

사물과 연결된 증강현실 ARIoT 서비스 연구

김대한 · 조동식 (울산대학교)

목 차 | 1. 서 론
2. ARIoT 필요성 및 서비스 동향

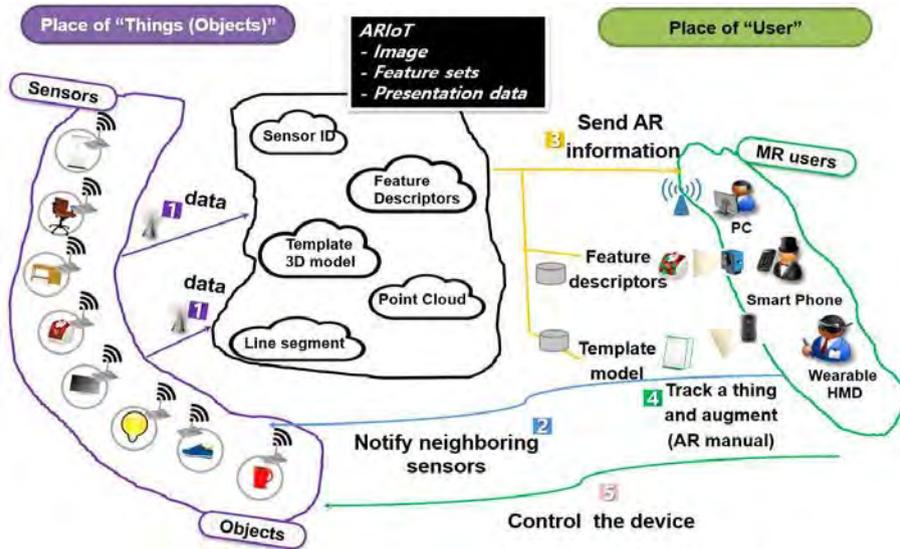
| 3. ARIoT 연구 결과
4. 결 론

1. 서 론

최근, 증강현실(AR) 기술은 메타버스의 핵심 기술로 교육, 의료, 국방, 게임, 엔터테인먼트, 공공 서비스 등에 적용이 널리 확대될 것으로 전망하고 있다[1]. 또한, 몰입형 안경형 장치와 같은 모바일 컴퓨팅 장치와 결합하여 언제 어디서나 원하는 정보를 습득하고, 경험을 공유하는 플랫폼으로 확장되고 있는 추세이다[2,3]. 이러한 증강현실 기술은 컴퓨터에 의해 생성된 가상물체(virtual object)를 실제 환경에 합성하여 사용자 주변 환경에 대한 정보를 쉽고 빠르고 획득할 뿐 아니라 가상 물체를 주변 환경에 배치하여 사용자에게 직관적이고 편리한 인터페이스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다[4,5]. 또한, 최근 사물과 관한 정보를 관리하여 이에 대한 정보를 언제 어디서나 쉽게 획득하여 스마트 환경, 이헬스(eHealth), 물류, 산업 자동화, 스마트 시티 등에 적용하는 센서 네트워크 기반의 IoT(Internet of Things) 기술이 확대되고 있다[6]. 증강현실은 환경 및 사물에 대한 정보를 사용자에게 제공하고 표현하는 측면을 목적으로 하고 있는 반면 IoT 기술은 센서로부터 정보를 생산,

획득, 관리하는 측면을 강조하고 있다[7].

이러한 두 가지 다른 목적에서 출발한 증강현실과 IoT 기술을 동시에 접목하면 실 세계의 사물에 대한 직접적인 연결을 통해 정보의 습득으로부터 사용자에게 효율적 정보 제공까지 일련의 과정이 한꺼번에 가능하다고 할 수 있다. 이를 통해 증강현실 사용자는 주변 공간에 있는 수많은 사물과 연계된 대용량의 데이터를 쉽고 빠르게 전달받아 원하는 사물에 대한 정보를 즉각적으로 보는 것이 가능하고, 사물인터넷과 연계된 증강현실 서비스 시나리오를 통해 사물에 대한 양방향 제어를 직관적으로 수행하는 것이 가능할 것이다[8]. 이러한 관점에서 최근 차세대 비즈니스 핵심 전략으로 국내외 글로벌 IT 기업을 중심으로 경쟁적으로 사물과 연계된 증강현실 기술, 차세대 IoT 및 증강현실 기술을 선점하기 위해 노력하고 있고, 차세대 컴퓨팅 및 정보 가시화 기술로 착용형 가시화 장치(head-mounted display) 기반 증강현실/가상현실 기술을 선도하려는 경쟁적인 노력을 하고 있는 추세이다[9]. 그러므로, 가까운 미래에 IoT와 결합한 사물이 자신의 상태를 표현하거나 사용자에게 사물에 대한 사용성을 증강하는 인터페이스로 증강



(그림 1) ARIoT 개념 및 데이터 흐름도

현실은 중요한 역할을 할 것이다. 이러한 사물 연계된 증강현실 핵심 기술은 어떻게 하면 사물이 증강현실 관련 정보를 효율적으로 전달하고, 제공 받은 정보를 사물과 연계해서 직관적으로 사용자에게 보여줄 수 있는지에 대한 방법론이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 사물에 대한 정보 전달 및 증강현실 표현 관점에서 증강현실과 IoT를 결합한 ARIoT 컨셉을 제시하고자 한다. 그림1은 ARIoT 환경에서 IoT 객체가 증강현실을 위한 특징 모음 (feature set), 증강현실 콘텐츠, 컨트롤 인터페이스 등을 사용자에게 즉각적으로 전달하는 형태로 저장 및 전송하는 형태로 구성을 제시하고 있다. IoT는 사물에 대한 정보와 컨트롤을 사물 간의 네트워크 기반으로 연결하고, 컨텍스트 기반으로 서비스를 실현할 수 있고, 증강현실은 사물에 대한 효과적인 가시화와 상호작용을 위해 트래킹을 제공하여 사용자 경험을 향상시킬 수가 있다는 장점을 기반으로 두 가지 기술을 결합한 ARIoT 서비스에 대한 필요성, 동향, 연구에 대해 본 논문에서 제시한다. 2장에서는 ARIoT의 장점을 통한 필요

성에 대해 제시하고, 사물과 관련된 ARIoT의 증강현실 트래킹 기술 분석 및 최근 기술 동향 등 동향에 대해 살펴보고, 3장에서는 ARIoT에 대한 연구 결과와 방향을 제시하고, 4장에서는 결론과 함께 본 논문의 핵심에 대해 다시 정리하는 것으로 구성하였다.

2. ARIoT 필요성 및 서비스 동향

IoT를 적용한 증강현실 시스템의 단점은 AR 구동 장치에 부합하는 특징(feature) 정보와 증강 콘텐츠 정보를 포함하는 대용량 DB를 가지고 있어야 한다. 이는 증강현실 대용량 DB의 저장 또는 관리 문제를 발생시킨다[2]. 반면, IoT 인프라 (infrastructure)는 사물에 대한 정보를 메모리에 저장하고 네트워크로 데이터 전송이 가능하기 때문에, 컨텍스트 정보를 기반으로 방대한 양의 증강현실 데이터를 취사선택하여 근처에 있는 사물에 대한 정보만을 제시할 수 있다. 따라서, ARIoT 서비스 환경에서는 대용량의 증강현실 DB 데이터를 AR 구동 장치가 직접적으로 가지고 있을 필

요 없다.

또한, 증강현실의 IoT 기술 적용으로 사물에 대한 검출(detection) 및 트래킹 정확도를 높일 수가 있다. 사물은 자신에게 적합한 증강현실 트래킹 방법 및 주변 조명 조건에 대한 정보를 이미 알고 있으므로, 사물에 대한 보다 정확한 증강현실 정합 방법을 무엇인지 사물이 스스로 가이드 할 수 있다는 장점이 있다고 할 수 있겠다.

추가적으로, 기존 클라우드(cloud) 기반의 트래킹 방법은 대용량의 DB 셋이 있으므로 검색을 통해 비교하는 것은 실시간 처리에 무리가 따른다고 할 수 있다. 그러므로, 사용자 주변 공간의 사물에 대해서만 검색 후보들(searching candidates)이 미리 주어진다면 증강현실에 대한 검출(detection) 성능을 현저히 올릴 수 있다는 장점이 있다. 예를 들면, 유사한 객체들로 구성된 환경의 경우 증강현실 시스템은 동일하게 구성된 부품을 동일한 특징(feature)로 인지하게 되어 동일한 증강 콘텐츠가 가시화될 가능성이 높다. 이러한 문제는 ID와 특징 모음(feature set)에 대한 정보가 이미 존재하는 pre-built IoT 구성에 따라 극복이 가능하다고 하겠다. 마지막으로, 디바이스가 가려짐에 의해 증강현실 합성에 문제가 발생할 경우 다른 디바이스와 센서들의 특징(feature) 정보들을 바탕으로 증강현실 합성에 관한 성능을 높여주는 장점도 있을 수 있겠다.

IoT 관점에서 증강현실을 도입하였을 경우의 장점을 살펴보자면, 증강현실은 사물이 가지고 있는 속성 정보를 그래픽으로 사용자에게 직관적으로 제시하는 것이 가능하다[10]. 또한, 넓은 화각(Wide FOV)을 제공하는 증강현실 시스템의 경우 사람의 시야각 범위로 많은 장치 및 센서들의 정보를 실시간으로 한꺼번에 모니터링 하는 것이 가능하다. 이 때 사물에 정합된 증강 정보를 head-up operation 방식으로 사물을 바라보면서 정보를 획득할 수가 있겠다. 이러한 사물 연계형 증강현실

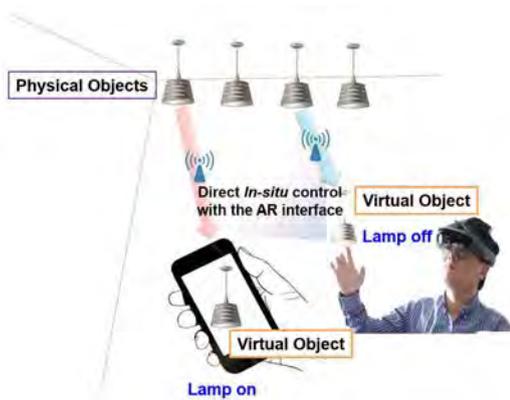
기술인 ARIoT는 1인칭시점의 증강영상을 조작함으로써 다수의 디바이스를 직관적으로 제어가 가능하다. 또한 사물의 액추에이터와 즉각적인(on-the-sport) 제어를 통해 양방향(bi-directional) 인터페이스로의 역할을 수행할 수 있다. 이를 통해 사물에 대한 고수준 기능(high-level function)을 손쉽게 습득하고 수행할 수 있다. 즉, 사물과 관련된 다양한 정보를 사용자가 원하는 시점으로 직관적인 파악할 수 있도록 표현할 수 있는 것이 가능하다고 할 수 있겠다.

최근 증강현실 기술을 적용하여 실생활 가전제품(home appliances)을 직관적으로 제어하는 기술과 관련된 연구 내용의 발표가 증가되고 있는 상황이다. 휴대형의 스마트 기기를 이용한 사용자는 증강현실 디스플레이 장치를 통하여 실제 조명 스위치를 제어하고, TV와 관련된 사물 제어가 가능하다[11]. 서버서부터 해당 디바이스의 장치 상태를 얻어오고, XML 형태의 코드를 통해 동작(action) 정보를 전달하는 방식으로 디바이스의 상태 업데이트 방법에 관한 연구가 진행되었다[12]. 이러한 방법은 직접적으로 디바이스를 제어하는 방법보다 시간적인 측면과 사용성 측면에서 사용자에게 장점이 있다고 할 수 있겠다. 실제 디바이스를 직접적인 제어가 어려운 사용자에게는 효율적으로 제시 될 것으로 전망한다. 사물과 연계된 대표적인 증강현실 애플리케이션은 증강현실 훈련 및 가이드가 있다.

또한, 증강현실 기술을 활용하여 컴퓨터, 자동차, 부품 수리 및 교체 학습 등 하드웨어 시스템 장치에 대한 직관적인 훈련 및 가이드 애플리케이션이 늘어나고 있다[9]. 이러한 서비스 시나리오는 사물에 대한 가이드 학습을 제시하기 위한 증강현실을 이용함으로써 학습 경험을 극대화하여 작업 오류 발생율과 작업 수행 시간을 줄일 수 있다.

(그림 2)는 ARIoT 기반 IoT 센서 데이터 가시화와 직관적인 제어 시나리오를 제시하고 있다.

사용자는 증강현실 장치를 통해 사물인터넷 기반의 기기의 대한 정보를 직관적으로 볼 수 있고, 직접적인 가시화를 통해 원격에서 사물인터넷 장치를 제어하는 것이 가능하다. 예를 들면, 사물인터넷이 연동된 전등이 여러 개 있는 경우 모바일 증강현실을 이용하게 되면 개별 전등에 대한 on/off에 대한 정보를 직관적으로 알 수가 있고, 사용자는 그 전등을 직접적으로 비추어보면서 직접적인 제어하여 on/off 스위칭을 수행할 수 있다.



(그림 2) ARIoT 기반 IoT 센서 데이터 가시화 및 직관적인 제어 시나리오[9]

3. ARIoT 연구 결과 분석

ARIoT는 사용자 주변 공간의 사물이 증강현실 가시화를 위한 트래킹 정보와 증강현실 콘텐츠 정보를 즉각적으로 전달한다는 개념을 제시하고 있다. 예를 들면, 증강현실 정보 전달 과정에서 각 사물은 사용자와 네트워크를 통해 연결되어 있다고 가정한다면, 사물 고유의 증강현실 정보(트래킹 feature sets, 증강현실 presentation 정보 등)를 IoT 센서에 보관하고 있다가 사용자가 사물의 근처에 가게 되면 증강현실 정보를 즉석에서 제공하는 것으로 구성할 수 있다. 최근, ARIoT 프레임워크와 시나리오를 기반으로 사용자가 주변 사물 근

처에 도달하는 것을 IoT 센서가 센싱하게 되면 증강현실과 관련된 정보를 근처의 사용자에게 동적으로 제공하게 되는 연구가 제시되고 있다[9]. 사용자는 사물에 대한 증강현실 정보를 IoT 센서로부터 받게 되고 그 후 자유롭게 그 사물에 대한 증강현실 정보 및 작업을 수행하게 된다. 또한, 사용자는 사물에 대한 컨트롤 입력을 통해 IoT 물체의 액추에이터를 이용하여 쉽게 사물에 대한 제어가 가능하다.

이를 위해 사물과 사용자 간의 증강현실 데이터를 전달하고, 컨트롤하기 위해서 규정화된 통신 프로토콜이 필요하다. UMML(user manual markup language)와 같이 정형화된 포맷 형태의 데이터 정의가 될 것이고, 예를 들면, 가전제품을 제어하기 위해서는 사물에 대한 타겟 특지어 명세서(feature descriptors), 증강현실 콘텐츠 데이터, 구조화된 사물에 대한 UI 컨트롤 구조, 사용자 제어에 따른 증강현실 프로세스가 포함되어야 한다 [9]. 이 때 사물의 증강현실 정합에 관한 정확한 트래킹 정보가 제공한다면 사용자가 사물에 대한 위치 관계에 따른 정보 습득과 제어가 가능할 것으로 본다.

이러한 이유로 보조적 트래킹(guided tracking) 및 조명조건 등과 같은 사물의 속성 정보를 포함하는 IoT 결합형 증강현실 트래킹 방법은 기존 증강현실의 트래킹 한계를 극복할 수 있는 대안이라고 본다. 이러한 증강현실 데이터, UI, mark language 등 구성된 ARIoT 프레임워크를 통해 가전제품과 같은 사물에 대한 다양한 정보 가시화와 제어가 가능하다. 이를 가능케 하기 위한 ARIoT 기반의 연구 방향은 표준 형태(standard format)로 사물 사용자 간 데이터 정의 등과 같은 오픈 소스와 플랫폼을 연계하는 것이 필요할 것으로 본다[13]. 사용자에게 보다 직관성을 제어하기 위해 최근에는 가상 휴먼과 결합된 IoT 사물 제어와 관한 멀티 모달 연구가 증가하고 있다[14]. 예

를 들면, 안경형 증강현실 장치를 착용하고 음성을 기반으로 명령을 하면 눈 앞에 증강현실로 보이는 가상 휴먼이 명령에 의해 사물 인터넷 장치를 제어하는 시나리오가 가능해 졌다. 이러한 방법을 통해 사물 인터넷 제어에 대한 직관성을 더욱 높일 수 있을 것이다.

4. 결 론

IoT 인프라(infrastructure)와 증강현실(AR)의 접목은 사용자 관점에서 사물에 대한 직관적인 인터페이스 및 공간적인 경험 제공에 큰 도움이 될 것으로 본다. 본 논문에서는 이에 두 가지 기술을 접목한 ARIoT와 관련된 필요성, 기존 연구 사례, 프레임워크, 일부 구현 결과 및 분석등을 살펴보았다. 이러한, ARIoT는 사용자가 사물에 탑재되어 있는 증강현실 데이터를 손쉽게 제공받아 정보의 습득 및 사물 제어에 대한 상호작용(interactivity)을 향상할 것으로 전망한다. 또한, 사물 특성 정보에 따른 정확한 트래킹 정보를 제공받아 사물 기반의 고정밀 트래킹이 가능한 시스템으로 발전할 것으로 전망하고, 대용량의 정보의 양을 사용자에게 직관적으로 제시하는 매뉴얼, 멀리 떨어진 사물에 대한 컨트롤, 사물의 특성을 고려한 증강현실 트래킹 등 널리 적용될 수 있을 것으로 기대한다.

미래에는 스마트 폰의 사용자가 증강현실 ATIoT 애플리케이션으로 미리 학습되지 않은 새로운 공간의 사물에 대한 기능을 증강현실을 통해서 살펴보고, 제어할 수 있는 상황이 올 것이고, 이는 인터넷 검색엔진 포털 개념과 같이 증강현실이 사물과 연계된 정보 전달과 컨트롤에 대한 정보를 쉽게 얻을 수 있는 사물 제어 엔진과 같은 개념이 될 수 있을 것으로 전망한다.

참 고 문 헌

- [1] A. Ajanki, M. Billinghamurst, H. Gamper, T. Jarvenpaa, M. Kandemir, S. Kaski, M. Koskela, M. Kurimo, J. Laaksonen, K. Puolamaki, T. Ruokolainen, T. Tossavainen, "An augmented reality interface to contextual information," *Journal of Virtual Reality*, Vol.15, No.2-3, pp.161-173, 2011.
- [2] K. Kim, M. Billinghamurst, G. Bruder, H. B.-L. Duh, and G. F. Welch, "Revisiting Trends in Augmented Reality Research: A Review of the 2nd Decade of ISMAR (2008 - 2017)," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (TVCG)*, Vol.24, No.11, pp.2947-2962, 2018.
- [3] K. Kim, N. Norouzi, D. Jo, G. Bruder, and G. F. Welch, "The Augmented Reality Internet of Things: Opportunities of Embodied Interactions in Transreality," *Springer Handbook of Augmented Reality*, to appear, 2022.
- [4] D. Jo, Gerard J. Kim, "Local context based recognition+ internet of things: complementary infrastructures for future generic mixed reality space," *Proceedings of the 21st ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, pp.196, 2015.
- [5] T. Olsson, M. Salo, "Online user survey on current mobile augmented reality applications," *In Proc. Of IEEE ISMAR'11*, pp.75-84. 2011.
- [6] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, D. Georgakopoulos, "Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things," *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, Vol.25, No.1, pp.81-93, 2014.
- [7] A.M. Ullah, M.R. Islam, S.F. Aktar, S.K.A. Hossain, "Remote-touch: augmented reality

based marker tracking for smart home control,” *Computer and Information Technology (ICCIT)*, pp.473-477, 2012.

- [8] D. Jo, G. J. Kim, “AR enabled IoT for a smart and interactive environment: A survey and future directions,” *Sensors*, Vol.19:4330, 2019.
- [9] D. Jo, G. J. Kim, “IoT+AR: pervasive and augmented environment for ”Digi-log“ shopping experience,” *Human-centric computing and information sciences*, Vol.9, 2019.
- [10] Z. Zhu, V. Branzoi, M. Wolverton, “AR-Mentor: Augmented reality based mentoring system,” *In Proceedings of the 13rd IEEE international symposium on mixed and augmented reality (ISMAR)*, pp.17-22, 2014.
- [11] M. Kim, S. Choi, K. Park, J.Y. Lee, “User Interactions for Augmented Reality Smart Glasses: A comparative evaluation of visual contexts and interaction gestures,” *Appl. Sci.* Vol.9, No.15, pp.3171. 2019.
- [12] L. Muller, I. Aslan, L. Krußen, “GuideMe: A Mobile augmented reality system to display user manuals for home appliances,” *In Proc. of the Adv. Comput. Entertainment (ACE)*, 2013.
- [13] D. Jo, G.J. Kim, “ARIoT: Scalable augmented reality framework for interacting with Internet of Things appliances everywhere,” *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol.62, No.3, pp.334-340, 2016.
- [14] K. Kim, L. Boelling, S. Haesler, J. N. Bailenson, G. Bruder, G. F. Welch, "Does a Digital Assistant Need a Body? The Influence of Visual Embodiment and Social Behavior on the Perception of Intelligent Virtual Agents in AR," *In*

Proceedings of the 17th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), pp.105 - 114. 2018.

저 자 약 력



김 대 환

이메일 : daehwankim@ulsan.ac.kr

- 2011년 포항공과대학교 컴퓨터공학 (박사)
- 2012년~2021년 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
- 2022년~현재 울산대학교 IT융합학부 교수
- 관심분야: 컴퓨터 비전, 제스처 인식, VR/AR/MR



조 동 식

이메일 : dongsikjo@ulsan.ac.kr

- 2003년 포항공과대학교 컴퓨터공학 (석사)
- 2017년 고려대학교 컴퓨터학 (박사)
- 2004년~2018년 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
- 2018년~2020년 원광대학교 디지털콘텐츠공학과 교수
- 2021년~현재 울산대학교 IT융합학부 교수
- 관심분야: VR/AR/MR, HCI, IoT