

Ultimate-Game Automatic Trace and Analysis System Using IoT

Lim Jea Yun[†]

ABSTRACT

In this paper, by applying IoT technology to the Ultimate game, which is one of the games using Flyingdisc, the process of the game is traced based on the players and the flyingdisc, and a comprehensive relationship analysis between players is performed on the results of the game. A WiFi module with built-in GPS is attached in the players and flyingdisc. The player's ID, latitude/longitude values received from GPS and time are stored in the database in realtime during the game. Process informations of the game is also stored in the database at the same time using mobile Ultimate game App. Based on this informations after the game is over, we developed a system that can perform comprehensive analysis of the game contents. By using the informations stored in the database, the player-based game process and the flyingdisc-based scoring process are visualized in the virtual playground. Various game result informations for players are graphically analyzed using Python.

Keywords : Flying Disc, Ultimate, GPS, WiFi, Game Data Analysis

사물인터넷 기반 얼티미트 경기 자동추적 및 분석 시스템

임재윤[†]

요약

본 논문은 플라잉디스크를 사용한 경기중 하나인 얼티미트 경기에 사물인터넷 기술을 접목하여 경기진행 상황을 선수중심 및 경기원반 중심으로 추적하며, 경기 결과에 대한 선수간 종합적인 관계분석을 수행하였다. 선수 및 경기원반에 GPS기능이 내장된 WiFi 모듈을 장착하여 경기 진행 중 선수의 ID, GPS로부터 수신된 위도/경도 값 및 시간이 실시간으로 데이터베이스에 저장되며, 경기진행용 모바일 앱을 통해 선수들간의 경기진행 상태에 대한 정보들도 동시에 데이터베이스에 저장된다. 경기종료 후 이러한 정보들에 기반하여 경기내용에 대한 종합분석을 수행 할 수 있는 시스템을 개발 하였다. 데이터베이스에 저장된 정보를 활용하여 선수중심의 경기진행상황 및 경기원반중심의 득점상황을 가상 경기장에서 동영상 형태로 재현 할 수 있도록 설계하였으며, Python프로그램을 활용하여 선수중심의 다양한 경기분석 정보를 각종 그래프로 표시하였다.

키워드 : 경기원반, 얼티미트, 위성항법장치, 와이파이, 경기 데이터분석

1. 서론

플라잉디스크 종목은 학교 스포츠클럽 대회로 부터 발전하여 현재는 초, 중, 고등학교는 물론 대학과 성인까지 활동 인구가 꾸준히 증가하고 있다[1, 2]. 2012년 학교스포츠클럽 대회로 시작 하였을 당시 6~7개 시도 대표만 출전하였으나, 2021년 현재 17개 시도 모두 대표팀이 출전 할 만큼 전국대회 규모로 발전하였다. 아울러 대학연맹대회, 지역연맹 회장배, DMZ 플라잉디스크 대회등 크고 작은 성인 대회가 전국적으로 개최되고 있다.

종목의 빠른 보급 속도 및 참여인원에 비해 대회 운영적 인면인 콘텐츠 제공의 측면에서 보면 경기 후 참가자에게 제공

되는 정보는 참가팀 및 선수, 경기 최종결과등 매우 제한적인 정보만 제공 되고 있다. 또한 경기진행 상황에 대한 실시간 정보가 제공되지 않아 대회가 끝난 후 최종 경기 결과를 수동으로 집계하는 기초적인 수준에 머물고 있다[3-5]. 이에 따라 경기 진행 상황을 실시간으로 수집하고 저장하며 이를 가공 처리하여 경기 전반에 대한 다양한 정보를 제공할 필요가 있다. 또한 경기진행 중 또는 경기 후 선수들간의 경기수행에 대한 기록과 데이터에 대한 종합적인 분석을 통하여 팀별 맞춤형 전술 수립에 도움이 될 기초자료의 제공이 절실히 요구되고 있다[6-9]. 일반적으로 GPS를 통해 수신된 위치정보는 선수 및 경기원반의 경기진행 실시간 정보로 제공될 수 있다[10-12].

플라잉디스크 관련 기술의 최근의 연구동향은 경기용 원반에 IoT 기술을 접목하여 원반의 비행궤적을 추적하거나, 이를 활용한 원반 던지기 자세분석등에 대한 다양한 시도가 진행되고 있다. 이러한 연구들은 스마트마커에 RFID 및 GPS 모듈을 장착하여 원반골프의 경기 상황을 추적하거나[6], 경기용 원반에 Bluetooth 및 GPS모듈을 장착하여 연동 모바

※ 이 논문은 2019년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음.

† 정 회 원 : 제주대학교 통신공학과 교수

Manuscript Received : October 21, 2021

First Revision : November 12, 2021

Accepted : November 15, 2021

* Corresponding Author : Lim Jea Yun(jylim@jeju.ac.kr)

일 앱과의 1:1 접속을 통해 전송되는 위치 정보를 기반으로 경기용 원반의 궤적 추적 및 선수들의 자세 분석 및 훈련등에 활용되고 있다[13-15]. 한편, 경기용 원반 뿐만 아니라 선수들의 경기 진행 상황을 실시간으로 추적하기 위해서는 경기 진행 상황 정보를 외부 서버로 실시간 통신을 수행할 수 있는 기능을 갖는 WiFi 기술을 접목함으로써 보다 범용적인 시스템으로 확장할 필요가 있다.

이에따라 플래잉디스크 경기종목의 일종인 얼티미트 경기에서 WiFi 기반의 모듈에 GPS 모듈을 연동하여 GPS에서 수신된 위치정보를 기반으로 선수들 및 경기원반 정보를 저장한 후, 경기 진행에 따라 발생된 이벤트가 나올 때 마다 해당 상황을 위치정보와 함께 실시간 저장하며, 저장된 위도, 경도의 위치 정보는 이후 사용자가 직관적으로 볼 수 있도록 상대 좌표로 바꾸어 가상경기장에 매핑시켜 경기진행 상황을 시각화 된 정보로 제공하고자 한다.

분석 가능한 정보는 원반의 이동 경로와 선수의 경기수행에 따른 기초 자료가 제공되며, 경기 진행의 전 과정이 시간대 별로 기록이 가능 하므로 이와 연계하여 공격 시작에서 득점 되는 상황 등 전술 수행에 대한 분석, 공간 활용 전술 등 다양한 경기진행 분석을 수행하고자 한다.

2. 시스템 개요 및 구성 요소

2.1 시스템 개요

플래잉디스크 얼티미트 경기에 대한 시스템 구성 및 각 기능에 대한 역할은 Fig. 1과 같다. 본 시스템은 크게 GPS(Global Positioning System) 연동 WiFi(Wireless Fidelity) 모듈을 내장한 경기원반, 경기진행 자동 입력 앱, 외부서버 (MySQL) 데이터베이스 시스템으로 구성되며 경기진행 결과를 인터넷 및 모바일 기기로 실시간 검색 가능하도록 설계하였다.

경기원반과 선수 개개인에게 GPS 기능과 WiFi 통신기능을 동시에 수행하는 모듈을 장착시켜 경기원반 및 선수 개개인의 이동경로 정보를 실시간으로 외부 MySQL 서버에 전송하는 시스템을 제작하였다. 이렇게 수집된 위치정보들을 모바일기기에서 수신하여 시간대별로 정리한 후 동일 시간대별로 추출한 후 선수중심의 경기진행 추적 및 경기원반 중심의 득점과정 분석을 모바일기기의 가상경기장에서 구현할 수 있

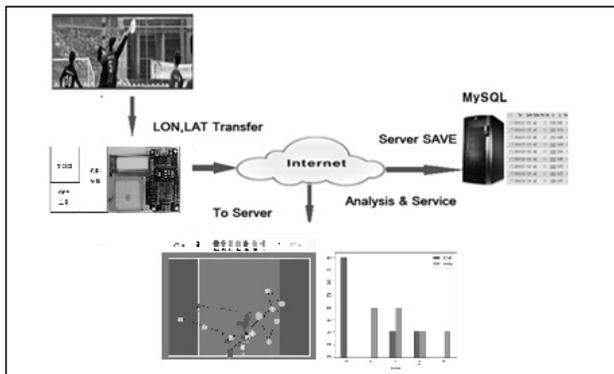


Fig. 1. System Configuration

도록 구현하였다. 경기진행 후 데이터베이스에 저장된 정보들을 기반으로 선수중심의 다양한 경기분석을 수행 할 수 있도록 설계하였다.

Fig. 1은 이러한 얼티미트 경기진행 및 결과분석에 따른 전체적인 시스템 구성도를 나타내었다.

2.2 WiFi 통신모듈 구조 및 사양

본 시스템은 경기원반 및 선수개개인에 장착되는 GPS 및 WiFi 기능을 동시에 갖는 통신모듈로서 WiFi 기능을 갖는 아두이노 모듈에 GPS 모듈 및 외장 배터리를 장착하였다.

이러한 통신 모듈에서 수신된 위치정보를 실시간으로 외부 서버에 전송하는 프로그램은 서버에 저장된 PHP(Hypertext Preprocessor) 프로그램과 연동하는 형태로 아두이노에 내장하였으며, 이때 전송되는 정보는 선수 개개인의 고유ID (Identification) 와 위도 및 경도 정보이며 시간정보는 서버의 시간으로 자동 저장 되도록 설계하였다.

Fig. 3은 선수 및 경기원반에 부착된 GPS 모듈에 의해서 생성된 정보들이 외부 서버에 저장된 형태를 보인 예로서, 선수 및 경기원반에 대한 ID와 위도, 경도정보를 시간대별로 순차적으로 저장된다. 이와 동시에 관련 정보들은 특정 테이블에서 지속적으로 갱신되며 갱신된 정보는 경기 진행시의 최신 정보로 활용된다.

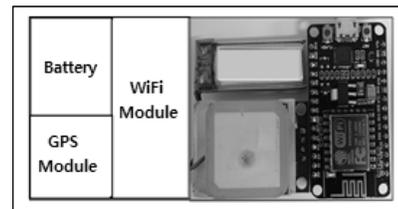


Fig. 2. WiFi based GPS Module

Field	Type	Alignment	Key	Null	Default
Pids	varchar(10)	utf8_general_ci		NO	None
Lat	varchar(20)	utf8_general_ci		NO	None
Lon	varchar(20)	utf8_general_ci		NO	None
Dates	varchar(30)	utf8_general_ci		NO	None

(a) DB structure

Pids	Lat	Lon	Dates
A1	37.600611	127.080450	2021-06-26 13:30:32
A2	37.600568	127.080476	2021-06-26 13:30:32
A3	37.600456	127.080532	2021-06-26 13:30:32
A5	37.600395	127.080565	2021-06-26 13:30:32
A6	37.600352	127.080592	2021-06-26 13:30:32
A7	37.600672	127.080420	2021-06-26 13:30:32
A8	37.600511	127.080500	2021-06-26 13:30:32
B1	37.600634	127.080930	2021-06-26 13:30:32
B2	37.600682	127.080905	2021-06-26 13:30:32
B3	37.600586	127.080955	2021-06-26 13:30:32
B4	37.600730	127.080875	2021-06-26 13:30:32
B5	37.600438	127.081039	2021-06-26 13:30:32
B6	37.600537	127.080983	2021-06-26 13:30:32
B8	37.600486	127.081010	2021-06-26 13:30:32
DC	37.600688	127.080907	2021-06-26 13:30:32

(b) DB contents

Fig. 3. GPS based DB Structure

Table 1. Ultimate Game Events

Events	Description
I (Intercept)	Intercept Flyingdisc
P (Pull)	Initial Flyingdisc Draw
D (Drop)	Dropping Flyingdisc
G (Goal)	Catch FDI within the Goalline
F (Foul)	Foul during the game
B (Blocking)	Blocking Flyingdisc
O (OB)	Outbound Flyingdisc

2.3 얼티미트 추적시스템 요소 및 기능

얼티미트 추적시스템은 얼티미트경기 수행 중 각 선수들의 경기내용을 선수 중심으로 분석할 수 있도록 구성하였으며, 각 선수들이 수행하는 요소는 크게 7가지로 구별할 수 있으며 이를 종합적으로 나타내면 Table 1과 같다. 본 시스템에서는 이러한 각 요소들을 경기자와 같은 하나의 요소로 취급하여 이들 간의 유기적인 연결을 분석하도록 구성하였다.

2.4 시스템 운영 애플리케이션 구조

입력기는 경기 진행 내용을 실시간으로 데이터베이스에 기록하여 실시간 서비스를 수행하기 위한 도구로 제작하였으며 스마트기기를 통하여 입력할 수 있도록 Android 기반으로 Fig. 4와 같이 제작하였다. 경기진행 이전에 각 선수들에 대한 정보 및 경기팀들을 등록하게 하였다. 프로그램이 수행되면 해당 경기에 대한 각 팀의 팀명 및 선수명단, 경기시간, 각 팀의 색을 지정할 수 있도록 하였으며 경기가 진행됨에 따라 팀의 위치를 지정할 수 있게 구성하였다.

경기가 진행되면 Table 1에서 제시된 상황에 따라 경기진행시 선수에 대한 정보 및 위치정보가 실시간으로 모바일 앱에 수집되어 Android 내의 PHP 프로그램을 통해 외부 서버의 데이터베이스에 저장된다. 경기중에는 선수교체, 선수들간의 패스 및 득점 상황등이 실시간으로 전송될 수 있도록 제작하였고, 경기수행 과정을 PC 또는 스마트기기를 통하여 실시간으로 검색 서비스 할 수 있도록 제작하였다. 경기 진행상황은 각 팀별로 실시간 중계할 수 있도록 구성하였으며, 각 이벤트 발생에 따른 관계형 데이터를 추출할 수 있도록 제작되었다.

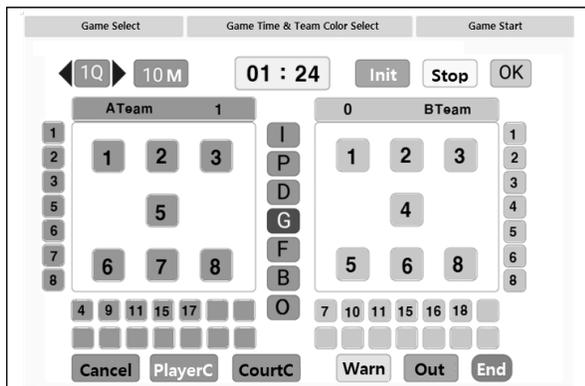


Fig. 4. Mobile Ultimate-Game Tracing Mobile App.

Field	Type	Alignment	Key	NULL	Default
Times	varchar(20)	utf8_general_ci		NO	None
Lat	varchar(20)	utf8_general_ci		NO	None
Lon	varchar(20)	utf8_general_ci		NO	None
TeamName	varchar(20)	utf8_general_ci		NO	None
Player	varchar(10)	utf8_general_ci		NO	None
State	varchar(10)	utf8_general_ci		NO	None

(a) DB structure

Times	Lat	Lon	TeamName	Player	State
2021-06-26 13:30:46	37.600680	127.080920	BTeam	2	P
2021-06-26 13:30:51	37.600644	127.080694	ATeam	3	3
2021-06-26 13:30:53	37.600453	127.080790	ATeam	2	2
2021-06-26 13:30:56	37.600452	127.080882	ATeam	7	7
2021-06-26 13:31:04	37.600376	127.080992	ATeam	4	D
2021-06-26 13:31:06	37.600376	127.080998	BTeam	2	2
2021-06-26 13:31:10	37.600474	127.080987	BTeam	5	5
2021-06-26 13:31:13	37.600545	127.080918	BTeam	3	D
2021-06-26 13:31:17	37.600549	127.080917	ATeam	1	1
2021-06-26 13:31:21	37.600606	127.080919	ATeam	5	5
2021-06-26 13:31:24	37.600610	127.080973	ATeam	7	G

(b) DB contents

Fig. 5. MySQL DB Structure for Ultimate-game Process

이러한 경기용 앱을 통해 수행된 경기정보는 실시간으로 외부서버에 전송하여 실시간 경기 진행사항을 서비스 할 수 있도록 제작하였다. Fig. 5는 얼티미트 경기진행상황에 대한 수행정보를 외부 서버에 저장한 형태의 일부이다.

3. GPS 수신 좌표변환 및 자동추적

서버에 저장된 경기진행에 대한 GPS 값을 기반으로 경기진행에 관한 상태를 모바일 경기용 앱 상에서 표시할 수 있도록 제작하였다. 경기용 앱에 표시할 때 GPS값에 따른 절대좌표에 매핑하여 나타낼수 있으나 이 경우 경기장의 구조에 따라 다양한 형태의 구조를 갖게되어 가시성이 떨어지게 되므로, 이를 새롭게 매핑 하여 일정 크기의 얼티미트경기장내의 상대좌표로 표시할 수 있도록 구성하여 실제 상황과 유사하게 경기진행 과정을 표시할 수 있도록 제작하였다 .

3.1 경기장 매핑 및 기울기 구하기

경기진행 상황을 경기장내로 매핑시키기 위해 초기에 얼티미트 경기장에 대한 네 꼭지점에 대한 위도, 경도를 측정한다. 이 후 이를 화면상의 경기장으로 매핑하기 위해서 가로축 및 세로축의 길이를 기반으로 실제 모바일 기기 화면으로의 상대적 매핑작업을 수행한다. 처음 경기장의 네 꼭지점에 대한 위도, 경도를 측정 후 매핑된 화면에 대해서 기울어진 정도를 계산하여 이를 기반으로 수평화 작업을 수행한다. Fig. 6은 GPS 로부터 수신된 경기장의 길이에 근거한 기울기를 구하는 알고리즘이다.

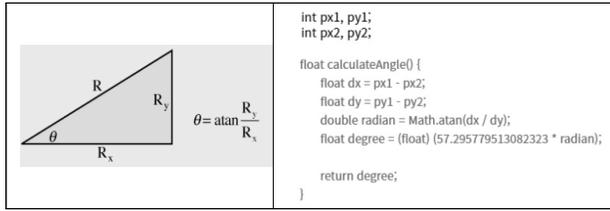


Fig. 6. Angle Computing Algorithm

3.2 기울기로부터 좌표 수평화 작업

경기장의 평면 매핑 결과 일정 각도 기울어진 경기장을 수평면으로 회전하여 모바일 기기상에서 항상 수평으로 표시할 수 있도록 처리하는 과정이다. Fig. 7은 기준 좌표를 축으로 하여 일정 각도로 회전하는 알고리즘을 표현한 것이고, 이를 실제 경기장에 적용하여 경기장의 네 꼭지점 및 경기 진행의 주요 위치 정보들을 동시에 수평화 함으로서 모바일 기기 상에서 수평화를 구현 할 수 있도록 제작하였다. Fig. 8은 이러한 알고리즘을 적용하여 경기장 및 경기진행상황을 수평화한 결과를 나타내었다.

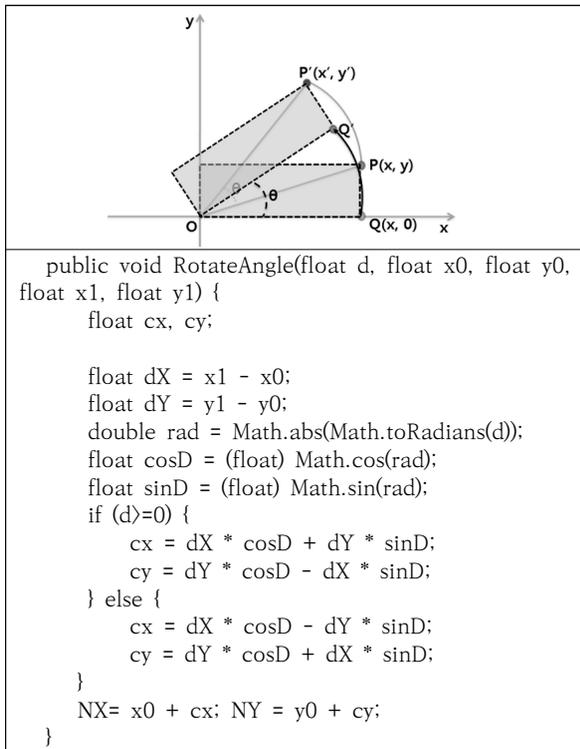


Fig. 7. Area Coordinate Rotation Function

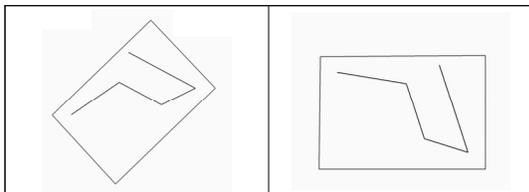


Fig. 8. Area Coordinate Rotation Result

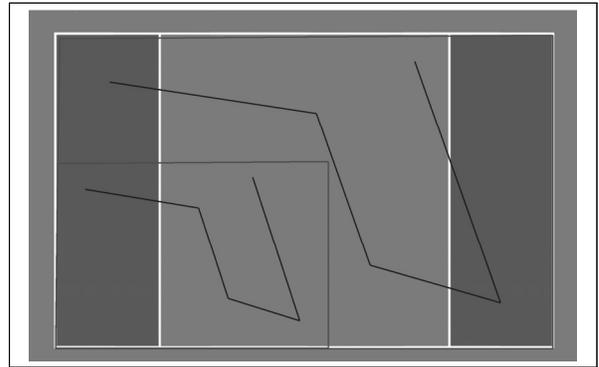


Fig. 9. Coordinate Moving, Scaling Result

Table 2. Real & Relative Coordinates

Real Lat, Lon Cords.		Relative Cords.	
Latitude	Longitude	X	Y
37.600269	127.080322	107	225
37.600593	127.080207	107	1382
37.600360	127.081109	1956	1382
37.600746	127.081036	1955	224

3.3 가상경기장의 이동 및 스케일링

수평화 작업을 마친 경기장을 수행하고자 하는 모바일 기기상 가상의 경기장 크기에 맞게 좌표 이동 및 스케일링 작업을 마친 후 가상경기장에 매핑하여 실제 경기장과 유사한 경기진행 환경을 구현한다. 우선, 수평화작업을 마친 경기장을 가상의 경기장의 좌측 하단으로 이동시킨다. 실제 경기장의 수평 및 수직 크기를 가상 경기장의 수평 및 수직 크기와의 비율을 계산하여 가상경기장의 크기에 맞도록 모든 위치 정보들의 크기를 매핑한다. 다음 Fig. 9는 실제 경기장의 크기 및 경기수행 결과를 경기장의 크기에 맞게 매핑하는 과정을 나타낸 것으로, 실제 경기장의 크기를 가상경기장으로 매핑하여 실제와 거의 유사한 경기 수행 과정을 재현할 수 있다. 여기서 위치정보에 의한 경기장의 크기가 약간의 차이를 보이는 것은 GPS 수신에 의한 오차에 기인하는 것으로 상대적인 위치를 계산하는 데는 무리가 없으므로 가상의 경기장으로 대체하여 사용하였다.

Table 2는 프로그램 수행 결과 실제경기장에 대한 위치정보를 기반으로 모바일 기기에서의 가상경기장의 좌표를 나타낸 것이다. 선수 및 경기원반에 대한 위치정보도 동일한 방법으로 매핑시켜 모바일 기기상에서 표현될 수 있도록 설계하였다. 즉, 실제 경기 관련 위치 정보를 모바일 기기의 가상 좌표로 매핑 시킴으로서 실제 경기장에서의 경기진행과 유사한 경기진행 상황을 재현할 수 있도록 제작하였다.

3.4 선수중심 경기진행 추적시스템

이상의 좌표매핑과정을 통해서 실제 엘티미트경기가 진행되는 상황을 모바일기기의 가상경기장에서 경기 진행과정으로 추적할 수가 있도록 제작하였다. Fig. 10은 경기 시작시

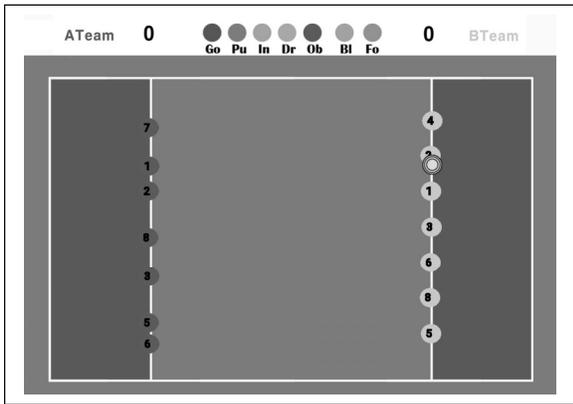


Fig. 10. Mobile App Tracing based on Fig 3. DB Data

선수들이 경기장에 정렬된 Fig. 3의 선수 개개인 및 격기원반의 수신된 GPS 정보를 경기장 매핑과정을 통해 가상경기장에서의 위치를 나타낸 것으로 실제 경기와 동일하게 나타남을 확인 하였다.

GPS 및 WiFi 모듈로부터 수신되어 서버에 저장된 정보들은 모바일 기기를 통하여 수신되어 위치에 대한 매핑과정을 거친 후 화면에 표시되게 된다. Fig. 10과 Fig. 11은 시스템 서버에 저장된 실제 경기 정보를 기반으로 모바일 기기 상에 선수 ID와 위치를 계산하여 표시한 예이다. 경기원반에도 동일한 모듈을 장착하여 수행함으로써 실제 경기원반과 선수들

간의 움직임을 시간대별로 재구성 할 수 있도록 설계하였다.

이렇게 수신된정보들을 현재는 1초 간격으로 외부 서버로부터 수신되어 내부 배열에 저장된 후 이를 보간법을 활용하여 상황에 따라 0.1초 또는 0.2초 간격으로 세분화하여 모바일 기기에 표시함으로써 실제 경기상황과 유사하게 동영상 형태로 재현할 수 있도록 제작하였다. Fig. 11은 실제 얼티미트경기에서 수신된 위치정보를 기반으로 경기시작 부터 득점 상황까지의 과정을 시간대별로 동영상 형태로 나타낸 화면의 일부 정지 화면으로서 경기 진행상황을 실감있게 재현 할 수 있도록 구성하였다.

3.5 경기원반중심 경기진행 추적시스템

선수 입장에서의 경기진행상황을 표시한 내용과는 별도로 경기원반을 중심으로 경기진행 상황을 재현할 수 있도록 제작 하였다. 경기 전체 진행상황에서 각 득점별로 진행되는 상황을 재현한 예가 Fig. 12이다. BTeam의 공격으로부터 ATeam의 득점까지의 진행상황(a)과 ATeam의 공격으로부터 BTeam의 득점까지의 진행상황(b)을 모바일기기의 가상경기장에서 재현하였다. 이러한 과정을 통해 경기후에 경기진행 과정에 대한 시각적인 분석을 수행 할 수 있으며 향후 전력 분석에 종합적으로 활용될 수 있도록 제작하였다.

이상과 같이 선수 및 경기원반 중심의 경기진행 추적시스템의 구현에 대한 종합적인 흐름도를 나타내면 Fig. 13과 같다.

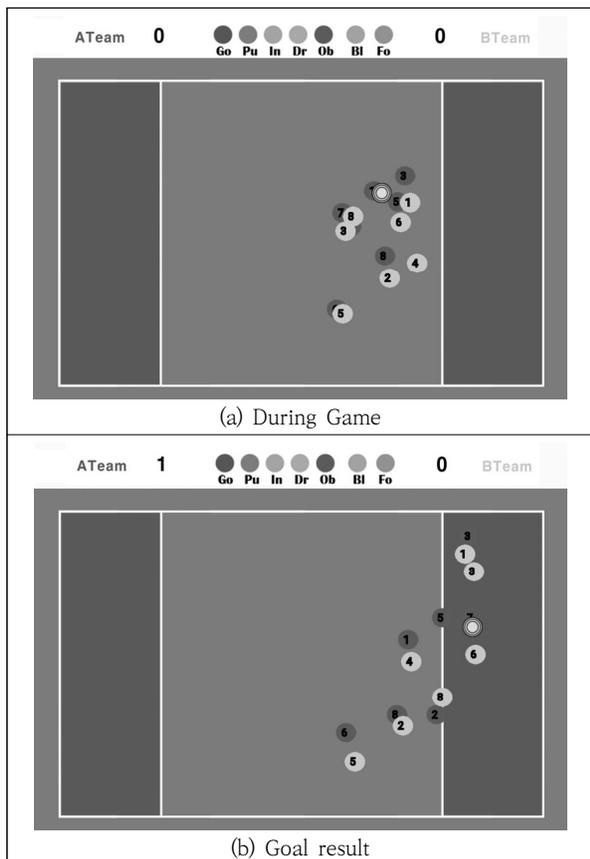


Fig. 11. Mobile App Tracing for Ultimate Players

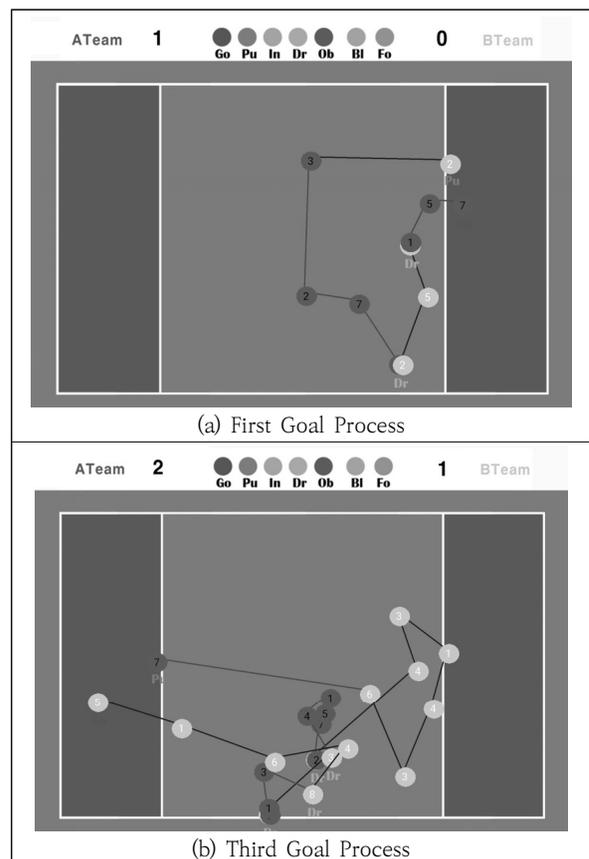


Fig. 12. Mobile App Tracing for Ultimate Disc

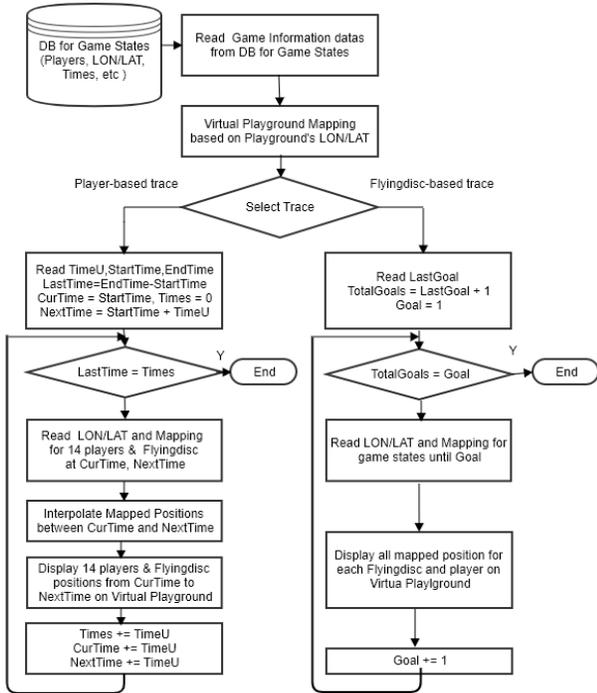


Fig. 13. Ultimate Player-based & FD-based Trace Flowchart

4. 선수간 관계 분석 시스템

관련 대회를 통해 각 경기에 대한 경기진행 상황에 대한 경기진행 정보를 서버에 저장한 후, 참가한 모든 선수들에 대한 정보를 기반으로 선수간 패스 정보와 경기결과에 연결 관계의 패턴을 네트워크분석 방법을 이용하여 표시할 수 있게 구성하였다. 선수간 경기 결과를 하나의 연결망으로 표현할 수 있으며 이를 기반으로 해당 팀의 경기 내용에 대하여 다양한 상황 정보를 그래프로 표현함으로써 각 팀의 경기 수행 결과를 직관적으로 분석할 수 있도록 설계하였다. 관련 분석 프로그램은 Python을 활용하여 그래프화 하였다.

Fig. 14는 전국 얼티미트대회 결승전 경기결과에 대하여 Fig. 3과 같이 데이터베이스에 실시간 저장된 정보를 기반으로 선수들간의 패스, 경기 진행 상황 및 득점 결과를 엑셀형태로 재구성한 후 이를 리스트 형태로 변환한 자료이다. 이를 기반으로 Python 프로그램을 활용하여 다양한 형태로 경기 결과 분석을 수행하였다.

우선, Fig. 14에 대한 리스트 형태의 주요경기정보를 하나의 노드로 나타내었고 이를 기반으로 선수들간의 패스정보를 종합적으로 나타내면 Fig. 15와 같이 표현할 수 있다. 각 가지는 연결 정보를 나타내고, 필요시 가중치를 부여하여 표시할 수도 있게 하였다.

이러한 경기 종합정보를 기반으로 선수들에 대한 다양한 경기진행 정보를 그래프 형태로 표현할 수 있게 프로그램 하였다. Fig. 16은 해당경기에서 득점한 선수들별 득점현황을 가중치로 계산하여 그래프로 표시한 예다. 8번 선수가 4골, 1번 및 10번 선수가 각각 1골씩 득점한 것을 나타낸다.

[(P,7),(7,8),(8,1),(1,D),(D,9),(9,1),(1,8),(8,7),(7,8),(8,B),(B,1),(1,10),(10,7),(7,1),(1,9),(9,1),(1,7),(7,8),(8,G),(10,P),(B,1),(1,8),(8,7),(7,10),(10,1),(1,G),(10,P),(B,8),(8,7),(7,9),(9,1),(1,7),(7,1),(1,8),(8,G),(10,P),(D,9),(9,7),(7,9),(9,13),(13,8),(8,D),(P,18),(18,1),(1,13),(13,7),(7,9),(9,1),(1,9),(9,18),(18,D),(P,7),(7,8),(8,1),(1,9),(9,5),(5,1),(1,10),(1,0,1),(1,10),(10,1),(1,7),(7,8),(8,G),(8,P),(D,18),(18,1),(1,D),(D,7),(7,1),(1,10),(10,1),(1,D),(P,1),(1,7),(7,18),(18,1),(1,7),(7,9),(9,7),(7,8),(8,D),(B,7),(7,5),(5,B),(D,1),(1,9),(9,10),(10,1),(1,8),(8,G),(10,P),(D,18),(18,13),(13,B),(D,1),(1,18),(18,B),(P,7),(7,1),(1,4),(4,10),(10,G),(10,P),(D,7),(7,1),(1,9),(9,7),(7,B),(B,7),(7,1),(1,7),(7,9),(9,D),(1,9),(9,7),(7,9),(9,1),(1,7),(7,13),(13,D),(P,1),(1,7),(7,1),(1,7),(7,9),(9,13),(13,1),(1,7),(7,B)]

Fig. 14. List Type Information for Game Process

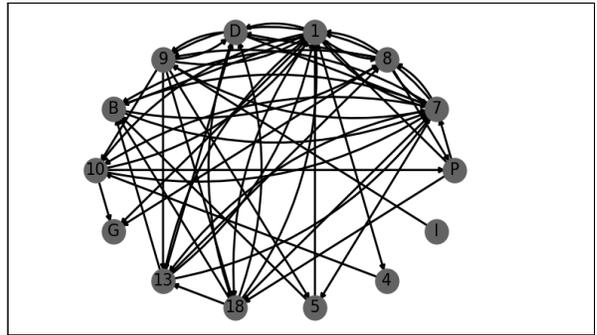


Fig. 15. Relation Network between Players

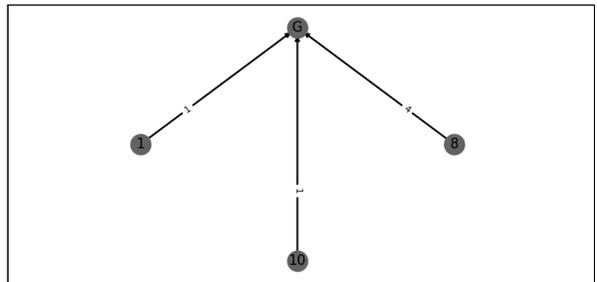


Fig. 16. Goal Results for Players

또한, 특정 선수들의 패스 정보를 시각화 할수 있으며, Fig. 17은 1번 선수에게 패스한 선수들에 대한 정보를 그래프화 하였고, Fig. 18은 1번 선수가 패스한 선수들에 대한 정보를 그래프화 하여 특정 선수에 대한 패스정보를 종합적으로 제공할 수 있도록 구성하였다. 이때 가지에 부여된 숫자는 패스한 횟수를 표시한다. 이를 통해 경기중 특정 선수들간의 관계성을 나타내며, 향후 경기 진행 전략에 활용 할 수도 있다.

얼티미트에서는 득점 못지 않게 어시스트도 매우 중요하며 득점과 더불어 어시스트한 선수를 동시에 분석할 수 있게 하였다. Fig. 19는 득점한 선수와 어시스트 선수간의 관계를 나타낸 것이고, 이때 가지의 숫자는 득점 또는 어시스트 횟수를 표시한다. 예로, 8번 선수는 총 4득점을 하였는데 7번선수와 1번 선수로부터 각각 2번의 어시스트를 받은 것으로 나타난 것이다.

Fig. 20은 종합적인 득점 및 어시스트 결과를 막대그래프로 표시하여 다른 시각에서의 분석도 가능하도록 구성하였다. 이는 선수간 관계성과는 별도로 경기후 각 선수별 득점

및 어시스트 통계를 집계하는 방식으로 활용될 수 있다.

선수별로 대회기간중 총 득점 및 어시스트 상황을 집계할 수 있으며 이를 그래프로 표시할 수 있도록 하였다. Fig. 21은 총 4 경기를 통해 1번 선수가 득점한 결과를 막대그래프로 표시한 것으로서 모든 선수에 대한 경기결과를 종합적으로 분석할 수 있도록 설계하였다. 이밖에도 각 선수에 대한 인터셉트 횟수, 드롭한 횟수, 푸쉬한 횟수 등 경기진행 결과에 대한 종합적인 정보를 관계그래프, 막대그래프, 원형그래프 등 다양한 형태로 표시할 수 있도록 구성하였다. 이와 같은 경기 결과에 대한 종합분석을 통해 향후 얼티미트 전력 및 경기력 향상에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

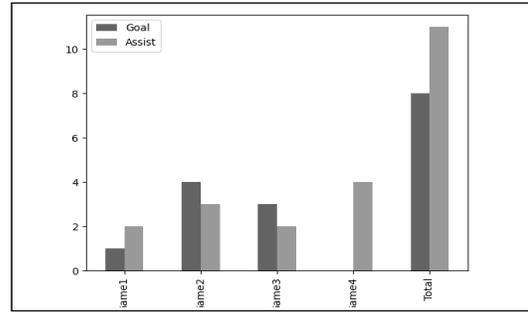


Fig. 21. Total Goal & Assist Results

5. 종합 시스템 구조 및 비교 검토

본 논문에서 수행한 내용들을 기능적으로 종합적인 흐름도로 나타낸 것이 Fig. 22이다. 경기시작 전 선수 및 팀관련 주요 정보를 데이터베이스에 저장한다. 경기 수행시 두팀에 대한 주전 7명씩과 경기원반에 WiFi기반 GPS모듈을 부착하여 경기를 수행한다. 경기수행관련 정보들은 경기진행 앱을 통해 실시간으로 서버의 데이터베이스에 저장되며, 경기종료후 이러한 정보들을 기반으로 선수중심 및 경기원반중심 경기진행 추적, 선수간 관계 분석등을 수행하게 된다.

최근 플라잉디스크에 IoT 기술을 접목하여 실제 경기에 적용한 기존의 연구들과 본 논문에서 수행한 결과를 Table 3에 비교 분석하였다. 참고문헌 [6]은 플라잉디스크골프의 스마트마커에 RFID 및 GPS모듈을 부착하여, 플라잉디스크골프 경기의 종합적인 경기진행 상황을 추적하는 연구이다. 각 홀별 경기진행 후 모바일 앱을 통해 서버에 타수 및 경로등을 입력하여 서버에 전송한 후, 경기 진행상황에 대한 실시간 중계서비스를 수행하는 연구로서 향후 본 연구에서 제작된 결과를 적용한다면 상호 보완적인 연구가 되리라고 기대된다. 참고문헌 [13]은 플라잉디스크원반에 Bluetooth5.0과 GPS

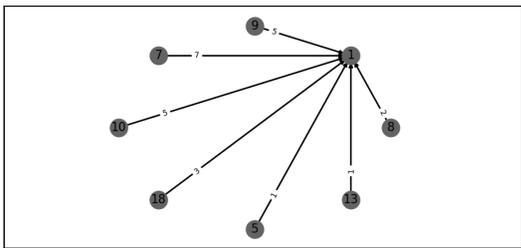


Fig. 17. Pass Information to Special Player

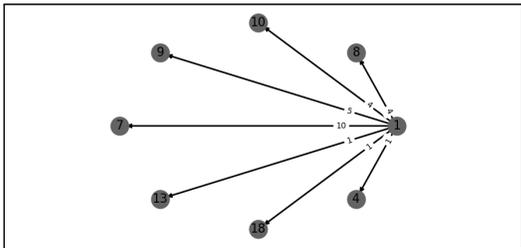


Fig. 18. Pass Information from Special Player

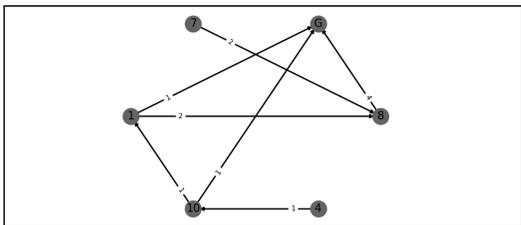


Fig. 19. Goal & Assist Information

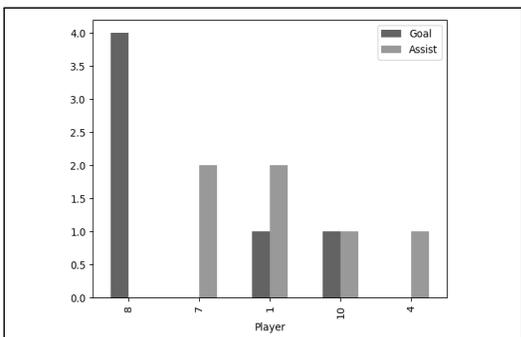


Fig. 20. Bar Chart for Goal & Assist Information

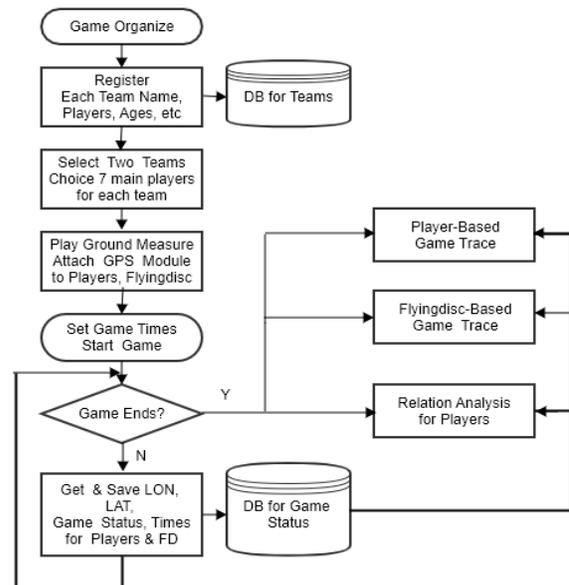


Fig. 22. Total System Flowchart

Table 3. Compared Results Against Previous Papers

	Ref. [6]	Ref. [15]	This Paper
Communication module	RFID+GPS	Bluetooth5.0+GPS	WiFi802.11/b+GPS
Comm.Area	~ 50cm	~ 300m	~ 500m
Speed	~170Kbps	~ 2 Mbps	~ 11 Mbps
Connection to module	1 : 1	1 : 1	1 : 15
Flyingdisc Game	Flyingdisc Golf	Ultimate Game	Ultimate Game
Applications	<ul style="list-style-type: none"> Flyingdisc Golf Trace Realtime broadcast game 	<ul style="list-style-type: none"> FD-Based Trace Flyingdisc Training 	<ul style="list-style-type: none"> Player-based & FD-Based Trace Player Relation Analysis

모듈을 내장하여 원반의 비행정보를 내부 저장장치 및 외부 서버에 실시간으로 저장하는 기능을 기반으로 한 연구로서, 원반진행 경로를 그래픽으로 나타냄으로서 선수들의 비행경로 분석 및 훈련에 주로 사용되며, 얼티미트 경기에도 사용될 수 있도록 제작 되어, 향후 경기용 앱과 연동하여 경기원반 중심의 추적시스템으로 활용될 수 있다. 본 연구는 WiFi+GPS 모듈을 사용하였고, 경기용원반뿐 아니라 선수들에게도 통신 모듈을 부착하여, 수집된 다양한 정보를 기반으로 플라잉디스크 관련 경기진행 분석을 수행할 수 있도록 설계하였다. 본 연구는 이와 같은 기존의 연구들과 상호보완 적으로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

6. 결 론

본 논문에서는 경기원반 및 선수 개개인에게 WiFi기반의 GPS모듈을 장착한 후 얼티미트 경기진행 앱을 통해 경기진행상황에 적합한 위치정보 및 경기진행정보를 자동으로 데이터베이스에 집계하는 시스템을 제작하여 실제 얼티미트경기에 적용하였다. 서버에 저장된 경기진행 정보를 활용하여 선수 중심의 경기진행상황 및 경기원반 중심의 득점상황을 가상 경기장에서 재현 할 수 있도록 프로그램하였다. 이러한 정보를 기반으로 각 팀에 대한 선수 중심의 득점 및 패스상황 등 경기내용 전반에 대한 종합 분석을 수행함으로써 경기진행 및 결과의 활용에 대한 효용성을 입증하였다.

현재 모듈의 소형화를 통해 모듈을 선수 및 경기용원반에 부착하기 용이한 형태로 제작중이며 이를 플라잉디스크골프를 포함한 다른 운동경기에 범용적으로 적용할 수 있도록 지속적으로 보완할 예정이다.

References

- [1] C. H. Choi, T. B. Ha, T. C. Kim, and D. H. Kim, "Flyingdisc leader introduction," Korea Flyingdisc Federation, 2014.
- [2] D. J. Kim and C. H. Choi, "Flyingdisc Official Judge Rule," Korea Flyingdisc Federation, 2014.
- [3] E. Motoyama, "The physics of flying discs.," 2002.

- [4] S. A. Hummel, "Frisbee flight simulation and throw biomechanics," Rolla University of Missouri, 2003.
- [5] L. A. Bloomfield, "The flight of the frisbee," Scientific Am., 1999.
- [6] C. H. Choi, K. H. Choi, and J. Y. Lim, "Flying disc golf path-tracing system using smart-marker," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol.41, No.12, pp.1942-1949, 2016.
- [7] C. H. Choi, D. J. Kim, K. H. Choi, and J. Y. Lim, "IoT based ultimate game automatic record & relation analysis system," *2018 KICS Winter Conference*, pp.277-278, 2018.
- [8] J. Y. Lim, C. H. Choi, and K. H. Choi, "Smart flyingdisc golf path - tracing system using Smart-marker," *KICS Summer Conference*, pp.427-428, 2016.
- [9] J. S. Kim, J. K. Park, and Y. T. Shin, "RFID-Based automatic inspection system design and implementation for manufacturing and retail industry," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol.39C, No.01, pp.97-105, 2014.
- [10] C. S. Oh, M. S. Seo, J. H. Lee, S. H. Kim, Y. D. Kim, and H. J. Park, "Indoor air quality monitoring systems in the IoT environment," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol.40, No.5, pp.886-891, 2015.
- [11] A. A. Chandra, J. S. Back, and S. R. Lee, "Internet-of-things based approach for monitoring pharmaceutical cold chain," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 39C, No.9, pp.828-840, 2014.
- [12] G. S. Jeong and S. H. Kong, "GIS based advanced positioning technique for mobile GPS," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol.40, No.11, pp.2261-2270, 2015.
- [13] J. C. Lee, T. H. Hwang, and Y. J. Jang, "Smart flying-disc monitoring system with IoT technology," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol.14, No.5, pp.991-1000, 2019.
- [14] M. H. Kim, J. C. Park, and K. S. Byun, "A comparative analysis of the kinematical characteristics of Forehand & Backhand Flying Disc Throwing," *Journal of Digital Convergence*, Vol.17, No.12, pp.555-563, 2019.
- [15] M. H. Kim and Y. J. Park, "Effect of technology acceptance on fun factors by IoT smart flying disc experience," *Journal of Leisure Studies*, Vol.18, No.2, pp.21-40, 2020.



임 재 윤

<https://orcid.org/0000-0001-8334-4578>

e-mail : jyylim@jejunu.ac.kr

1981년 한양대학교 전자공학과(공학사)

1983년 한양대학교 전자공학과(공학석사)

1990년 한양대학교 전자공학과(공학박사)

1988년 ~ 현 재 제주대학교 통신공학과 교수

관심분야 : SoC, 임베디드시스템, 사물인터넷, 데이터베이스