

스마트 홈 제어를 위한 사용자 중심의 유비쿼터스 가상현실과 실세계 정합시스템 구현

Implementation of the Matching System between User-Centered Ubiquitous Virtual Reality and Real-World for Smart Home Control

최재명*, 이현직*, 박기홍*, 김윤호*⁰

Jae-Myeong Choi*, Hyun-Jik Lee*, Ki-Hong Park*, and Yoon-Ho Kim*⁰

요 약

본 논문에서는 스마트 홈 제어를 위한 유비쿼터스 가상현실이 탑재된 스마트 기기와 실세계를 동기화할 수 있는 정합시스템을 구현하였다. 제안하는 시스템은 유비쿼터스 가상현실이 탑재된 스마트기기, 실세계를 표현할 하드웨어 단말기 및 가상현실과 실세계를 정합하는 서버로 구성되며, 각 구성간의 통신은 ZigBee를 이용한 RF 통신과 TCP/IP 통신을 위한 자체 프로토콜을 설계하여 구현하였다. 제안된 유비쿼터스 가상현실의 주요 기능은 사용자 중심의 저작도구 형태로 사용자가 직접 실세계와 동일한 공간을 구성하여 실세계를 제어할 수 있다. 실험결과, 유비쿼터스 가상현실 기반의 스마트 기기와 하드웨어 단말간의 모니터링 확인 및 제어가 설계 규격대로 수행됨을 확인할 수 있었다.

Abstract

In this paper, we implemented the matching system between user-centered ubiquitous virtual reality and the real world for smart home control. Implemented system consists of the smart devices that are equipped with the ubiquitous virtual reality, the hardware for a real-world representation, and the matching software. To communication and data control, we designed the TCP/IP communication protocol, and used the WPAN-based 802.15.4 ZigBee module. The main point of proposed the authoring tool-based ubiquitous virtual reality is the user-centered environment that users can place the objects such as smart TV, home appliances similar to embellish their home structure. Some experiments are conducted so as to verify the proposed model, and as a results, the proposed matching system is well performed.

Key words : ubiquitous virtual reality, smart home control, smart device, convergence system, ZigBee

I. 서 론

최근 스마트 기기의 보급이 급속히 증가하면서 일상생활이 스마트 기기 중심으로 변화되고 있고, 스마

* 목원대학교 컴퓨터공학부 (Division of Computer Eng., Mokwon University)

· 제1저자 (First Author) : 최재명(Jae-Myeong Choi)

0 교신저자 (Corresponding Author) : 김윤호(Yoon-Ho Kim, Tel : +82-11-459-4415, email : yhkim@mokwon.ac.kr)

· 접수일자 : 2013년 5월 9일 · 심사(수정)일자 : 2013년 5월 10일 (수정일자 : 2013년 6월 21일) · 게재일자 : 2013년 6월 30일

<http://dx.doi.org/10.12673/jkoni.2013.17.3.306>

트 기기 기반의 다양한 어플리케이션들은 소비자들의 적극적인 관심과 함께 모바일 패러다임에서 가장 핵심적인 요소로 IT 트렌드 변화를 주도하고 있다 [1],[2]. 특히 스마트 기기는 기존의 통신, 방송, 가전, 건설 및 의료 등과 같은 다양한 분야의 관련 기술들과 서비스가 융합되는 지능형 네트워크 기술로 발전되고 있으며, 가정이나 사무실 내 디지털 가전기기가 유무선 네트워크로 연결되어 제공할 수 있는 응용서비스 연구 및 개발이 다양하게 이루어지고 있다.

기존의 홈오토메이션 기술은 활성화되지 못하였지만, 현재 스마트 기기의 대중화와 스마트 가전의 보급이 늘어나면서 홈오토메이션이 아닌 스마트 홈으로 진화하고 있다 [3]. 또한 유비쿼터스 가상현실(ubiquitous virtual reality, UVR)은 기존의 가상현실에 u-사실성, u-지능성, u-이동성을 확장하여 정의하고 있고, 스마트 홈 응용분야로 확장될 수 있다 [4],[5].

본 논문에서는 유비쿼터스 가상현실 기반의 스마트 홈 제어 시스템을 제안하고, 일반 PC와 스마트 기기를 활용하여 스마트 가전기기들을 모니터링 및 제어할 수 있는 UVR 융합시스템을 구현하였다.

II. 제안하는 UVR 기반의 정합 시스템

본 논문에서 구현하는 UVR 융합시스템은 클라이언트가 가상공간을 통해 실세계를 제어할 수 있는 시스템으로 스마트 기기를 이용하여 스마트 가전들의 현재 상태 확인 및 제어가 가능하고, 그림 1에서와 같이 정합시스템은 가상현실이 탑재된 스마트 기기와 실세계 노드들 간의 신호 제어를 담당한다. 스마트 기기와 정합시스템 간의 통신을 위해 WiFi, 3G 및 TCP/IP 기반의 무선통신을 사용하였고, 정합시스템과 실세계 표현을 위한 노드간의 통신으로 WPAN 기반의 ZigBee를 적용하였다. 또한 실세계 제어와 사용자 인증을 위해 자체 프로토콜을 설계 및 구현하였고, 가상현실과 H/W 노드간의 신호제어는 TCP/IP 기반으로 구성하였다.

본 논문에서 제안하는 UVR 시스템의 주요 기능으로 스마트 기기에 탑재되는 가상현실을 통해 사용자가 직접 실세계와 동일한 공간을 구성할 수 있도록 하였다. 즉 사용자 중심의 가상공간은 실세계와 비슷한 스마트 가전기기들을 배치할 수 있도록 하여 사용자 하여금 현실감을 가질 수 있다.

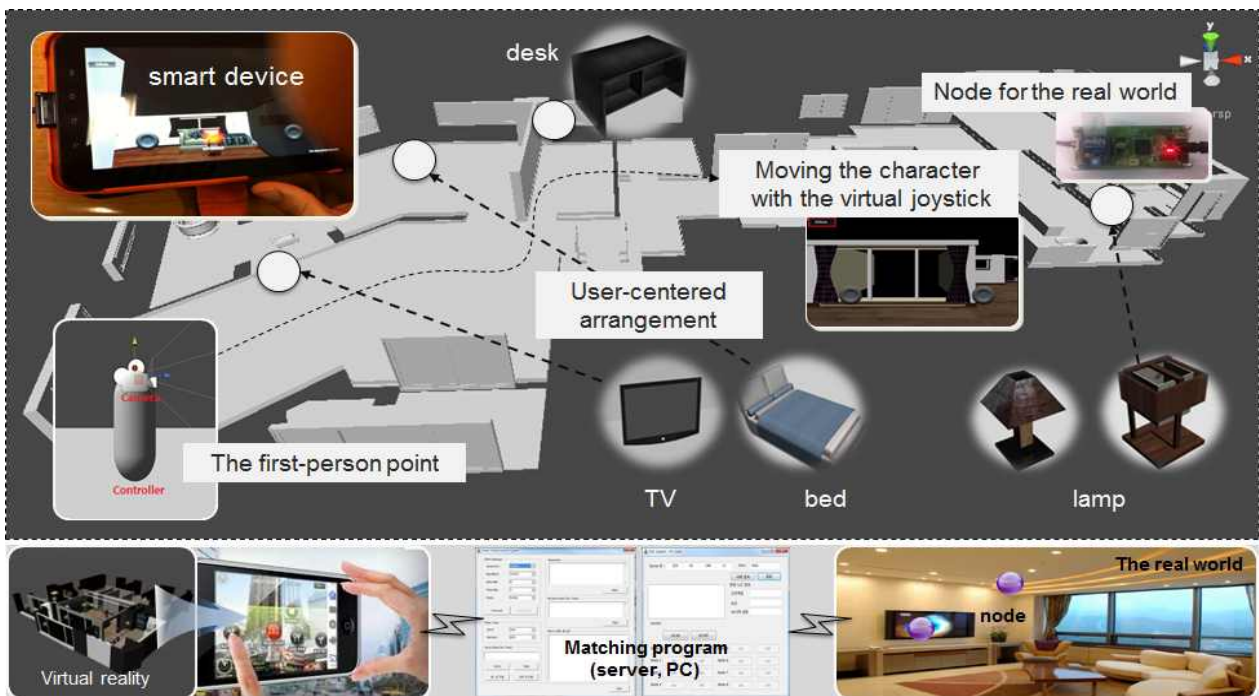


그림 1. UVR 정합 시스템 개념도

Fig. 1. The concept of the UVR-based matching System

III. UVR 기반의 정합 시스템 구현

본 논문에서 제안한 UVR 시스템은 크게 스마트 기기에 탑재된 UVR, 실세계 노드 표현을 위한 H/W 단말 및 정합시스템으로 구성되고, 각각의 구성간의 데이터 통신 흐름은 그림 2와 같다.

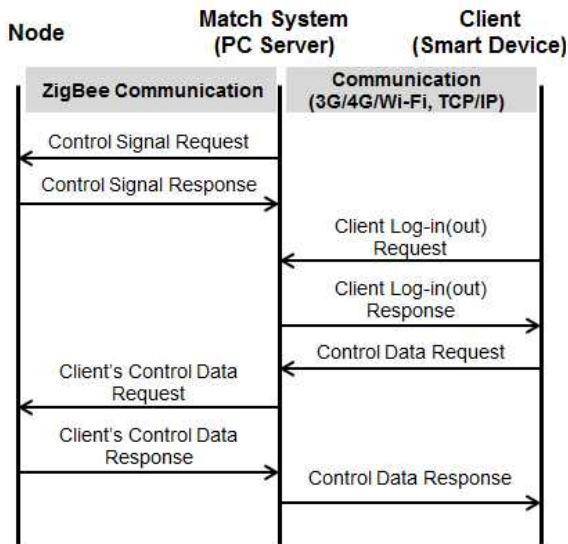


그림 2. 데이터 통신 흐름
Fig. 2. Data communication flow

3-1 가상현실

스마트 기기에 탑재될 가상현실은 3DS MAX [6]와 Unity3D [7]-[10] 기반으로 구현되었다. 가상현실 공간 구축 과정으로 Auto CAD [11]를 이용한 평면도를 기반으로 입면도 구성 후, 3D 오브젝트를 표현하였고, 3DS MAX에서 생성된 오브젝트를 'fbx' 포맷형식으로 변환한 후 Unity3D에서 재질(Materials)을 적용하였다. 그림 3은 가상현실 공간 구축과정과 구현된 가상현실을 스마트 기기에 탑재한 것이다.

본 논문에서 제안하는 사용자 중심의 가상현실은 사용자가 직접 가상공간을 구성하는 것이 주요 특징이며, 스마트 기기에 탑재된 가상현실에서 이동은 그림 4와 같은 가상 조이스틱을 이용한 1인칭 컨트롤러를 사용하였다.

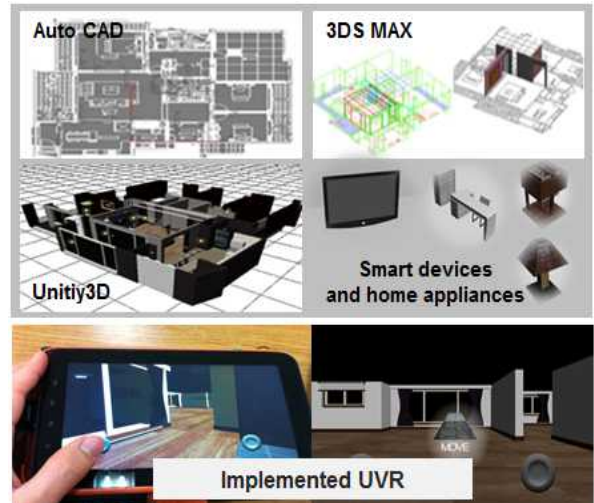


그림 3. 스마트 기기에 탑재된 가상현실
Fig. 3. Implemented VR on smart device

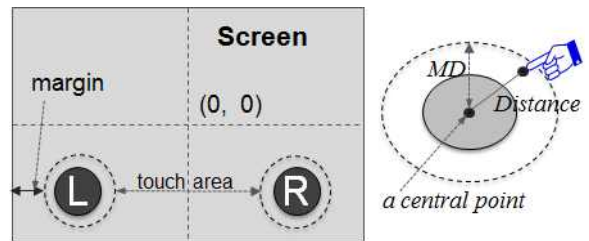


그림 4. 가상 조이스틱
Fig. 4. The virtual joystick

그림 4에서 실제 조정기의 아날로그 스틱의 값을 동일한 조정으로 받기 위해 터치영역을 설정하였다. 중심점(a, b)에서 터치영역까지의 직선상의 최대거리를 유지하면서 식 1을 이용하여 중심점과 터치점(c, d)의 거리(D)를 구하여 최대거리(L)를 벗어났는지 판별한다.

$$D = \sqrt{(a - c)^2 + (b - d)^2} \quad (1)$$

식 1에 의해 구해진 거리가 최대거리를 벗어난 경우 중심점과 터치영역의 직선상에 최대거리를 유지하는 각 성분 x축과 y축의 좌표를 가상스틱에 좌표값으로 선정한다. 각 성분을 구하기 위해서는 식 2를 이용하여 중심점과 터치점의 각도(θ)를 구하고, 식 3을 통해 각각의 x좌표와 y좌표를 얻는다.

$$\theta = 180 \times \arctan\left(\frac{b-d}{a-c}\right)\pi \quad (2)$$

$$x = L \times \sin\theta, y = L \times \cos\theta \quad (3)$$

그림 5에서 GUI 버튼을 추가하여 스마트 가전기기들을 선택할 수 있도록 하였고, 선택된 가구 및 스마트 가전들을 가상공간에 배치할 수 있도록 배치 가능한 영역을 미리 설정하였다.

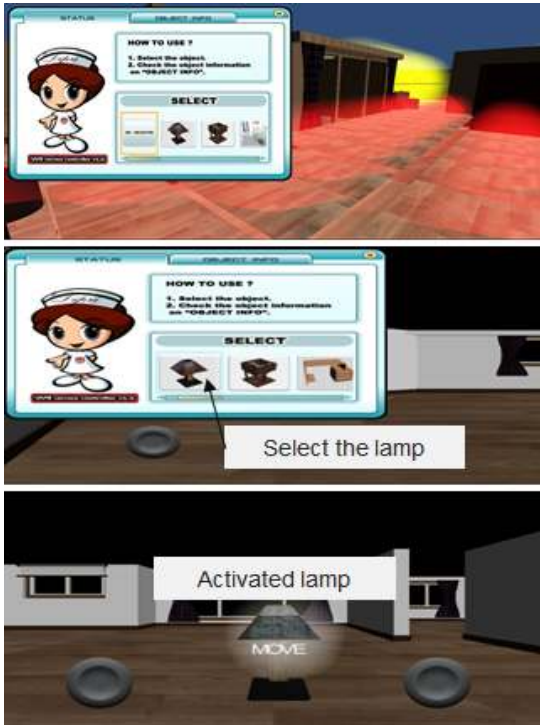


그림 5. 스마트 가전기기 정보 메뉴
Fig. 5. Information menu for home appliances

3-2 실세계를 위한 H/W 단말기

스마트 홈 제어를 위한 실세계 표현으로 ZigBee 기반의 RF 모듈과 AVR MCU를 이용하여 H/W 단말기를 제작하였고, 구성은 그림 6과 같이 크게 Power Block, Process Block, RF Block, External Interface로 구성된다. 그림 6에서 외부전원은 5V Adapter와 Battery를 공용으로 사용할 수 있으며, 서버에 설치되는 Master와 스마트 가전기기를 표현할 Slave의 구분 없이 사용할 수 있게 설계되었다 [12],[13].

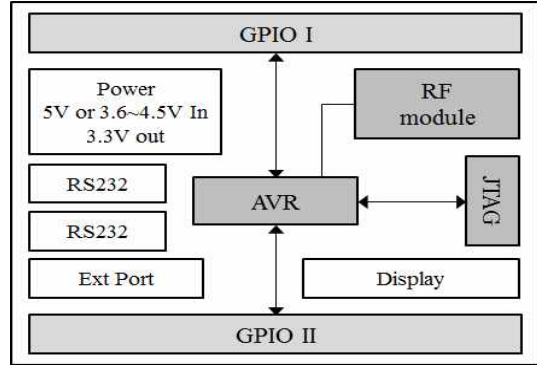


그림 6. 하드웨어 구성도
Fig. 6. H/W structure

3-3 스마트 홈 제어를 위한 정합 소프트웨어

스마트 홈 제어를 위한 정합시스템은 PC용 클라이언트와 스마트 기기를 통해 가정이나 사무실에 있는 스마트 기기들을 제어할 수 시스템으로 그림 7과 같이 구현하였다.

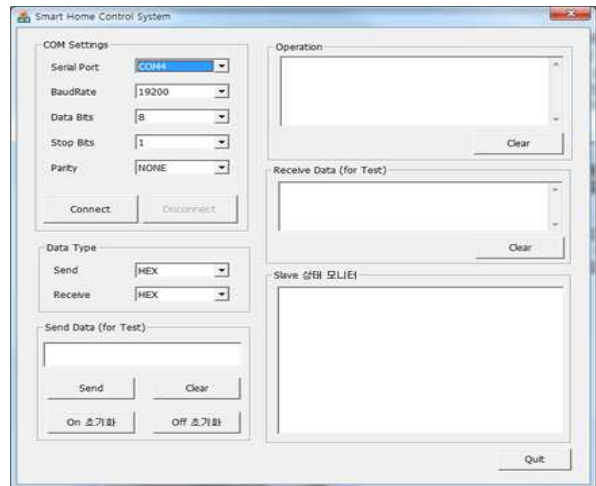


그림 7. 스마트 홈 제어를 위한 정합 소프트웨어
Fig. 7. The matching S/W for smart home control

3-4 PC 클라이언트

본 논문에서 제안하는 시스템의 성능평가를 위해 스마트 기기가 아닌 일반 PC에서 접속이 가능한 경우를 위해 그림 8과 같이 PC 기반 클라이언트 프로그램을 구현하였고, 각각의 On/Off 버튼은 활용하여 스마트 기기들을 제어(On/Off)할 수 있게 하였다.



그림 8. PC 기반의 클라이언트 프로그램
Fig. 8. PC-based client program

IV. 실험결과 및 고찰

4-1 스마트 홈 제어를 위한 프로토콜 설계

본 논문에서 구현한 스마트 홈 제어 시스템은 스마트 기기에 탑재된 UVR과 정합 소프트웨어, 정합 소프트웨어와 H/W 단말기간의 통신과 제어를 위해 프로토콜을 설계하였다. 그림 9는 스마트 기기에 탑재된 UVR과 정합 소프트웨어간의 프로토콜로서 Start flag(Start of Transmission, SOT), Serial(device), Data, Blank 및 End flag(End of Transmission, EOT)의 필드로 구성되었으며, 총 5 Byte로 설계하였다. 식(4)부터 식(6)은 UVR과 정합 소프트웨어간의 프로토콜을 표현한 것이다.

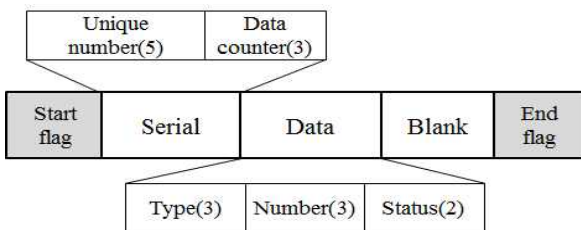


그림 9. UVR과 정합 소프트웨어간의 프로토콜
Fig. 9. The protocol between the UVR and the matching S/W

$$SERIAL(device) = SERIAL + DATA COUNT \quad (4)$$

$$DATA = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m (TYPE_k + DEVICE_i + CONTROL DATA_i) \quad (5)$$

$$MATCHING SYSTM_{protocol} = SOT + SERIAL(device) + DATA + BLANK + EOT \quad (6)$$

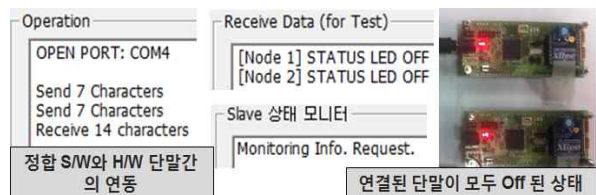
정합 소프트웨어와 H/W 단말기간의 통신과 제어를 위해 프로토콜은 표 1과 같이 설계하였고, Start flag, Node number, Message type, Control data, LRC_High(Low), End flag의 필드로 구성된다. 정합 소프트웨어와 Master 단말기는 UART 통신을 하며, Master와 Slave 단말간의 통신은 ZigBee 기반으로 구성하였다.

표 1. 정합 S/W와 H/W 단말간의 포로토콜
Table 1. The protocol between the matching S/W and H/W

No.	Field	Value
1	Start flag	0x02
2	Node number	0x30~0x39 (for test)
3	Message type	0x30 (control request)
		0x31 (control response)
		0x32 (status request)
		0x33 (status response)
4	Control data	0x30 (device Off)
		0x31 (device On)
		0x41 (ACK)
		0x42 (NACK)
5	LRC_HIGH	STX~VAL high byte
6	LRC_LOW	STX~VAL low byte
7	End flag	0x03

정합 S/W, H/W 단말, PC 기반의 클라이언트 프로그램 및 스마트기기 기반의 UVR 간의 데이터 송수신은 설계한 프로토콜대로 수행하는 것을 확인할 수 있었고, 아래와 같이 데이터 송수신이 이루어진다.

[1단계] 정합 S/W 초기화 및 H/W 단말의 동기화를 수행



[2단계] PC 기반의 클라이언트 프로그램 접속.

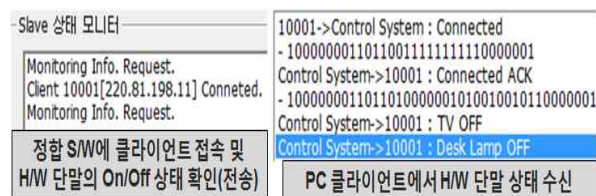




그림 10. 실험 결과들

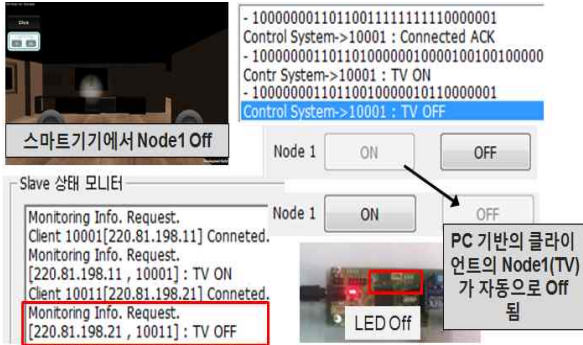
Fig. 10. The experimental results

[3단계] PC 기반의 클라이언트에서 오브젝트 On/Off 및 H/W 단말 제어.

[4단계] [3단계]를 유지하면서 스마트기기 접속 및 현재 H/W 단말 상태 확인.



[5단계] 클라이언트들 간의 오브젝트 제어 신호 공유 및 동기화(스마트기기에서 Node1을 Off 시 PC 기반의 클라이언트에서도 Off 신호로 변경됨).



4-2 실험결과

본 논문에서 제안한 스마트 기기에 탑재된 사용자 중심의 가상현실과 실세계간의 정합 시스템이 설계 규격대로 동작하는지 성능평가를 하였다. 성능평가 방법은 먼저 스마트 기기에 탑재된 가상현실이 사용자에 의해 스마트 가전들이 규격대로 배치되는지 확인하였고, 배치된 오브젝트들이 클릭되었을 때 정합 소프트웨어를 통해 H/W 단말까지 송수신 데이터들이 설계 규격대로 수행됨을 확인하였다. 또한 스마트 기기 외에 일반 PC 접속 클라이언트 프로그램을 통해 다중 접속이 되었을 때의 성능도 평가하였다.

그림 10은 제안하는 정합시스템의 전반적인 결과물을 보이고 있으며, 그림 10(a)는 Unity3D를 이용하여 가상현실 공간을 구현하였다. 그림 10(a)에서 구현된 가상현실은 그림 10(b)와 같이 스마트 기기에 탑재하였고, 탑재된 가상현실은 현실감을 위해 사용자가 직접 스마트 가전들을 배치함으로써 실세계와 동일한 가상공간으로 구성할 수 있도록 하였다. 그림 10(c)는 스마트 기기 외의 일반 PC에서 스마트 홈을 제어할 수 있도록 PC 기반의 가상현실이고, 그림 10(d)는 스마트 기기(또는 PC 기반 가상현실)와 실세계 표현을 위한 H/W 단말간의 제어를 위한 정합 소프트웨어, 클라이언트 소프트웨어 및 구현된 H/W 단말기를 보여주고 있다. 그림 10(e)는 클라이언트(스마트 기기, PC기반 가상현실 등)에서 'TV ON'을 실행했을 때 H/W 단말기에서 LED가 'ON'이 되는 것을 확인할 수 있고, 정합 시스템이 설계된 프로토콜에 의해 데이터가 정상적으로 송수신 되는 것을 확인할

수 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 스마트 기기에 가상현실을 탑재하여 가정과 사무실에 설치되어 있는 스마트 가전기기들의 상태를 모니터링 및 제어할 수 있는 정합 시스템을 구현하였다. 또한 다중 접속을 위해 스마트 기기 외의 일반 PC 기반의 가상현실, MFC 기반의 클라이언트 소프트웨어를 구현하여 다중접속에 대한 성능을 확인하였고, 설계규격대로 데이터 송수신 및 제어가 됨을 확인할 수 있었다. 현재 스마트 홈은 초기 단계로 향후 스마트 가전들이 대중화되고 스마트 기기들과 연동될 것으로 전망되는 바, 본 논문에서 구현된 UVR 기반의 정합 시스템을 통해 일반적인 스마트 시대에서 스마트 홈(비즈니스)의 영역으로 확대될 것이며, 스마트 가전과 건설 및 IT가 융합되어진 신산업 모델이 창출될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연공동기술개발사업(No. C0036697)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

Reference

- [1] Mika Hiltunen, Markku Laukka and Jari Luomala, *Mobile User Experience*, Helsinki, FI: IT Press, Aug. 2002.
- [2] K. H. Park, H. J. Lee and Y. H. Kim, "Wearable Input Device for Incorporating Read-World into Virtual Reality", *The Journal of Korea Navigation Institute*, Vol. 15, No. 2, pp. 319-325, Apr. 2011.
- [3] M. H. Yoon and D. H. Jang, Smart Appliances Trends and Developments, PD issue report, *Korea Institute for Industrial Economics & Trade*, Vol. 12, No. 4, May 2012.

- [4] Business Information Research, Virtual reality technology trends and development strategy, Seoul, BIR Pub., ch. 2, pp. 81-87, Vol. 1, Jan. 2010.
- [5] H. J. Kim, The development of ubiquitous virtual reality (UVR) implementation technology and trends, Ministry of Education and Science Technology, Technical Report, Sep. 2011.
- [6] 3D Modeling and Animation Discussion Groups. *Autodesk 3DS MAX software* [Internet]. Available: <http://www.autodesk.com/products/autodesk-3ds-max/overview>
- [7] Unity3D Scripting Reference *Community*. *Unity3D software* [Internet]. Available: <http://unity3d.com/support/documentation/ScriptReference/>
- [8] Jeff W. Murray, *Game Development for iOS With Unity3D*, Boca Raton, FL: A K Peters/CRC Press, July 2012.
- [9] Will Goldstone, *Unity 3.x Game Development Essentials*, Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd., Dec. 2011.
- [10] Robert Wiebe, *Unity IOS Essentials*, Birmingham, UK: Packt Publishing Ltd., Dec. 2011.
- [11] Autodesk AutoCAD Community. *Autodesk AutoCAD software* [Internet]. Available: <http://www.autodesk.co.kr/products/autodesk-autocad/overview>
- [12] Ata Elahi, Adam Gschwender, *ZigBee wireless sensor and control network*, Boston, MA: Prentice Hall, ch. 10, pp. 193-205, Nov. 2009.
- [13] Shahin Farahani, *ZigBee wireless networks and Transceivers*, Oxford, UK: Elsevier, May 2008.

최 재 명 (Jae-Myeong Choi)



2007년 목원대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
 2009년 2월 목원대학교 대학원 IT 공학과(공학석사)
 2009년 3월~현재 목원대학교 IT 공학과 박사수료
 관심분야: 멀티미디어통신, 유비쿼터스 무선통신시스템, 지능형재난시스템, WBAN 등

박 기 홍 (Ki-Hong Park)



2010년 8월 : 목원대학교 IT공학과 (공학박사)
 2010년 10월~2012년 2월: (주)인코넥스 책임연구원
 2012년 3월~현재 : 목원대학교 컴퓨터 공학부 교수
 관심분야: 영상처리, 컴퓨터 비전, 방재응용기술 등

이 현 직 (Hyun-Jik Lee)



2008년 8월 : 목원대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
 2008년 8월~2010년 7월 : 목원대학교 IT공학과(석사과정)
 2010년 8월~현재 : 목원대학교 IT 공학과 박사과정
 관심분야: 영상처리, 가상현실 등

김 윤 호 (Yoon-Ho Kim)



2003년~현재: 목원대학교 컴퓨터 공학부 교수
 2005년~2006년 University of Auckland, NZ, CITR Lab Research Fellow
 2008년~현재 ISO/TC223 Korea Delegate
 2010년~현재 : 목원대학교 입학 취업처장, 사회안전학회 회장, IEEE, 대한전자공학회, 한국통신학회 정회원 / 한국디지털 콘텐츠학회, 한국해양정보통신학회, 한국항행학회 증신회원
 관심분야: 영상처리, 사회안전표준화, IT정책, 방재정보 통신 등