

IoT 기술과 디스플레이 응용

박형철(서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과)

1. 서론

사물인터넷(IoT, Internet of Things)은 스마트 사회를 위한 융합기술로 많은 주목을 받고 있고 또한 활발한 연구, 개발이 진행되고 있다.^[1] 2005년 정보사회 세계정상회의(W SIS, World Summit on the Information Society) 및 국제 전기통신 연합(ITU, International Telecommunication Union)에서는 IoT를 다음과 같이 정의한다.^[2]: ‘근거리 무선 기능을 우리 주변에 있는 기기에 내장하여 사람과 기기 사이, 또는 기기들 사이에 새로운 형태의 통신 체계를 형성한다.’ IoT 기술을 이용하여 사람에 의한 제어 없이 기기들 사이에 상호 협력적인 센싱, 네트워킹, 정보 처리 기능이 결합된다. 이를 이용하여 새로운 제품과 서비스 개념이 생기고, 이것은 스마트홈, 스마트가전, 스마트카, 스마트 헬스케어 등 다양한 분야에 적용되고 있다. 특히, IoT 기술은 4차 산업혁명에 있어서 중요한 기술요소이다. 2016년 세계경제포럼(WEF, World Economic Forum) 다보스 포럼에서는 4차 산업혁명을 ‘인공지능과 기계학습, 로봇공학과 생명공학기술과 같이 이전에는 서로 단절되어 있던 분야들이 융복합을 통해 발전해나가는 기술혁신의 패러다임’이라고 정의한다.^[3] IoT 기술에서는 자원이 되는 정보, 센싱, 그리고 통신 기술 등이 주요 연구, 개발 요소이다. IoT 기술을 이용한 최종 정보는 사람에게 전달되어야 하는데, 널리 알려진 바와 같이 소리와 화면을 이용한다. IoT 기술에서는 사람이 사용하는 스마트폰

의 디스플레이와 스피커를 이용한다고 가정한다. 그런데, 응용 분야에 있어서는 스마트폰과는 다른 형태의 디



그림 1. 아마존의 'dash button'

스플레이 기술을 이용하여 정보를 표현한다. 이에 본고에서는 디스플레이와 연관되는 IoT 기술을 살펴보고 디스플레이의 응용에 대해 기술하고자 한다.

2. IoT와 정보의 표현

우선 몇 가지 예를 통해서 IoT 기술의 응용에 대해서 살펴보고자 한다. 그림 1은 세계 최대 온라인 쇼핑 업체인 ‘아마존(Amazon)’의 ‘dash button’이라는 제품이다.^[4] 우리는 소모품 등을 모두 사용하였을 때 ‘다음 쇼핑할 때 구매하자’ 또는 ‘조금 있다가 쇼핑 리스트에 기록해두자’라고 생각한다. 그런데, 그러다가 있는 경우가 여러 차례 있었을 것이다. ‘dash button’이라는 제품은 이러한 실수를 방지하도록 하는 IoT 기술 기반 제품이다. 우선 각 button 모듈은 특정 제품 정보(예: 세제, 기저귀, 면도기 등)를 가지고 있다. 사람이 제품을 보관하는 장소에서 제품을 사용하려고 했으나 없을 때, 가까이에 있는 그 제품에 해당하는 button을 누른다. 그러면 ‘dash button’은 해당하는 제품 정보를 스마트폰에 있는 아마존 앱에 등록하는 것이다. ‘dash button’이라는 사물이 가지고 있는 정보 및 통신 기능을 이용하여 예전에는 잊어버리는 쇼핑 목록을 잊지 않고 챙길 수 있으므로 생활의 불편을 줄이게 된다.

그림 2는 스마트밴드를 보여준다.^[5] 기존의 밴드를 사용할 때 가장 큰 문제점은 상처 부위가 얼마나 치료되었는지를 확인할 수 없다는 것이다. 유일한 방법은 눈으로 확인하는 것이다. 그런데, 눈으로 확인하는 과

정에서 상처 부위가 공기에 노출되기 때문에 치료가 늦어지거나 부작용이 발생할 수 있다. 스마트 밴드는 IoT 기술을 이용하여 이러한 문제를 해결한다. 피부에 닿는 스마트 밴드 안쪽 부분에는 전기화학 센서가 위치한다. 센서가 상처 부위의 상태를 센싱한다. 센싱한 정보는 스마트 밴드에 포함되어 있는 무선 통신 회로를 이용하여 스마트폰으로 전송된다. 그리고 사용자는 스마트폰 화면을 통해서 현재 상처 부위의 상태를 확인할 수 있다.

위의 두 예들은 정보 및 센싱, 그리고 통신 기능을 포함한 대표적인 IoT 응용 사례라고 할 수 있다. 그런데, 앞에서 기술한 바와 같이 정보의 표현은 스마트폰을 이용하는 것을 알 수 있다. 이러한 IoT 응용에서는 정보 자체는 중요하나 정보의 표현에 있어서는 차별화가 없다는 특징이 있다.

3. IoT 기술과 디스플레이 응용

이 장에서는 IoT 기술과 디스플레이의 결합 및 응용 사례에 대해서 살펴보고자 한다. 그림 3은 스마트 거울 기술이다.^[6] 스마트 거울은 거울 기능과 스크린 기능을



그림 2. 스마트 밴드(Smart bandage)



(a)



(b)

그림 3. 스마트 거울(Smart mirror)

모두 제공하는 기술이다. 그림 3은 의류 매장의 탈의실 환경이다. 판매하는 의류에는 의류마다 고유한 상품 정보를 가지고 있는 RFID(Radio Frequency IDentification) 태그가 부착되어 있다. 소비자가 상품을 탈의실에 가지고 들어가면 탈의실에 설치되어 있는 RFID 리더기 상품의 태그를 인식한다. 그러면, 스마트 거울은 태그 정보를 이용하여 서버에서 상품 정보를 수신 받아 화면에 표시한다. 소비자는 옷감의 재질, 구성 성분, 제조 연월, 제조 국가 등의 정보를 스마트 거울을 통해서 바로 확인할 수 있으므로 매우 편리하다. 여기에 더해서, 서버는 이 상품과 어울리는 다른 상품의 정보도 제공하여 스마트 거울을 통해서 화면에 표시한다. 그러면, 소비자는 이 상품과 어울리는 다른 상품을 쉽게 구입할 수 있어서 편리한 쇼핑을 할 수 있고 매장은 매출을 확대할 수 있게 된다. 스마트 거울은 IoT 기술을 이용하되 소비자가 원하는 정보 및 쇼핑 정보를 화면에 표시하여 디스플레이를 통한 추가적인 응용이 가능한 사례라고 할 수 있다.

그림 4는 전자가격표시기 시스템을 보여준다.^[7] 대형 쇼핑 매장 등에는 제품의 가격을 판매대에 표시하는 것이 일반적이다. 그런데, 대형 쇼핑 매장은 단독

매장의 형태가 아니라 분점 형태이다. 그러므로 여러 지역에 많은 분점이 있다. 한편, 많은 상품들은 모든 매장에서 동일한 가격으로 판매되고 있으며, 가격할인 등의 행사도 여러 분점에서 동시에 실시하는 것이 일반적이다. 그런데, 기존의 가격 표시 방식과 상품별 할인 행사를 표시하는 방식은 종이에 가격 또는 행사 정보를 인쇄하는 방식이다. 이 방식은 크게 두 가지 문제점이 있다. 첫 번째는 모든 분점의 가격 및 행사 정보를 거의 동일한 시점에 신뢰성 있게 모두 갱신하는 것이 매우 어렵다는 것이다. 두 번째는 가격 또는 행사 정보를 갱신하는 것에 많은 노동이 필요하다는 것이다. 이러한 단점을 해결하는 것이 전자가격표시기(ESL, Electronic Shelf Label)이다.

전자가격표시기의 상품의 가격 또는 정보를 액정화면을 이용한다. 액정화면만으로는 위의 문제점을 해결할 수 없다. 문제점을 해결하기 위해서 IoT 기술을 액정 화면에 결합한다. 그림 4(a)에서 보이는 바와 같이 액정 화면에 근거리 통신 기능을 결합한다. 근거리 통신 모듈은 매장에 설치된 기지국을 통해서 서버에서 제공하는 가격과 행사 정보를 수신한다. 서버는 모든 분점에 연결되어 있으므로 가격 또는 행사 정보가 갱신되었을 때, 오류 없이 모든 분점의 가격 또는 행사 정보를 무인으로 갱신하므로 기존 방식의 문제점을 해결한다. 그림 4(b)는 전자가격표시기를 보여준다. 화면은 가격과 행사정보를 계속 표시해야 하므로 전력소모가 많은 상황이다. 전력소모를 줄이기 위해서 최근에는 액정화면 대신에 전자종이(e-paper) 기술을 사용한다. 그림 4(b)에서도 전자종이 기반의 전자가격표시기를 보여준다. 전자종이는 화면이 바뀔 때에만 전력소모가 있고, 화면의 표시 내용이 바뀌지 않을 때에는 전력소모가 없다는 장점이 있어서 전자가격표시기에 아주 적합하다.

전자가격표시기를 구현함에 있어서 또 하나의 문제점은 무선통신 기능에서의 전력소모를 최소화하는 것이다. 전력소모를 최소화하지 않으면 전자가격표시기에 배터리를 내장해야 해서, 배터리 유지 관리에 의한 비용이 발생하고 배터리가 없을 경우에는 가격 및 행사 정보가 갱신되지 않는 문제가 발생하기 때문이다. 이에 최근에는 전자가격표시기에 그림 3에서 보인 RFID 기술을 이용하는 연구, 개발이 활발하다. 그림 5는 RFID



그림 4. 전자가격표시기(ESL): (a) 전자가격표시 시스템, (b) 전자가격표시기

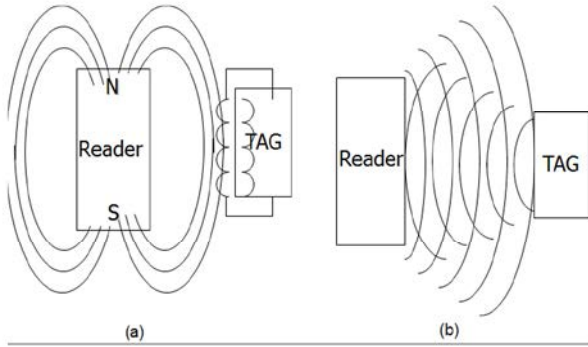


그림 5. RFID 태그의 전력공급

기술의 동작을 개념적으로 보여준다.^[8] 그림 5(a)는 NFC(Near Field Communication) RFID 기술이고, 그림 5(b)는 UHF RFID 기술이다. RFID 기술은 두 기술 모두 두 가지 공통점이 있다. 첫째는 통신의 전력 소모를 최소화하기 위해서 수동형 통신 방식을 사용한다. 일반적으로 무선 통신을 위해서 반송파 생성을 위한 위상고정회로(PLL, Phase Locked Loop), 믹서, 저잡음 증폭기(LNA, Low Noise Amplifier), 전력 증폭기(power amplifier) 등의 회로가 필요하다. 이 방식은 전송 품질이 우수하고 장거리 전송이 가능한 반면 전력소모가 매우 큰 단점이 있다. 반면 수동형 통신 방식은 리더가 제공하는 반송파 신호를 이용하여 단지 태그의 부하 변화를 통해서 정보를 송신함으로써 전력소모를 크게 감소시키는 장점이 있다. 둘째는 태그가 배터리와 같은 자체 전원 공급원을 사용하지 않는다는 것이다. 즉, 전원을 리더로부터 공급받는다. NFC RFID는 자계 유도 결합(magnetic inductive coupling)을 이용하여 전력을 공급한다. 그리고 UHF RFID는 전자기파 에너지를 이용하여 전력을 공급한다. 전자가격표시기는 무선 전력 공급, 수동형 통신, 전자종이 기반의 디스플레이 기술을 사용하여 유지, 관리가 용이하고, 신뢰성 있는 정보를 제공할 수 있다.

그림 6은 게임에 IoT 기술이 결합된 사례를 보여준다. 게임에 필요한 일부 캐릭터는 오프라인의 피규어 형태로 판매가 된다. 피규어에는 정보를 저장한 RFID 태그가 내장되어 있다. 피규어를 게임 콘솔에 근접시키면 콘솔에 내장된 RFID 리더가 태그 정보를 수신하여 게임에 전달한다. 게임은 수신 받은 캐릭터를 게임 화면에 표시하여 사용자가 캐릭터를 사용할 수 있도록 한다.



그림 6. IoT 기술과 게임



(a)



(b)

그림 7. 실감 미디어 기술

그림 7은 실감미디어 기술을 보여준다.^[9] 실감미디어는 시간, 공간적 제약 없이 현장감을 위한 오감정보와 감성정보를 제공하는 미디어로 정의한다. 실감미디어

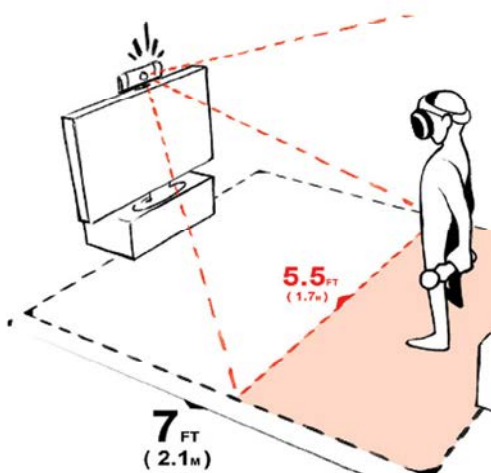
의 정의에서 기술한 바와 같이, 기존의 디스플레이 기술은 화면을 통해서 시각적인 정보를 제공한다. 이런 시각적인 디스플레이와 IoT 기술을 결합한 하나의 응용이 실감미디어 기술이다. 그림 7(a)는 실감미디어 정보의 생성 과정을 보여준다. 오감 중 촉각 정보의 생성을 위해서는 사람의 3차원 움직임 정보를 추출할 수 있어야 한다. 그래서 3차원 카메라를 이용하여 사람의 움직임 정보를 추출한다. 추출한 정보는 유, 무선 통신을 이용



(a)



(b)



(c)

그림 8. 가상현실(VR) 시스템: (a) 헤드셋, (b) 위치 추적 카메라, (c) 시스템 구성

하여 원격지에 있는 장치로 전송이 된다. 그러면, 그림 7(b)에서 보이는 바와 같이 사람의 움직임에 따라서 3차원 형상을 생성하는 장치가 사용자의 신체 일부를 모사하여 생성한다. 마치 사람이 바로 앞에서 물체를 잡는 것과 같이 할 수 있다.

그림 8은 가상현실 시스템을 보여준다.^[10] 기존의 디스플레이는 시청자의 움직임에는 전혀 영향을 받지 않고 영상을 표현한다. 가상현실 시스템에서는 사용자의 움직임 정보를 획득하여 사용자가 바라보는 각도에서 보이는 영상을 표현한다. 그래서 사용자가 마치 그 공간에 있는 것처럼 느끼도록 하는 것이다. 가상현실 시스템을 구현하기 위해서는 사용자의 움직임 정보를 획득해야 한다. 이를 위해서 크게 관성 추적(inertial tracking) 기술과 광학 추적(optical tracking) 기술 등이 사용된다. 관성 추적을 위해서는 가속도 센서와 자이로스코프(gyroscope) 센서가 사용된다. 가속도 센서는 직선 운동의 가속도를 측정한다. 가속도를 적분하면 속도가 되고, 다시 적분하면 위치 이동 정보를 추출할 수 있다. 자이로스코프 센서는 각속도를 측정하기 위해서 사용된다. 각속도를 적분하면 상대적인 회전량을 측정할 수 있다. 관성 추적 기술은 저가격이고 측정 데이터의 갱신 속도가 빠른 장점이 있지만 적분과정에서 편이에 의한 오차가 누적되는 문제점이 있다. 이를 보완하기 위해서 광학 추적 기술이 함께 사용된다. 그림 8(a)를 보면 헤드셋 주변에 파란 불빛이 있는데 이것이 광학 추적을 위한 표식이다. 그림 8(b)에서 보이는 카메라가 이 광학 표식을 추적한다. 이 과정은 그림 8(c)에 보여준다. 카메라는 헤드셋을 바라보면서 광학 표식을 인식한다. 헤드셋이 움직이면 카메라가 광학 표식의 이동을 감지하여 정보를 추출한다. 광학 추적에 의한 정보와 관성 추적에 의한 정보를 결합하여 헤드셋의 정확한 이동 정보를 획득하는 것이다.

4. 결론

본고에서는 IoT 기술을 디스플레이에 응용하여 새로운 시각 정보를 제공하는 방법에 대해서 살펴보았다. 응용 사례별로는 IoT 기술과 접목하여 상품 정보 및 관련 쇼핑 정보를 제공하는 디스플레이 기술, 유통 분야에서

기존의 유지, 관리 비용을 대폭 줄이면서도 고객에게 유용한 상품 정보를 제공하는 디스플레이 기술, 단순히 보여 지는 것을 뛰어넘어 다른 감각 정보를 함께 제공하는 기술, 그리고, 사용자의 움직임 정보를 시각정보에 반영하는 기술 등이다. IoT 기술은 앞으로 더욱 발전할 것이며, 디스플레이 기술 또한 발전할 것이기 때문에 더욱 다양한 형태의 디스플레이 응용이 연구될 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] O. Vermaesan and P. Friess, *Internet of Things-Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*, Adlborg, Denmark, River Publishers, 2013.

[2] ITU Internet Reports 2005, 'The Internet of Things', Nov. 2005.

[3] WEF Annual Meeting Reports 2016, 'Mastering the Fourth Industrial Revolution', Jan. 2016.

[4] Amazon Dash Button, <http://www.amazon.com/Dash-Buttons/b?ie=UTF8&node=10667898011>.

[5] M. F. Farooqui and A. Shamim, *Nature Scientific Reports*, 6, 28949 (2016).

[6] J. Melià-Seguí et al., "Enhancing the shopping experience through RFID in an actual retail store", *Proc. ACM Conf. Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication*, Zurich, Switzerland, Sep. 8-12, 2013, pp. 1029-1036.

[7] J. Xu and W. Li, "Design of electronic shelf label based on electronic paper display", *Proc. Int. Conf. Consumer Electronics, Communications and Networks*, Xianning, China, Nov. 20-22, 2013, pp. 250-253.

[8] R. Want, *IEEE Pervasive Computing*, 5, 1 (2006).

[9] D. Leithinger et al., *IEEE Computer Graphics and Applications*, 35, 5 (2015).

[10] P. Fuchs, *Virtual Reality Headsets - A Theoretical and Pragmatic Approach*, 1st ed., CRC Press, 2017.

저자약력

박형철



- 1996년 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 학사
- 1998년 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
- 2003년 : 한국과학기술원 전자 전산학과 박사
- 2003년~2005년 : 하이닉스반도체 선임연구원
- 2005년~2010년 : 한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부 전임강사/조교수
- 2010년~현재 : 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 조교수/부교수
- 관심분야 : 변복조 알고리즘, 통신VLSI, 디지털 신호처리