

블루투스를 이용한 다중접속 게임 제어 시스템의 설계 및 구현

Design and Implementation of Multiple Access Game Control System using Bluetooth

박 상 면*, 김 호 진*, 김 정 길*, 황 태 규*, 이 상 준**

Sangmyeon Park*, Hojin Kim*, Junggil Kim*, Taegue Hwang*, Sangjun Lee**

Abstract

Recently, as Smartphone users increase, a variety of Smartphone games have been released. However, many games are just for individuals, it is not easy to find games in which people can do together. In this paper, we propose the multiple access game control system using bluetooth, which can support multiple users to do games together. The proposed system overcomes the limitation of current PC games, and also proposes a convenient way in which people can enjoy the game easily without expensive equipments such as Nintendo Wii.

요 약

최근 스마트폰 이용자가 급증하여 다양한 스마트폰 게임이 출시되고 있으나, 개인을 위한 게임이 주종을 이루고 함께할 수 있는 게임은 많지 않다. 본 논문에서는 하나의 게임을 다수 이용자와 같이 할 수 있도록 도와주는 블루투스를 이용한 다중접속 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 기존 PC게임의 한계를 극복하고, Nintendo Wii와 같은 고가의 장비 없이 다수의 사용자가 함께 게임을 즐길 수 있는 방법을 편리하게 제공한다.

Key words : Control, Game, Multiple access, Bluetooth, Android

1. 서론

게임에는 온라인 PC게임, 보드게임, App게임 등 여러 가지가 있다. [그림 1]에 따르면 대한민국 게임의 시장규모가 2007년 이후로 지속적으로 성장 하고 있다. 국내 게임 시장의 규모가 점점 성장하는 이유는 온라인 PC게임의 장점인 데이터화를 통해 언제 어디서든 접속하여 평소처럼 게임을 진행할 수 있는 것이 특징과, 보드게임의 장점인 게임의 장르가 다양하게 존재하기 때문에 각자의 기호에 맞게 게임을 선택하여 오프라인에서 함께 즐길 수 있다는 점이다. 한편으로는 온라인 PC게임의 단점은 1인 1PC를 요구하는 점과 게임의 장르가 한정적인 점, 마우스와 키보드만을 컨트롤러로 이용한다는 한계를 갖고 있고, 보드게임의 단점으로는 오프라인에서 함께 즐기기 위해서는

* School of Computer Science and Engineering, Soongsil University

★ Corresponding author

sangjun@ssu.ac.kr, 02-820-0672

※ Acknowledgment

This research was supported by MSIP (Ministry of Science, ICT&Future Planning), Korea, under the ITRC (Information Technology Research Center) support program (NIPA-2012-H0301-12-2006) supervised by the NIPA(National IT Industry Promotion Agency)

Manuscript received Nov. 12, 2013; revised Nov. 27, 2013 ; accepted Nov. 29, 2013

해당 게임의 필요물품이 존재하여야 한다는 점이 지적된다.

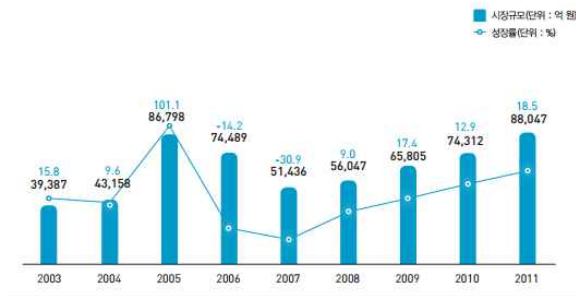


Fig. 1. Korea game market trend
그림 1. 국내 게임 시장 추이[1]

본 논문에서는 온라인 PC게임의 장점과 보드게임의 장점을 이용해 PC와 스마트폰 간에 무선 네트워크 즉, 블루투스[2]를 활용하여 새로운 장르의 게임을 제공할 수 있는 다중 접속 게임 제어 시스템을 제안한다. 블루투스 모듈을 이용하여 스마트폰과 서버(PC)를 연결하여 게임 진행에 필요한 사용자 이벤트는 스마트폰을 이용하여 서버에 전송하고 서버에서는 전달 받은 사용자 이벤트를 처리해주고 결과물을 다시 스마트폰으로 전송하며 게임을 진행한다. 사용자가 스마트폰을 통해 이벤트를 발생 시키면 블루투스 모듈을 통해 해당 이벤트를 분석한다. 분석한 데이터는 서버에 전송하게 된다. 서버 측에서는 다양한 입력 데이터에 대해서 로직에 맞는 옳은 출력 데이터를 화면에 출력하고, 입력받은 데이터로 인하여 발생한 결과물을 다시 스마트폰 어플리케이션으로 넘겨주어야 한다. 왜냐하면 스마트폰은 단지 컨트롤러 역할을 수행하므로 서버에서 전송된 데이터를 바탕으로 사용자에게 전달하기 때문이다. 이 과정을 반복하면서 게임이 진행된다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 관련된 기존 연구를 설명한다. 3장은 제안된 시스템의 운영 내용을 보여줄 것이며 4장에서는 본 연구의 결론을 맺는다.

II. 관련연구

1. 무선 네트워크

제안 시스템에서 PC와 스마트폰을 이용하기 때문에 무선 네트워크를 이용해야 한다. 왜냐하면 PC는 유무선 네트워크를 지원하지만 스마트폰은 무선 네트워크만을 지원하기 때문이다. 사용 빈도수에 따라 다음

과 같이 3개의 무선 네트워크로 나눌 수 있다.

가. 와이파이

와이파이란 Wireless Fidelity 약어이고 Wi-Fi Alliance의 상표명으로, IEEE 802.11 기반의 무선랜 연결과 장치 간 연결, PAN/LAN/WAN 구성 등을 지원하는 일련의 기술을 뜻한다[3]. 와이파이의 장점은 단연 속도이다. 무선 네트워크에서는 와이파이의 속도가 빠른 편에 속하며 와이파이 사용시 비용이 들지 않는다는 것이 장점이나, 와이파이 존이 필수적으로 구축되어 있어야 하기 때문에 유무선 공유기를 추가로 구입하여 인위적으로 와이파이 환경을 만들어 주어야 한다는 한계가 있다. 또한 와이파이 존을 만들기 위해서는 필수적으로 유선 네트워크가 구축되어야 한다. 이러한 단점을 인터넷 집 전화의 보급화로 인해 가정에 유무선 공유기가 많이 보급되어 어느 정도 극복이 가능하겠지만, 공유기 간의 AP 충돌 또는 간섭으로 인한 문제도 존재한다.

나. 블루투스

블루투스 무선 통신 기술은 2.4GHz 대역을 바탕으로 작은 구역 내의 휴대폰과 휴대용 PC, 기타 주변 장치를 연결하는 무선전송기술을 말한다[4]. 블루투스의 장점은 별도의 설정이 불필요하고 노트북과 스마트폰 간의 페어링 또는 PC의 블루투스 수신기(Dongle)와 스마트폰 간의 페어링을 통해 손쉽게 연결할 수 있고 한번 페어링을 한 후에는 별도의 설정 없이 바로 연결할 수 있다는 점이다. 또한 와이파이 에 비해 저전력이기 때문에 스마트폰 최대의 문제인 배터리 문제에서 어느 정도 벗어날 수 있고, 1:1 혹은 1:n 방식을 제공하기 때문에 다중접속에 적합하다. 블루투스 신호는 주파수 호핑(Frequency Hopping)방식을 취하기 때문에 신호 간섭에서 보다 자유롭다. 한편 블루투스의 단점으로는 반경이 10m밖에 안 된다는 점이 있다[2].

다. 셀룰러 통신

셀룰러 통신이란 이동통신에서 전체 서비스 영역을 다수의 좁은 지역으로 분할하는 통신 방식으로 이동통신에서는 이용할 수 있는 주파수 대역이 제한되어 있기 때문에 한 번에 사용할 수 있는 채널수도 제한되어 있다. 셀룰러통신에서는 넓은 서비스 영역을 다수의 좁은 서비스 지역으로 분할하고 안테나로부터 나오는 전파를 약화시켜, 작은 지역 반경에만 전파가 도달하게 하는 방식이다. 각 지역의 중심에 기지국을 두고, 이 지역을 넘어가면 기지국을 바꾸면서 통신하는 것이다. 셀룰러통신은 서로 떨어진 지역에서 같은

주파수를 반복하여 사용할 수 있으며, 전송거리가 넓은 장점을 갖고 있다. 단점으로는 제어가 복잡하고 인프라 구축이 필요하며, 인접대역에 동일한 주파수를 피하기 위한 분배의 문제가 발생한다[5].

본 논문의 제안 시스템에서는 게임을 제어하는데 있어 중요한 부분은 추가적인 비용이 들지 않아야 한다. 또한 다중접속을 지원해야하기 때문에 최대 8대 까지 다중접속을 할 수 있고 인터넷 환경이 필요하지 않은 블루투스로 무선 네트워크를 선택하였다. 비록 블루투스 무선 네트워크의 단점인 거리 제한이 10m 이지만 보드게임의 특성인 오프라인에서 진행이 되므로 제안 시스템에서는 무의미하다.

2 유사 시스템

본 제안 시스템과 유사한 시스템으로는 PC와 스마트폰을 이용하는 측면에서는 Nebudroid[6]와 비슷하고, 다중 접속을 이용하는 측면에서는 Nintendo Wii[7]가 있다.

가. Nebudroid

Nebudroid는 PC와의 통신을 위해 와이파이나 3G를 사용한다[6]. 이 두 가지 방식은 추가 비용이 발생하며 데이터 패킷 교환에 대한 시간에 외부 간섭이 발생하게 된다. 외부 간섭에 따라 발생하는 입력 데이터에 대한 지연현상은 게임 컨트롤러의 성능 자체를 저하시킬 수 있다. Nebudroid는 [그림 2]에 나타나 있듯이 두 가지 방식의 게임 컨트롤러를 지원한다.



Fig. 2. Game controller in Nebudroid
그림 2. Nebudroid 게임 모드[6]

이는 콘솔게임의 컨트롤러인 패드 형식과 레이싱 게임의 컨트롤러인 조이스틱을 지원한다. 한편 본 제안 시스템은 게임의 장르가 다양한 보드게임의 컨트롤러를 지원해야 하므로 더 다양화를 시킬 필요가 있다.

나. Nintendo Wii

Nintendo Wii는 기본적으로 다중 접속 시스템을 이용하여 2인이 게임을 진행한다. Nintendo Wii의 장점으로는 [그림 3]과 같은 Wii 리모컨을 컨트롤러로 사

용한다는 것이다. Wii 리모컨은 사람의 모션을 인식하여 게임에 반영해주는 컨트롤러이다.



Fig. 3. Wii remote controller using bluetooth
그림 3. 블루투스를 이용하는 Wii 리모컨[7]

제안 시스템과 유사하게 블루투스를 이용하여 Nintendo Wii 본체와 Wii 리모컨을 연결하여 2인의 다중접속시스템을 지원하는 것이다. 한 가지 아쉬운 점이 있다면 Nintendo Wii의 본체가 가격이 비싸다는 점이다.

따라서 제안 시스템에서는 Nintendo Wii의 본체를 블루투스를 지원하는 PC로 대체하고 Wii 리모컨을 스마트폰으로 대체하여 구현한다.

III. 제안 시스템 설계 및 구현

본 논문에서는 블루투스를 이용한 다중접속 시스템을 구현하기 위해 Windows 7을 기반으로 Android 2.3.3 SDK를 사용하여 Mobile Application을 개발하였다. Server는 Windows 7 기반의 Java JDK 1.6버전을 지원하는 Eclipse Juno에서 구현하였다.

1. 시스템 구성도

본 논문의 제안 시스템의 구성요소는 [그림 4]과 같이 Server 역할을 하는 PC와 컨트롤러의 역할을 담당하는 스마트폰, Server와 스마트폰을 연결해주는 블루투스 모듈이 있다. 컨트롤러 역할을 하는 스마트폰은 두 가지로 나뉜다. 하나는 Main 스마트폰이고 다른 하나는 Sub 스마트폰이다. 이렇게 나눈 이유는 Server에서 게임이 실행이 될 때 연결되어 있는 모든 스마트폰에 동일하게 게임 진행에 관해 권한을 부여할 경우 원활한 게임진행이 불가능 하므로 해당 게임을 컨트롤 할 수 있는 방장의 개념으로 Main 스마트

폰을, 해당 게임에 관해 컨트롤 할 권한이 없고 단순히 게임만 진행하는 Sub 스마트폰으로 나누었다.

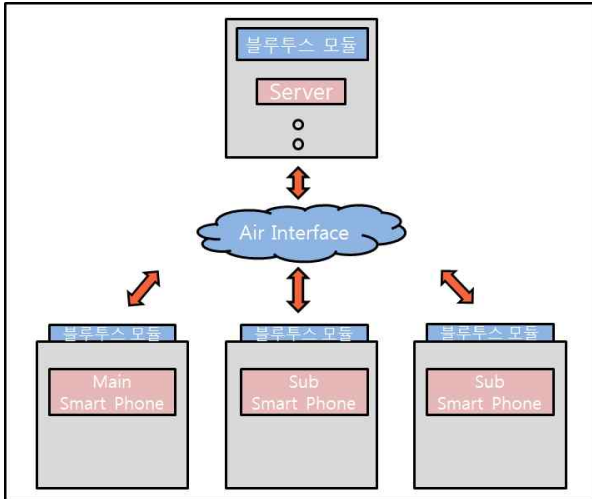


Fig. 4. System Diagram
그림 4. 시스템 구성도

가. Main 스마트폰

블루투스를 이용하여 PC에 최초로 연결되는 스마트폰을 Main 스마트폰으로 정하고 연결 후에는 PC 즉, 게임 진행을 컨트롤 할 수 있는 권한을 가진다. 게임을 선택할 수 있는 권한을 가진 Main 스마트폰이 게임을 선택하게 되면 해당 게임의 방을 개설한다. 이후 다른 사용자가 방에 입장할 때 까지 기다린다. 다른 사용자가 연결이 되면 PC에서는 그 사용자를 Sub 스마트폰으로 인식을 한다.

나. Sub 스마트폰

Sub 스마트폰이란 Main 스마트폰이 만들어 놓은 방에 입장하여 PC에 접속되는 스마트폰이다. PC는 몇 번째 연결인지 확인 한 후 처음이 아니면 Sub 스마트폰으로 인식한다. Sub 스마트폰은 단지 게임에 관한 컨트롤만 할 수 있다.

다. PC

PC는 가장 먼저 블루투스 연결요청이 들어온 스마트폰을 Main 스마트폰을 선정하고 선택한 게임에 관한 정보를 검색하여 게임에 필요한 인원만큼 블루투스 연결을 허용하여 Sub 스마트폰으로 인식한다. PC는 연결되는 모든 스마트폰에게 가장 먼저 사용자의 기본정보를 받아와서 저장한다. 저장 한 후 PC는 현재 연결되어 있는 모든 스마트폰에게 기본정보를 제공하며 게임 시작을 기다린다. 게임시작을 알리는 메

시지를 전송할 때 마다 체크를 하게 되며 게임에 필요한 인원이 전부 접속하였는지, 전부 게임시작을 알리는 메시지를 전송했는지 체크 한 후 해당 게임을 실행시킨다.

2. 동작 과정

[그림 5]는 블루투스 다중접속 시스템의 동작과정이다. 동작과정은 크게 3부분으로 나눈다. 사용자에게 이벤트를 받을 수 있는 스마트폰, 사용자에게 받은 정보를 PC에 전달하거나 PC에서 요구되는 정보를 사용자에게 전달하는 블루투스 모듈, 사용자가 선택한 게임을 실행시켜주는 PC부분이다.

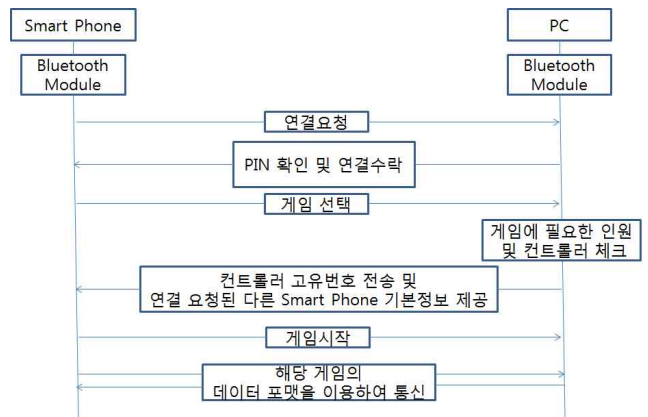


Fig. 5. Flow chart of the proposed system
그림 5. 블루투스 다중접속 시스템의 동작과정

가. PC와 스마트폰의 연결

먼저 스마트폰에서 PC로 블루투스 모듈을 이용하여 연결을 요청한다. 이때 PC는 현재 블루투스 연결된 스마트폰의 개수를 확인하고 만약 처음 연결되었을 경우 해당 스마트폰을 Main 스마트폰으로 지정하고 모든 블루투스 연결을 받지 않는다. 이는 Main 스마트폰이 게임을 선택하여야 게임에 필요한 인원만큼 연결을 받을 수 있기 때문이다. 스마트폰에서 PC로 블루투스 연결을 요청할 때 Android Service로 제공한다. Service란 Android에서 제공하는 어플리케이션을 구성하는 컴포넌트 중에 하나이며 Background에서 동작하는 컴포넌트를 말한다[8].

왜냐하면 Service는 Background에서 동작하기 때문에 게임도중 스마트폰의 특성상 발생할 수 있는 사항 즉, 전화나 문자 등 연락이 오면 스마트폰은 잠시 컨트롤러 역할을 할 수 없기 때문이다. 제안 시스템에서는 게임도중 발생하는 모든 interrupt를 수행 후 컨트롤러 역할을 수행 할 수 있도록 구현하였다.

또한 PC에서는 Main 스마트폰의 블루투스 연결을 수락을 할 때 Thread를 생성하여 연결 상태를 유지한다. Main 스마트폰이 게임을 선택하게 되면 PC에서 해당 게임에 필요한 인원 및 컨트롤러를 체크하고 Main 스마트폰에게 컨트롤러의 고유번호와 함께 Main 스마트폰의 기본정보 전송 할 수 있도록 메시지를 같이 보낸다. 메시지 포맷은 [표 1]과 같이 구성되어 있다.

Table 1. Data format
표 1. 데이터 포맷

메시지	데이터 1	데이터 2
-----	-------	-------	-------

메시지는 PC와 스마트폰에서 인식할 수 있는 문자열이고 데이터 1, 데이터 2 는 해당 메시지에 대한 답변으로 구성되어 있다. 각 문자열은 구분자로 구분하며 String 형태로 송수신 한다. 메시지를 수신할 때는 split 함수를 통하여 다시 String 배열로 변환 후 인식한다.

Main 스마트폰이 기본정보를 보내오면 지정된 Thread에 저장한다. 저장을 한 후 게임에 필요한 인원만큼 Thread를 생성한 후 블루투스 연결을 받으며 연결된 스마트폰을 Sub 스마트폰으로 지정한다. Sub 스마트폰들의 연결이 되면 Main 스마트폰과 마찬가지로 해당 게임의 컨트롤러의 고유번호와 함께 기본정보를 전송 할 수 있도록 메시지를 보내고 Sub 스마트폰으로부터 받은 기본정보를 해당 Thread에 저장한다. 스마트폰마다 각각 Thread를 구성하는 이유는 Multi Thread를 이용한 다중접속 시스템을 구축하기 위함이다.

PC로부터 컨트롤러의 고유번호와 함께 기본정보를 제공하라는 메시지를 받으면 자신의 전화번호, 소유하고 있는 돈을 전송하며 컨트롤러의 고유번호를 저장하고 대기한다. 만약 상대방이 접속을 하지 않았을 경우 폴링기법을 이용하여 PC에 상대정보 메시지를 보내서 확인한다. 폴링(polling)기법이란 하나의 장치 또는 프로그램이 충돌 회피 또는 동기화 처리 등을 목적으로 다른 장치 또는 프로그램의 상태를 주기적으로 검사하여 일정한 조건을 만족할 때 송수신 등의 자료처리를 하는 방식을 말한다[9].

상대방의 정보까지 모두 수신하면 대기한다.

나. 게임 실행

게임의 필요한 인원이 모두 연결되면 사용자들은 준비버튼을 누를 수 있다. 준비버튼을 누르면 PC에게

준비완료 메시지를 전송하게 되며 PC는 전송된 준비완료 메시지로 해당 사용자의 준비상태를 변경한다. 모든 사용자들의 준비완료상태가 체크가 되면 PC에서는 해당 게임을 실행시키며 보드게임과 같이 모든 사용자가 제공받을 정보들을 모니터로 출력하여 볼 수 있도록 한다.

다. Android 스마트폰의 게임 정보 관리

Android에서 데이터를 저장할 수 있는 방법은 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 Android에서 제공하는 SQLite를 이용하여 데이터를 저장하는 것이고 다른 하나는 Sharedpreferences이다.

SQLite[10]는 서버가 아니라 응용 프로그램에 넣어 사용하는 비교적 가벼운 데이터베이스로써 Android 운영체제에 기본 탑재된 데이터베이스이다.

Sharedpreferences란 해당 프로세스(어플리케이션)내에 File형태로 Data를 저장하는 방식이다. 그리고 해당 어플리케이션이 삭제되기 전까지 데이터를 보관해주는 기능을 한다[8].

본 제안 시스템에서는 관리해야 할 게임정보가 많지 않기 때문에 SQLite보다 Sharedpreferences를 이용하여 관리한다.

3. 구현 내용

본 논문에서는 블루투스를 이용한 다중접속 게임 제어 시스템을 보여주기 위한 방법으로 보드게임의 일종인 맞고를 구현하였다.

```

name : MainPlayer
NickName : Playerskdkdof
PhoneNumber : 01038506065
Money : 10402
asd GoStop
S : MainPlayer's info send done...
WaitForOtherPlayer
S : MainPlayer's info send done...
S : SubPlayer's info send done...
name : SubPlayer
NickName : Player
PhoneNumber :
Money : 8404
    
```

Fig. 6. Basic information stored in Thread
그림 6. Thread에 기본정보 저장

[그림 6]은 PC와 블루투스 연결이 된 스마트폰에게서 기본정보를 받아서 각각의 Thread에 저장하는 것이다. 성공적으로 블루투스 연결이 되면 자신의 정보와 상대의 정보를 보여준다. 준비하기 버튼을 누르면 게임이 실행된다.

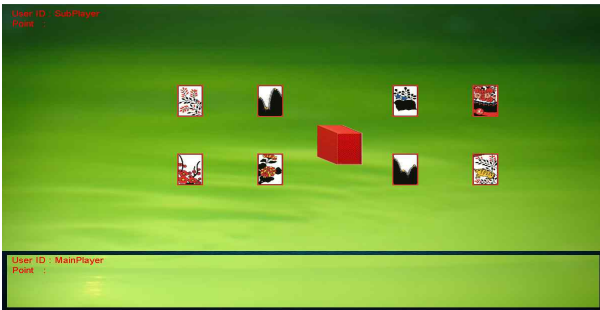


Fig. 7. Example of game screen
 그림 7. 구현된 게임 화면

[그림 7]은 PC에서 제공하는 게임 화면의 예를 나타내고 있다.

4. 비교 분석

본 제안 시스템의 우수성을 보이기 위해 관련연구에서 기술한 Nebudroid 및 Nintendo Wii와 비교하였다. Nebudroid는 유선 랜을 통한 와이파이 구축이 필수이기 때문에 와이파이 존을 위한 비용이 들지만 제안 시스템은 블루투스를 이용하기 때문에 인터넷환경이 제공되지 않는 곳에서도 PC와 스마트폰을 이용하여 게임을 할 수 있고 PC와 스마트폰의 데이터 교환 시에도 별도의 비용이 들지 않는다. 또한 제안시스템은 다중접속이 가능하다. 이러한 내용을 정리하면 [표 2]와 같다.

Table 2. Analysis of the proposed system

표 2. 제안 시스템의 비교 분석

	하드웨어	데이터 통신	다중접속 시스템	와이파이 구축
제안 시스템	필요없음	필요없음	지원가능	필요없음
Nebudroid	필요없음	필요함	지원불가	필요함
Nintendo Wii	구입필요	필요없음	지원가능	필요없음

이와 같이 구현된 제안 시스템은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 저비용 시스템 구축 : 별도의 장비가 필요 없이 자신의 스마트폰과 PC를 이용하여 제안 시스템을 구축하여 게임을 진행 할 수 있다.

- 다양한 게임 장르 지원 : 본 제안 시스템은 온라인 게임의 특징과 보드게임의 특징을 접목시켰기 때문에 별도의 준비물 없이 다양한 장르의 게임을 가지는 보드게임을 즐길 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서 제안한 블루투스 다중접속 게임 제어 시스템은 기존의 게임 제어 시스템의 문제점인 한 대의 PC에 한 명의 사용자가 사용하는 일대일 방식을 한 대의 PC에 다수의 사용자가 있는 일대다 방식으로 바꾼 새로운 게임제어 시스템을 제시했다는 것에 의미가 있다. 또한 자신의 스마트폰을 컨트롤러로 사용하고 게임에 관한 정보를 저장하기 때문에 언제든지 PC와 스마트폰을 연결하여 지속적으로 게임을 즐길 수 있다.

향후 스마트폰에 탑재된 가속센서, 자이로센서 등을 이용하여 Nintendo Wii의 리모컨처럼 사람의 모션을 인식하여 게임을 진행할 수 있는 방법이 추가 될 수 있음을 보여주며, 다중접속이 가능하기 때문에 게임의 규모가 커져서 필요 사용자가 많아지는 경우에도 지원이 가능하다는 것을 보여준다.

References

[1] “2012 White Paper on Korean Games”, Korea Creative Content Agency, 2012
 [2] Bluetooth, <http://www.bluetooth.org>
 [3] Wi-fi, <http://www.wi-fi.org>
 [4] Jungkuk Kim, Jongpil Chae, Woong Huh, Jaehyun Park, “Evaluation of Bluetooth Wireless Communication Method Applied to Medical Environment”, Journal of IKEEE, vo. 6, no. 1, pp.65-71, 2002
 [5] Jochen H. Schiller, “Mobile Communications(2nd edition)”, Pearson Education Ltd., 2003
 [6] Nebudroid, <http://www.nebudroid.com>
 [7] Nintendo Wii, <http://www.nintendo.co.kr/Wii>
 [8] Android, <http://developer.android.com>
 [9] Polling, [http://en.wikipedia.org/wiki/Polling_\(computer_science\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Polling_(computer_science))
 [10] SQLite, <http://www.sqlite.org>

BIOGRAPHY

Sangmyeon Park (Student Member)

Present: BS course in Computer Science Engineering, Soongsil University

<Research interests> Mobile network, Web programming

Hojin Kim (Student Member)

Present: BS course in Computer Science Engineering, Soongsil University

<Research interests> Mobile network, Software Engineering

Junggil Kim (Student Member)

Present: BS course in Computer Science Engineering, Soongsil University

<Research interests> Database, Mobile programming

Taegue Hwang (Student Member)

Present: BS course in Computer Science Engineering, Soongsil University

<Research interests> Embedded System, Real Time O.S

Sangjun Lee (Member)

1996 : BS degree in Computer Engineering, Seoul National University.

1998 : MS degree in Computer Engineering, Seoul National University.

2004 : PhD degree in Electrical Engineering and Computer Science, Seoul National University.

2005~Now : Associate Professor in School of Computer Science and Engineering, Soongsil University

<Research interests> Databases, Information Retrieval, System Software, Mobile System, Security