 사용 패턴이 변하여, 필요할 때 잠깐 켜서 보는 고전적 영역에서 탈피하고 있다. 실제로도 이미 많은 일반 가정에서 TV를 이용하지 않고도 오랫동안 켜두는 경향을 보인다. 방송통신위원회의 2014년 전국 3,427 가구에 거주하는 13세 이상 가구원 6,042명을 대상으로 한 조사에 따르면, (그림 2)처럼 일반 가정에서 TV 시청 중에 스마트폰 이용자는 51.7%, PC 사용자는 12.4% 등 낮은 수치로 나타났다[3].



자료: KT경영경제연구소(2011)

(그림 1) 세계 및 국내 스마트 TV 판매량

스마트 TV란, TV에 인터넷 접속 기능을 결합하고 각종 앱을 설치해 웹 서핑 및 VOD시청, SNS, 게임 등의 다양한 기능을 활용할 수 있는 다기능 TV이다. 콘텐츠를



(그림 2) TV 시청 중 타 매체 동시 이용률(중복응답가능)

따라서, 실제 시청하는 시간에 비해 전력 소비가 더 많이 될 것임이 예상된다. 특히 최신 기기들이 널리 활용됨에 따라 한국전력거래소의 연도별 전력수급 실적을 분석해보면 전력 소모 및 낭비가 문제가 되고 있음을 알 수 있다. 최근 10년간 지속적으로 경제가 성장함에 따라 전력

수요가 연평균 4.6% 정도씩 증가했다. 이는 연평균 12.4% 급증하는 중국에 비해서는 증가율이 낮지만, 연평균 1~2% 증가하는 OECD 국가와 비교해서는 높은 수준이다[4]. 그러나 전기 절약에 대한 아이디어는 공공장소의 실내 온도 28도 맞추기, 사용 후 콘센트 빼기 등 습관에 호소하는 수준에 머물러 있다.

본 논문에서는 TV 시청의 과정에서 낭비될 수 있는 에너지를 절약하기 위한 방법에 대하여 제안한다. 제안하는 방법에서는 키넥트 센서를 이용하여 깊이 영상과 컬러 영상을 촬영한 후에 분석하여 TV를 시청하지 않을 때 장시간 켜져 있는 화면을 자동으로 꺼주고 소리만 재생하며, 다시 시청 시에 켜주는 형태로 동작한다. 최근 스마트 TV가 널리 보급되고 3차원 센서가 포함됨에 따라서 제안한 방법의 실용성은 더 높아질 것으로 예상된다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존 절전 시스템을 소개하고, 3장에서 효율적인 절전 시스템을 제안한다. 4장에서 실험 결과를 제시하고 5장에서 결론 짓는다.

2. 관련 연구

현재 절전에 대한 아이디어는 하드웨어적 해결 방법이 주류를 이루고 있다. 대표적으로 절전형 콘센트, 타이머를 이용한 밝기 조절기 등이 있다.

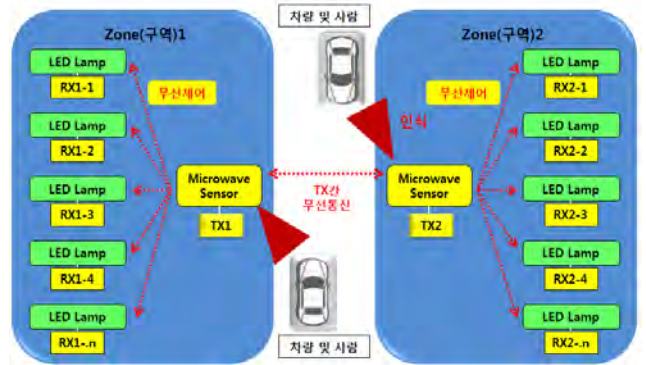
(그림 3)는 절전형 콘센트로 상황에 따라 전원을 내리거나 올려주는 스위치이다. 인체 감지를 위한 원격외선 센서가 붙어 있어 빛을 쏘고, 그것이 반사되어 돌아오면 사람이 있다고 인식하여 전원을 올려준다. 돌아오지 않을 경우 전원을 내려주는 기능을 한다. 그러나 이 콘센트는 플러그 단위로 전원을 차단하여 플러그를 공유하는 전자기기는 사용할 수 없다. TV의 경우 별도 녹화 장치를 연결하여 영상을 수집해두는 경우도 종종 있는데, 이러한 절전 방법을 택할 경우 TV의 전원이 완전히 꺼져서 녹화가 불가능하다. 또는 영상이 아닌 음성만 듣고 싶을 경우에도 대응이 곤란하다.



(그림 3) 절전형 콘센트 하이세이버 SWE-201K

(그림 4)는 대형 마트의 주차장 절전 시스템이다. 사람과 차량의 동선에 따라 밝기가 자동으로 조절된다. 이것 역시 흐르는 전류의 양을 제어하는 시스템이다. 주차장의 길목마다 마이크로웨이브 센서를 설치하여 차량 및 사람을 인식하고, 해당 라인에 위치한 LED Lamp에게 신호를 준다. 신호를 받은 램프는 램프의 밝기값을 조정한다. 평

소엔 20%정도의 밝기였다가 대상이 지나가면 80% 수준으로 조절하는 방식이다. 일반 형광등 대비 70%의 절전을 시켜주는 고효율적인 시스템이나 이 시스템의 경우 설치가 까다롭다. 전등의 교체는 물론 각종 센서를 설치하는 것이 필요하다. 따라서 제어해야 할 규모가 크거나 상업적 용도가 아니면 선뜻 구축하기 힘들다.



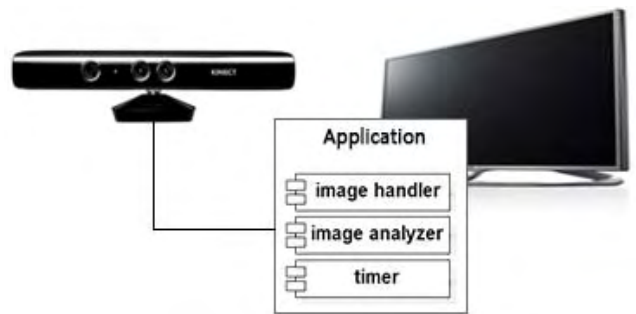
(그림 4) 무선디밍기를 활용한 에너지 절전형 LED 램프 시스템

3. 제안하는 기법

본 절에서는 키넥트 센서를 이용하여 깊이 영상과 컬러 영상을 촬영한 후에 분석하여 TV를 시청하지 않을 때 화면을 꺼주고 소리만 재생하며, 시청 시에 다시 켜줄 수 있는 알고리즘을 제안한다.

3.1 전체 시스템 구조

제안하는 시스템의 구조는 (그림 5)과 같다. 물리적으로는 키넥트 센서와 프로그램을 돌리고 결과를 확인 할 모니터로 구성되어 있다. 키넥트 센서를 통해 들어오는 영상 정보를 프로그램에서 적절히 처리하여, TV의 화면을 on 혹은 off하는 결과를 출력한다.



(그림 5) 시스템 구조도

(그림 6)과 같이 키넥트 센서를 통해 들어오는 영상은 2가지 종류이며 깊이 영상과 컬러 영상이다. 컬러 영상은 RGB 값으로 받아 온 이미지이며, 깊이 영상은 적외선 센서를 통해 계산한 거리 값을 받아 온 이미지이다. 받아온 대상의 거리 값 중 유사한 거리 값을 오브젝트 단위로 묶어 출력했다.

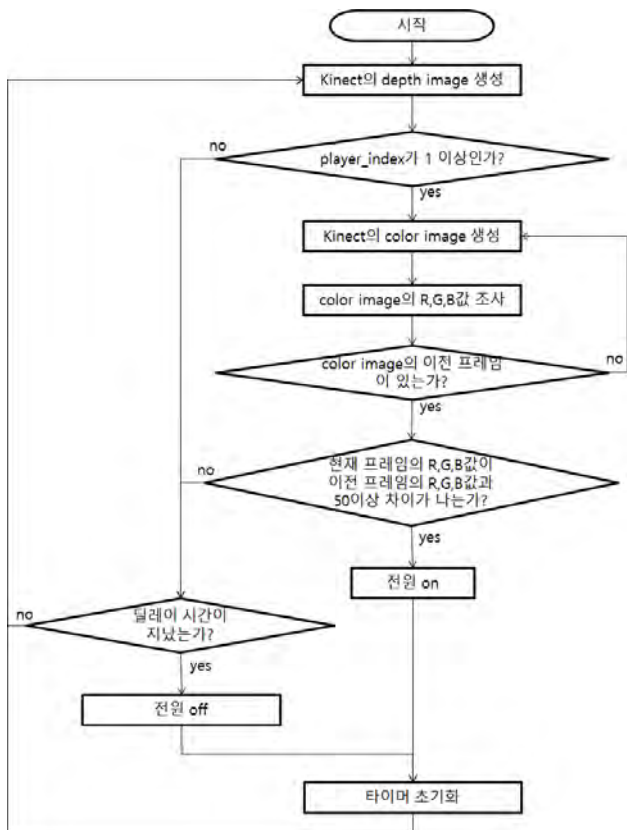


(그림 6) 키넥트 센서의 컬러 영상(좌) 및 깊이 영상(우)

본 프로그램에서는 프로그램 종료 시 까지 위의 두가지 이미지가 들어오며, 들어온 영상 정보를 이용하여 대상을 인식한다. 대상 인식 방법은 3.2절에 설명한다.

3.2 대상 인식 알고리즘

대상 인식 알고리즘은 (그림 7)과 같다. 프로그램이 실행되면 자동으로 초기화 과정을 거친 후 키넥트 센서에서 영상을 받아오기 시작한다.



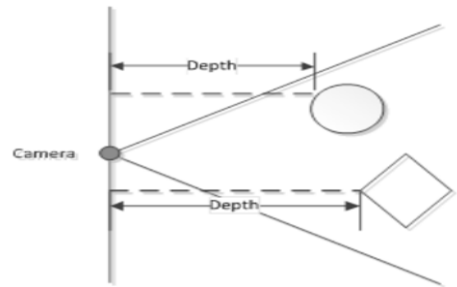
(그림 7) 알고리즘 순서도

각 프레임은 640x480 해상도이며, 10 fps 속도로 각 프레임을 비교하거나, 프레임 정보를 이용하여 대상의 움직임을 파악한다. 이러한 인식 루프가 프로그램 종료까지 반복되며, 루프 도중 대상을 찾지 못했을 경우엔 전원을 off, 대상을 발견했을 경우 전원의 on 동작을 취한다. 단, 오동작을 방지하기 위해 어느 정도의 타이밍 딜레이를 준다.

3.2.1 키넥트의 player_index를 이용한 오브젝트 인식

깊이 영상은 (그림 8)과 같이 카메라와 오브젝트 사이의

z축, 즉 거리를 16bits 실수값으로 받아와 적절히 스케일링해서 출력한 이미지이다. 이 중, 하위 3bits는 player index라는 오브젝트 식별 값이 들어오는데, 그 값을 뽑아서 대상과 배경을 분리할 수 있다.



(그림 8) 키넥트의 depth 값 계산 방식

3.2.2 RGB 차이값에 기반한 미세 동작 인식

이전 프레임과 현재 프레임의 컬러 영상을 이용한다. 각 픽셀의 R, G, B 정보를 읽어들이 차이값을 계산하는데, 차이가 난 픽셀이 일정 개수 이하라면 전원에 대해 아무런 동작을 하지 않는다. 이론상론 두 프레임의 모든 픽셀이 동일해야 아무런 변화가 없었다고 처리해야 하지만, 현실 세계에선 조명 등의 영향으로 완전히 동일한 2개의 프레임이 나오기는 불가능하다. 따라서 오차 범위를 둔다.

실험적으로 알아낸 결과, 전체 640x480개 픽셀 중 대략 0.2%의 픽셀이 아주 다른 색상 정보를 가졌을 경우 대상이 움직였다고 판별한다. 아주 다른 색상 정보 역시 실험적으로 R,G,B 값이 각각 ±50일 경우로 정의했다. (그림 9)에는 이와 같이 알고리즘을 정했을 때 실행한 결과의 예를 제시하였다.



(그림 9) 팔을 움직일 때 프레임의 색상 정보 차이를 표시

3.2.3 타이밍 제어

시청 중에는 그저 시간을 세고 있다가, 전원 on이나 off 등 변경 사항이 일어나면 초기화되어 다시 시간을 센다. 저장된 시간 값은 전원 off의 딜레이 시간을 계산하는데 사용된다. 대상이 식별 될 경우 바로 전원을 on 해야 하지만, off의 경우 바로 해 줄 필요가 없기 때문이다.

TV를 겨냥한 시스템이니만큼, 자리를 떠났거나 선잠이 들었을 때 때 바로 전원이 off 된다면 불편하다. 단지 화장실이나 부엌 등에 잠깐 용건이 있었을 가능성이 있기

때문이다. 따라서, 전원 변경 전까지 어느 정도 딜레이가 필요하다. 타이머와 딜레이 시간 변수는 그 정보를 계산하기 위해 사용한다.

4. 실험 결과

실제 스마트 TV에 적용을 목표로하고 있으나, 해당 환경에서의 개발이 곤란하여 비슷한 환경을 조성하여 실험을 수행하였다. 따라서 본 논문에서는 PC와 3차원 센서로 MS사 키넥트 센서를 사용하여 개발하였다. 언어는 C++을 사용했고, 키넥트 SDK와 OpenCV를 사용하였다. 기본적으로 별도의 UI가 필요하지 않은 프로그램이다.

4.1 인식을 실험 결과

먼저, 대상을 인식하는 성능을 실험했다. 평가 척도는 조도와 거리이다. <표 1>는 밝기에 대한 실험 결과인데, 밝기를 크게 3가지 범위로 나눠 각각에 대해 50회씩 실험했다. 실험 시 거리는 2m로 통일하였으며 인식까지 걸리는 시간은 10초로 한정했다.

<표 1> 밝기에 따른 인식률

조도	시도 회수	인식 성공	인식률
태양광	50	49	98%
형광등	50	50	100%
암전	50	50	100%

<표 2>는 대상의 위치와 키넥트 적외선 센서의 거리에 따른 실험 결과이다. 키넥트의 경우 최소 유효거리는 1m 이고 최대 유효거리는 5m이다. 그러나 이 시스템은 스마트 TV가 설치되어 있는 거실 혹은 방을 목표로 잡은 시스템이므로, 최소 유효거리에 주목하여 실험을 진행했다. 밝기는 밤의 형광등 수준으로 고정하였으며, 인식까지 걸리는 시간 한계는 밝기를 실험할 때와 같이 10초이다.

<표 2> 거리에 따른 인식률

거리	시도 회수	인식 성공	인식률
1m	50	45	90%
1.5m	50	50	100%
2m	50	50	100%
3m	50	49	98%

실험 결과 <표 1>의 경우 평균 99%, <표 2>의 경우 평균 97%로 안정적인 인식률을 보인다. 인식 실패인 일부 케이스도 시간 한계를 20초 이상으로 둘 경우 100%의 성공률을 가졌다. 이것은 대상을 인식하는 데 최소한의 시간이 걸린단 것을 의미한다. 즉, 실제 응용 시 최소 20초, 안정적으로는 60초의 딜레이를 주는 게 필요하다.

주목할 만한 결과는 <표 1>의 밝기에 따른 인식률이다. 깊이 영상의 경우 가시광선의 영향을 거의 받지 않아 어두운 실내에서도 양호한 성능이 나타난다.

5. 결론

성장하는 스마트 TV 시장을 보면 알 수 있듯이, 우리의 생활은 날이 고급화되고 있다. 자연스럽게 각종 전자기기에 대한 요구도 늘어나지만, 그에 반비례하여 우리가 사용할 수 있는 에너지는 줄어들고 있다. 따라서 전자기기 하나하나의 전력 소비율은 중요한 이슈가 될 것이고, 관련된 연구가 필요하다.

전원을 완전히 끄는 것이 가장 좋은 절전 방법이지만, 그것은 사용성에 영향을 미친다. 따라서, 전자기기의 일부 기능만 차단함으로써 사용성을 최대한 살리는 방법을 모색했다. 여기서는 키넥트 센서를 이용해 소프트웨어적으로 스마트 TV 화면만 on/off 동작을 취했다.

실험 결과는 양호한 편이나, 약간의 제약사항이 붙는다. 거리가 1m~3m이며, 대상을 찾는 데 최대 20초가 필요하다. 그러나 스마트 TV와 거실을 목표로 한 시스템이므로, 실제 응용은 밝은 불빛 아래, 전원 off까지 딜레이 10분 이상의 조건에서 사용 될 것이라고 예측 할 수 있다.

본 논문에서는 3m이내의 대상을 인식하고, 화면의 전원만을 제어했지만, 조금 더 고성능 센서를 사용하여 더 넓은 범위를 인식한다던가, 제어하는 요소도 소리 등 여러 요소로 응용 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] 최재호, “스마트 TV 산업 동향”, KDB 산업은행, 2012, pp. 129-141.
 [2] “스마트 TV”, 위키피디아, https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%8A%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8_TV
 [3] 최성준 외, “2014년도 방송매체이용행태 조사 결과 발표”, 방송 통신위원회, 2015.
 [4] 한국전력거래소, “전력수급 동향”, e-나라지표, http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1163