



스마트 디바이스를 이용한 스키어 활강 패턴 분석 어플리케이션 개발

김지성¹ · 서호석² · 이효진^{3*}^{1,2,3}(주)지오멕스소프트 지리환경기술연구소

Developing Downhill Skiing Pattern Analysis Application using Smart Device

Ji-Sung, Kim¹ · Ho-Seok Seo² · Hyo-Jin Lee^{3*}^{1,2,3}Institute of Geographic & Environmental Technology, GEOMEXSOFT., LTD., Chuncheon, Korea

[요 약]

국내 스키장의 이용객수는 매년 500만명 이상이며 이 중 만명 이상이 부상을 당한다. 사고의 주요 원인 중 하나는 자신의 스키 수준에 맞지 않은 상급자코스 활강인 것으로 나타났다. 이를 방지하기 위해서는 개인이 본인의 기술숙련도를 바탕으로 개인에게 적합한 슬로프를 이용하는 것이 중요하다. 적합한 슬로프를 안내하기 위하여, 스키어의 기술 숙련도를 정밀하게 평가할 수 있는 방법은 다양하나, 그 방법이 복잡하며 많은 비용을 필요로 하기 때문에 일반적인 스키장 이용객이 본인의 기술숙련도를 파악하기는 쉽지 않다. 본 연구에서는 일반 스키이용객이 편리하게 자신의 기술숙련도를 개략적으로 가늠할 수 있는 어플리케이션을 개발하고자 하였다.

[Abstract]

More than 5 million people visit Korea's ski resorts each year, with more than 10 thousand suffering injuries. One of the major reasons for accidents is the poor performance of skiers with insufficient skills on courses with superior levels of difficulty. It is important that skiers use suitable slopes to prevent accidents. There are a wide variety of methods to assess the skills of the skiers to guide them to proper slopes. However, they cannot easily be used by normal visitors to ski resorts because they involve complex and expensive procedures. Therefore, this study aims to develop a ski scoring application that can handily provide a rough estimation of ski skills for choosing appropriate slopes.

색인어 : 패턴 분석, 점수화, 센서 데이터, 스키 활강, 스마트 장치

Key word : Pattern Analysis, Scoring, Sensor Data, Ski Downhill, Smart Device

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2018.19.10.1853>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 30 September 2018; Revised 12 October 2018

Accepted 22 October 2018

*Corresponding Author; Hyo-Jin, Lee

Tel: +82-70-7705-8978

E-mail: tallwind@geomex.co.kr

I. 서론

국민안전처(현 행정안전부)의 보도자료에 따르면 국내 스키장의 이용객 수는 매년 500만명 이상이며, 이 중 매 해 만명 이상이 부상을 당한 것으로 나타났다. 스키장에서 발생하는 사고의 원인은 다양하지만, 주된 원인 중 하나가 자신의 능력(스키 수준)에 맞지 않은 상급자 코스의 활강이다[1]. 실제로 2017년 12월에 상급자 코스를 활강하던 초보 스키어와 스노보더가 충돌하여 1명이 사망하고 1명이 중상을 입는 사고가 발생하였다.

이러한 사고를 방지하기 위해서는 개인의 스키 실력을 파악하고, 자신의 기술숙련도에 적합한 슬로프를 이용하는 것이 중요하다. 센서정보를 이용하여 기술 숙련도를 파악하는 방법은 활강시 신체중심의 위치 및 속도[2]를 이용하는 방법, 최대경사선에서의 접선속도[3]를 이용하는 방법, 관절각도 및 각도의 패턴 균일성[4]을 이용하는 방법, 패턴 변동성[5]을 사용하는 방법 등 다양하다.

이러한 방법들을 적용하여 기술숙련도를 파악하기 위해서는 고가 장비의 도입이나 센서데이터를 분석하는 기술을 개발해야 하기 때문에, 일반적인 스키장 이용객이 본인의 기술숙련도를 파악하기 어렵다.

그 예로, 일반적인 스키장 이용객이 본인의 기술숙련도를 파악하기 위한 서비스로는 AlpineReplay의 TraceSnow와 Carv사의 솔루션이 있으나, 고가의 장비를 사용하는 단점이 있다. 또한 GNSS를 이용하여 사용자의 위치를 트래킹 하는 어플리케이션이 다수 존재하나, 경로와 속도만을 단순히 기록·관리하고 공유하는 서비스를 제공하기 때문에 이를 통해서도 스키 활강시 사용자의 기술숙련도를 파악할 수 없다.

본 연구에서는 스마트 장치만을 이용하여 스키장 이용객이 손쉽게 사용할 수 있도록 스키 활강시의 패턴 균일성만을 이용한 점수 산출 어플리케이션을 개발하여, 사용자가 개략적으로 기술숙련도를 파악할 수 있도록 한다.

II. 이론적 배경

스키어의 기술숙련도를 점수화 하는 어플리케이션 개발하기 위해서는 다양한 기술들이 사용된다. 먼저, 스키어의 기술숙련도를 파악할 수 있는 방법들을 파악하여야 하며, 파악된 다양한 방법들 중에 스마트 장치에서 구현 가능한 방법을 적용시켜야 한다. 본 연구에서는 패턴의 균일성을 이용하여 개인의 기술숙련도를 파악하고자 한다. 마지막으로, 패턴의 균일성을 정량화하고 점수화 하는 방법을 적용하여야 한다.

2-1 스키어의 기술숙련도를 평가하기 위한 방법

스키어의 기술숙련도를 평가하기 위한 방법은 매우 다양하다. 국내 스키 지도자의 등급을 부여하는 기관인 대한스키지도

자연맹에서는 스키 기술의 등급 및 각 기술의 판단 요소들을 정의하고 있다[6]. 대한스키지도자연맹의 기술 채점 포인트를 살펴보면 스키 기술의 등급은 기본 스탠스의 자세, 턴 동작시의 신체의 움직임, 폴 플랜트, 턴 호의 모양 등 다양한 요소를 기준을 통하여 부여된다. 그러나 기술등급을 부여하는 과정이 심사위원의 육안 관측에 의해 이루어지기 때문에 개인의 주관에 반영될 수 있다는 단점이 있다.

개인의 주관을 배제하기 위해서는 객관적이고 정량적인 기술숙련도 분석 방법이 필요하다. Lee(2007)는 국제스키기술선수권대회에서 취득한 데이터를 통하여 3차원 영상분석을 사용하여 신체중심의 좌우위치, 전후위치, 수직위치와 경기력간의 상관관계를 연구하였으나[2], 선수가 아닌 일반 스키장 이용의 기술숙련도 평가에 적용하기에 부적합하다.

Eun(2010)은 일반 스키어를 대상으로 카빙턴 활강시 고급자, 중급자 그리고 초급자 사이의 동작 차이를 연구하였으며, 이를 통해 기술숙련도의 차이에 따라 최대경사선의 속도, 신체의 중심고, 보폭변화 등이 다르게 나타남을 확인하였다[3].

Ahn(2013)은 이와 비슷한 연구를 수행하였는데, 스키 시뮬레이터에서 관성센서를 사용하여 기술숙련도에 따른 동작의 차이를 분석하였다[4]. 이 연구를 통해 관절의 각도, 가속도, 각속도 등의 변화와 일정한 패턴의 반복여부를 이용하여 기술숙련도를 파악할 수 있었으며, Kim(2014)은 이 연구를 응용하여 삼차원 동작분석 장비와 관성센서를 이용한 스키숙련도 평가에 적용 가능한 파라미터를 제안하였다[5].

스키 기술숙련도를 대변할 수 있는 요소들은 매우 다양하나, 본 연구에서는 Ahn(2013)와 Kim(2014)의 연구 결과에 따라 패턴의 균일성을 통해 사용자의 활강시 기술숙련도를 파악하고자 하였다.

2-2 사용자의 스키 패턴 취득 방법

패턴의 균일성을 파악하기 위해서는 턴 호의 길이, 좌우 폭, 속도, 방향 등의 다양한 요소가 필요하며 이를 수집하기 위한 방법이 논의되어야 한다. 스마트 장치만을 사용하여 상기 요소들을 파악하기 위해서는 스마트 장치에 내장된 센서 성능 파악 및 이를 통한 요소 수집 가능 범위, 정확도 등의 연구가 선행되어야 한다.

스마트폰의 센서데이터를 이용한 정밀 위치 측정에 관한 연구는 스마트폰의 등장 이후로 현재까지 꾸준히 연구되어 오고 있다. 특히 스마트폰 GPS의 위치정확도가 향상되면서 다양한 분야에 적용이 가능하였다[7]. GPS는 수 미터의 정확도와 수집주기로 인한 한계를 갖고 있어, 걷기, 달리기 등과 같은 운동에서의 정밀한 움직임 및 패턴을 파악하기 위한 용도로 사용하기에 불충분하다.

이를 보완하기 위하여 Altini(2014)는 스마트폰에 내장되어 있는 가속도계와 자이로스코프를 융합하여 걷기 운동에서의 속도를 보정하기 위한 방법을 제시하였다[8]. 본 연구에서는 정밀한 위치를 측정하는 방법보다는 사용자의 턴 요소들을 빠르

게 파악하고 분석하는 방법이 일반 사용자를 대상으로 하는 서비스 측면에서 적합하다고 생각한다. 본 연구에서 개발하고자 하는 어플리케이션의 패턴요소 수집 방법은 GPS를 이용한 절대좌표를 이용하기보다는 Wang(2014), Hur(2017)의 연구와 마찬가지로 스마트 장치의 가속도계, 자이로센서, 자기계 등을 융합하여 사용하되[9],[10], GPS를 보조적 수단으로 활용하고자 한다.

2-3 패턴 분석 및 점수화 방법

센서로부터 들어오는 데이터는 정제되지 않은 데이터로 참값과 노이즈의 조합으로 이루어진다. 일반적으로 참값 및 노이즈는 미지값이기 때문에 통계적 처리를 통해 노이즈를 제거하고 참값을 추론한다. 스키어의 활강 패턴을 분석하기 위해서는 활강시 설문으로부터 발생하는 노이즈 및 센서 자체에서 발생하는 노이즈를 제거하여야 한다. 본 연구에서는 Moving Average Filter[11]와 Outlier Detection[12]를 사용하여 노이즈를 제거하였다.

패턴의 균일성을 파악하기 위하여 패턴의 주기, 최대경사선에서의 속도, 가속도, 턴의 폭, 호의 길이 및 방향각의 변화 등에 대한 종합적인 요소를 수집하고 분석하여야 하나, 스마트 장치의 연산속도, 배터리의 사용 시간 등을 종합적으로 고려하였을 때, 사용자 편의를 위하여 패턴의 주기 및 방향각의 변화를 기준으로 점수를 산출하고자 하였다.

패턴 분석 결과로 나오는 기술숙련도의 점수는 턴의 방향각 변화가 일정할수록 높게 나오도록 설정하였다. 방향각 변화의 균일성을 나타내는 척도로 표준편차를 사용하였으며, 평균값을 사용하여 정규화 하였다. 매 턴에서의 표준편차가 적으면 균일성이 높은 것으로 판단하고, 식(1)과 같이 더 높은 점수가 책정될 수 있도록 하였다.

$$S = 100 \times (1 - \frac{\sigma}{E}) \tag{1}$$

S : Score

σ : Standard Deviation of Angle Width

E : Average of Angle width

III. 어플리케이션 설계

스키어의 활강 패턴을 이용한 점수 산출 어플리케이션의 구현을 위하여 설계를 진행하였다. 설계는 사용자의 편의성과 하드웨어의 자원 사용 등을 종합적으로 고려하여 수행하였다. 패턴 취득, 분석 및 결과 가시화를 위한 기능설계, 서비스를 위한 스토리보드 작성 및 어플리케이션 설계, DB 설계 순서로 설계하였다.

3-1 스키 활강 패턴 분석을 위한 기능 설계

어플리케이션을 설계하기 전에 개발하고자 하는 어플리케이션의 기능을 명확하게 하기 위한 기능 설계를 진행하였다. 어플리케이션의 주요 기능으로 사용자의 활강 패턴을 취득하고, 분석하고 결과를 가시화하는 기능을 설계하였다. 그러나, 패턴 분석 및 가시화 기능만으로는 사용자의 흥미를 유도할 수 없어, 사용자가 지속적으로 사용하기에 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하고자 사용자의 흥미를 유발하고 장기적으로 어플리케이션을 사용하기 위한 일반적 기능들을 설계하였다(표 1).

3-2 스키 활강 패턴 분석 어플리케이션 설계

스키 활강 패턴 분석 어플리케이션을 위하여 기능설계를 바탕으로 서비스 구조(그림 1) 및 스토리보드 설계를 진행하였다. 가장 중요한 기능인 패턴 취득 및 분석 기능을 주요 목표 기능으로 설정 하였다. 또한 사용자의 편의성을 고려하여 패턴의 비교, 공유 및 부가 기능들을 일반 기능 목표로 설정하였다.

표 1. 본 연구에서 구현하고자 하는 기능 목록
Table 1. A List of Designed Function in This Study

Type	Function
Main Function	Pattern acquisition using sensors in smart device
	Pattern analysis and scoring
	Score visualization using chart and graph
General Function	Pattern sharing with friends
	Finding and management of friends
General Function	Providing ski resort information

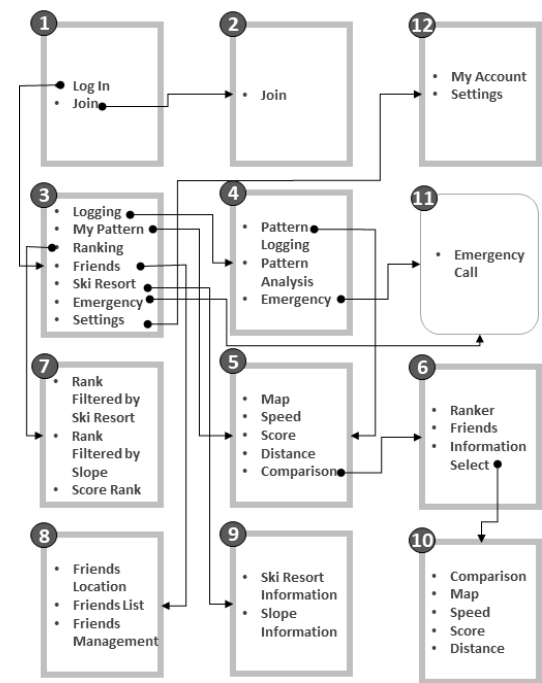


그림 1. 어플리케이션 서비스 구조도
Fig. 1. Application Service Structure

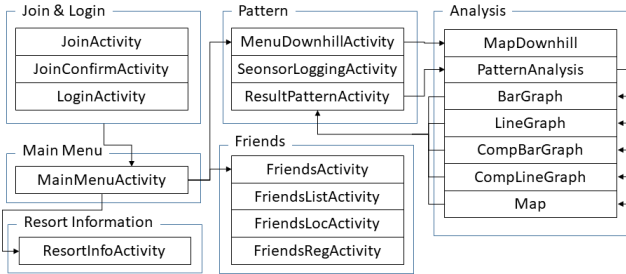


그림 2. 어플리케이션 구조
Fig. 2. Application Structure

스키 활강 패턴 분석 어플리케이션의 구조는 그림 2와 같다. 주요 기능인 활강패턴의 기록, 분석 및 가시화 기능은 Pattern 모듈을 통해 이루어진다. 사용자는 활강 준비가 되면 MenuDownhillActivity를 통해 자신의 위치를 확인하고 활강 기록을 준비한다. 사용자가 활강 시작 버튼을 누르면 어플리케이션은 SensorLoggingActivity를 통해 센서 정보를 수집하고 기록한다. 어플리케이션은 ResultPatternActivity를 통해 수집된 데이터를 분석 및 가시화 한다. ResultPatternActivity가 데이터를 분석하기 위한 클래스는 PatternAnalysis 클래스이다. PatternAnalysis 클래스는 기록된 센서데이터를 사용하여 Moving Average Filter, Outlier Detection을 통해 노이즈를 제거하는 작업을 진행한다. 그리고 패턴 주기의 균일성, 턴 폭의 각도 등을 통하여 전체 활강 데이터 중 규칙적인 턴으로 볼 수 있는 데이터를 추출한다. PatternAnalysis는 추출된 데이터를 이용하여 슷턴과 롱턴을 분류하고 해당 턴에서의 균일성 토대로 점수를 산정한다. 사용자의 이동경로, 패턴 및 산정된 점수는 ResultPatternActivity에서 BarGraph, LinGrape, Map 등을 통해 가시화 한다.

패턴을 기록하고, 분석하는 기능 이외에 사용자간의 정보 공유를 위한 패턴 비교 기능 및 랭킹보기 기능을 구현하기 위하여 ComparisonActivity 및 RankingActivity를 설계하였다.

일반적인 기능인 친구의 등록, 관리, 위치 찾기에 관한 기능은 FriendsActivity, FriendsListActivity, FriendsLocActivity, FriendsRegActivity에서 처리한다. FriendsActivity는 친구 관리에 관한 전반적인 기능을 수행하며, FriendsRegActivity는 친구를 등록하는 기능을 수행한다. 등록된 친구는 FriendsListActivity에서 확인할 수 있으며, 등록된 친구의 위치는 FriendsLocActivity를 통해 지도상에서 확인할 수 있다.

3-3 스키 활강 패턴 서비스를 위한 DB 설계

스키 활강 패턴을 이용한 점수 산출 어플리케이션은 활강 패턴을 분석하는 기능 외에 패턴 기록을 저장하고, 공유하고 동료간 비교할 수 있는 기능을 설계하였다. 이러한 기능을 제공하기 위해서는 활강 정보, 친구 정보, 슬로프 정보 등을 저장하는 DB가 필요하다. 본 연구에서는 어플리케이션의 기능을 수행하기 위한 DB 구조를 설계하였다(그림 3).

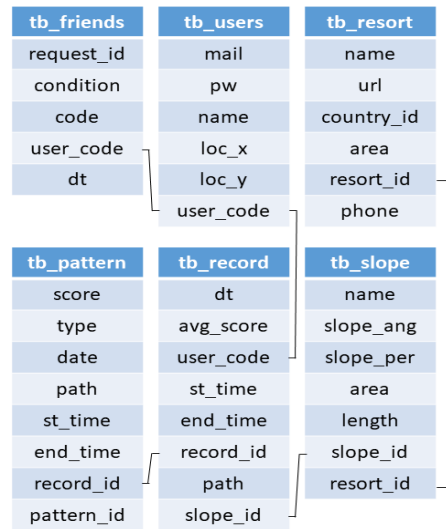


그림 3. 데이터 베이스 모델
Fig. 3. Database Model

사용자가 어플리케이션을 이용하기 위해 가입할 때 사용자의 기본 정보는 tb_users 테이블에 저장된다. 사용자는 친구를 신청할 때 tb_users 테이블에 기록된 데이터를 바탕으로 신청하고자 하는 친구를 검색할 수 있다. 친구의 신청, 수락 및 관리에 대한 정보는 tb_friends 테이블에 저장된다.

tb_skiresort는 스키 리조트의 기본 정보를 저장하고 있으며, tb_slope는 스키 리조트 내의 슬로프에 대한 정보를 저장한다. 사용자는 tb_skiresort, tb_slope 테이블을 통해 리조트 및 슬로프에 대한 일반적인 정보들을 확인할 수 있다.

사용자가 슬로프 상단에서 하단까지 활강을 진행하면 활강 경로에 대한 기록이 tb_record 테이블에 저장된다. tb_record 테이블에는 활강 시작 시간, 경로, 슬로프 등이 기록된다. 활강시 일정한 횟수 이상의 균일한 턴을 진행하면 해당 턴에 대한 정보가 tb_pattern 테이블에 저장된다. tb_pattern 테이블에는 턴의 종류, 점수, 경로 등이 기록된다.

IV. 어플리케이션 구현

설계 문서를 바탕으로 어플리케이션을 제작하였다. 어플리케이션에 필요한 정보를 저장하기 위한 데이터베이스를 구축하였으며, 설계된 기능들이 설정한 목표에 적합하게 작동하는지 확인하였다. 어플리케이션 테스트는 실제 슬로프 위에서 기록한 데이터를 바탕으로 진행되었다. 샘플 데이터는 엘리시안 강촌 리조트의 4개 코스인 Dragon, Deer, Puma, Pegasus에서 취득하였으며, 활강정보를 촬영하여 영상정보와 비교하였다.



그림 4. 샘플 데이터 취득을 위한 스마트 장비 장착
 Fig. 4. Smart Device Mounting for Sample Data

데이터의 취득은 스키 지도자 자격증이 있는 전문가를 통해 이루어졌다. 스마트 장치는 그림 4와 같이 발목에 고정하여 스키의 진행 방향과 스마트 장치의 각도가 일정하게 유지되도록 하였다.

4-1 스키 활강 패턴 취득 및 저장

스키 활강시의 패턴은 센서를 통해 실시간으로 수집되며, 분석단계로 넘어가기 전 파일로 저장이 된다. 이 과정에서 GNSS 센서를 통해 취득된 경로 데이터 및 자기계를 통해 취득된 활강시 방향각을 저장한다. 저장된 파일을 분석하면 패턴 취득 및 저장 기능이 목표에 부합하도록 정상작동 하는지 확인할 수 있다.

센서수집 정보의 정상작동 여부를 확인하기 위하여 스마트 장치의 GNSS 센서를 통해 수집된 경로와 실제 이동 경로와 비교하였다(그림5). 영상을 통해 확인한 턴의 지점들과 이동경로가 적합하게 수집된 것을 확인하였다.

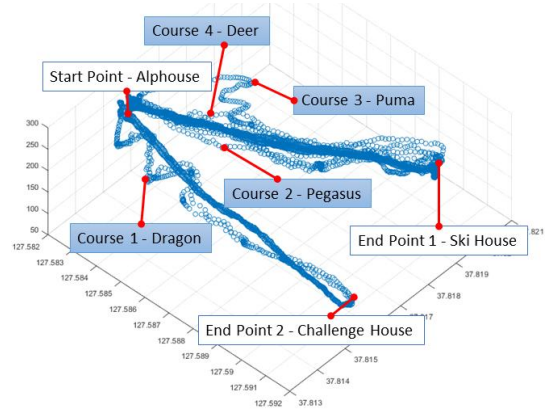


그림 5. 샘플 데이터 취득을 위한 활강 경로
 Fig. 5. Downhill Path for Sample Data

자기계를 통해 수집된 패턴 데이터를 영상과 비교하여 턴의 균일함을 확인하는 수단으로 적합하지 확인하였다. 그림 6은 활강 중 수집된 기능 확인을 위해 저장된 패턴 데이터와 실제 영상을 비교하였다. 스키어의 활강시 방향전환이 정상적으로 기록됨을 확인할 수 있으며, 영상에서 턴이 진행된 구간과 센서를 통해 턴이 기록된 구간(그림 6의 붉은 원)이 일치함을 확인할 수 있었다. 또한 일정한 폭의 턴이 진행될 때 일정한 패턴이 기록되어, 센서 데이터를 통해 패턴의 균일성을 파악할 수 있음을 확인하였다.

4-2 스키 활강 패턴 점수 산출 및 결과 가시화

스키 활강시 패턴 취득 및 저장기능이 정상적으로 작동하면, 활강한 전체 구간에서 턴이 진행된 구간을 추출하고, 각 구간별로 점수를 산출하는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 패턴 분석 결과 화면을 통해 사용자의 활강경로 및 구간별 턴의 점수를 확인할 수 있도록 하였다.

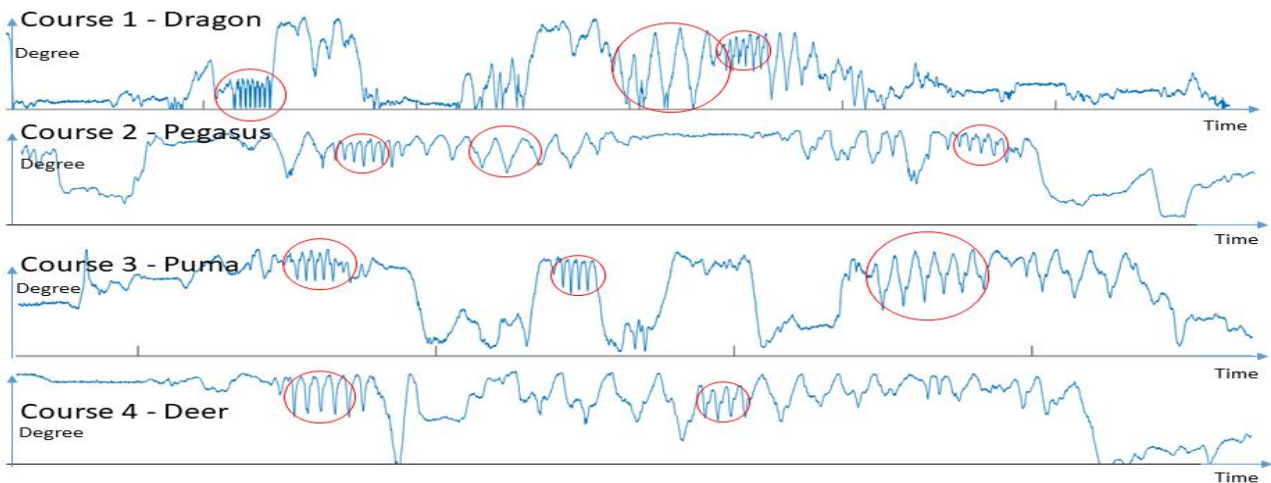


그림 6. 취득 및 저장된 활강 패턴 데이터
 Fig. 6. Recorded Downhill Pattern Data

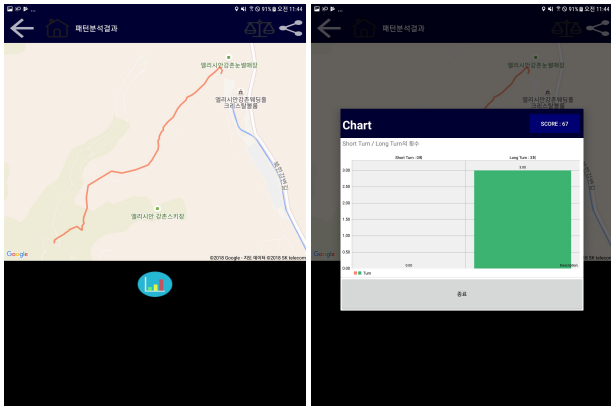


그림 7. 패턴 분석 화면
Fig. 7. Pattern Analysis Display

그림 7은 실제 어플리케이션에서 구현된 패턴 분석 화면을 나타낸 것이다. 지도를 통해 이동경로를 확인할 수 있으며, 각 턴의 점수를 차트를 통해 확인할 수 있다. 지도는 구글 API를 통해 구현되었다.

4-3 기타 기능의 구현

활강 패턴의 기록, 분석, 점수화 외에 패턴의 비교, 친구관리 등과 같은 일반 기능들을 구현하였다.

패턴의 비교는 자신이 활강한 동일 슬로프에서 활강한 친구의 기록을 찾아 비교할 수 있도록 하였다. 패턴 비교 UI는 패턴 기록의 분석 UI와 동일하며, 패턴 분석과 마찬가지로 자신과 비교대상의 활강 경로 및 턴의 점수 등을 확인할 수 있다(그림 8).

친구 관리 페이지에서는 친구를 신청하거나 요청받은 친구 신청을 수락 및 거절할 수 있다. 친구의 리스트를 통해 친구 삭제와 친구의 위치 찾기 등의 기능을 이용할 수 있다.

스키장 정보 화면을 통해 스키장의 일반적인 정보를 제공할 수 있다. 스키장의 지도, 슬로프, 대표번호 등 스키장을 이용하는 데 있어 필요한 정보를 취득할 수 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 스키장 이용객이 활강을 진행하면서 발생하는 턴을 통해 개인의 기술숙련도를 기능해 볼 수 있는 어플리케이션을 개발하였다.

기술숙련도를 평가하는 방법은 매우 다양하지만, 스키장 이용객이 쉽고 간편하게 사용할 수 있도록 턴의 균일성을 이용하여 기술숙련도를 평가하는 방법을 사용하였으며, 사용자가 쉽게 인지할 수 있도록 점수화하여 기술숙련도를 표출하는 방법을 사용하였다.

이를 어플리케이션으로 구현하기 위해서 주요 기능을 목표

로 하되, 사용자의 활용성 증대를 위하여 일반 기능을 추가로 목표로 설정하여 개발을 진행하였다. 어플리케이션의 서비스 구조도, 어플리케이션 시스템의 구조 및 데이터베이스를 설계하고 구축하였다.

어플리케이션을 실제로 구현하였으며, 검증을 위하여 슬로프 위에서 실제 활강하여 얻어진 샘플 데이터와 녹화된 영상 자료를 통하여 개발된 어플리케이션의 목표 기능이 정상 작동 여부를 확인하였다. 그 결과 패턴 데이터의 취득, 분석, 점수 산출 및 가시화 단계에 이르는 주요 기능들이 정상 작동함을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 개발된 어플리케이션은 사용자의 기술 숙련도를 평가함으로써 초보자가 상급자 코스에서 활강함으로써 인화 사고를 예방할 목적으로 개발되었다. 본 연구에서 개발된 어플리케이션의 패턴 분석 알고리즘은 사용자가 쉽고 빠르게 기술 숙련도를 기능해 볼 수 있는 용도로 제작되어 그 정확도가 높다고 볼 수 없다. 전문가의 자문 및 패턴 분석 기술의 고도화를 통해 기술숙련도의 신뢰도를 높일 수 있으며, 향후 스키장 발권 시스템 및 안전관리 시스템과의 연계, 스키 교육 및 선수들의 훈련에 적용 등을 통하여 다양하게 활용 가능할 것으로 보인다.

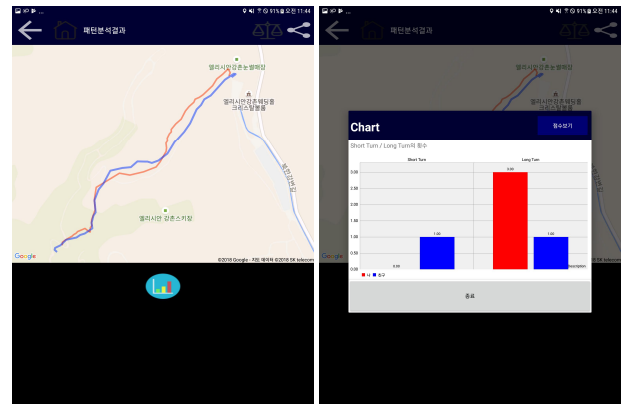


그림 8. 패턴 비교 화면
Fig. 9. Pattern Comparison Display

참고문헌

- [1] Korea Institute of Sport Science: A Study of Policy Improvement to Prevent Accident of Ski Slope, Ministry of Culture, Sports and Tourism, Sejong, Republic of Korea, CNTS-00062000492, pp. 25-76, Dec 2010.
- [2] G. S. Lee, W. K. Kim, J. H. Park and H. S. Chu, "The Kinematical Characteristics of Mogul Ski Motion," *Journal of Coaching Development*, Vol. 9, No. 2, pp. 237-247, June 2007.
- [3] S. D. Eun and M. S. Hyun, "The Differences in the Ski Carving Turn Motion According to Level of Expertise,"

- Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 20, No. 3, pp. 319-325, Sep 2010.
- [4] S. J. Ahn, J. Y. Kim, S. W. Park, I. S. Shin, Y. H. Kim, “Kinematics of Beginner and Expert Skiers on a Ski Simulator – 3D Motion Analysis and Inertial Sensor Measurements,” in *Proceeding of the 2013 Autumn Conference on Korean Society of Precision Engineering*, Busan, pp. 1041-1042, 2013.
- [5] J. Y. Kim, S. J. Ahn, S. W. Park, I. S. Shin, G. S. Kim and Y. H. Kim, “Kinematic Analysis of Lower Extremity and Evaluation of Skill of Skier Using Parameters of Inertial Sensors During Ski Simulator Exercise,” *Journal of Biomedical Engineering Research*, Vol. 35, No. 3, pp. 35-47, Jul 2014.
- [6] Korea Ski Instructors Association. Grading Points of 2018 Ski Skills Championship [Internet]. Available: http://ksia.co.kr/2018/2018_ski_L3_point.pdf.
- [7] S. J. Lee, G. Tewolde and J. R. Kwon, “Design and Implementation of Vehicle Tracking System Using GPS/GSM/GPRS Technology and Smartphone Application,” in *2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, Seoul, pp. 353-358, 2014.
- [8] M. Altini, R. Vullers, C. V. Hoof, M. V. Dort, O. Amft, “Self-calibration of Walking Speed Estimations using Smartphone Sensors,” in *2014 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops (PERCOM WORKSHOPS)*, Budapest, pp. 10-18, 2014.
- [9] C. Wang, J. Zhang, M. Li, Y. Yuan and Y. Xu, “A Smartphone Location Independent Activity Recognition Method Based on the Angle Feature,” in *2014 IEEE International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing (ICA3PP)*, Dalian, pp. 179-191, 2014.
- [10] T. H. Hur, J. H. Bang, D. H. Kim, O. Banos and S. Y. Lee, “Smartphone Location-Independent Physical Activity Recognition Based on Transportation Natural Vibration Analysis,” *Sensors*, Vol. 17, No. 4, 931, Apr 2017.
- [11] S. W. Smith, *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*, San Diego, CA: California Technical Publicshing., ch. 15, pp. 277-284, 2002.
- [12] M. Gupta, J. Gao, C. Aggarwal, J. Han, *Outlier Detection for Temporal Data*, San Rafael, CA: Morgan & Claypool publishers. 2014.



김지성(Ji-Sung, Kim)

2015년 : 성균관대학교 대학원 (석사)

2015년~2017년: 성균관대학교 대학원 박사과정
2017년~2018년: ㈜지오맥스소프트 지리환경기술연구소
※관심분야 : 지리정보시스템(GIS), 위성항법시스템(GNSS) 등



서호석(Ho-Seok Seo)

2012년 : 순천대학교 대학원 (공학석사)

2002년~2005년: 한솔정보기술(주)
2005년~2016년: 신명유아이(주)
2006년~현 재: ㈜지오맥스소프트 지리환경기술연구소
※관심분야 : 지리정보시스템(GIS), 증강현실(AR), 위치측위시스템(GPS) 등



이호진(Hyo-Jin Lee)

2006년 : 히로시마대학교 대학원 (석사)
2011년 : 히로시마대학교 대학원 (박사)

2011년~2013년: 히로시마대학 Assistant Professor
2013년~2014년: 성균관대학교 건설환경연구소 연구원
2015년~현 재: ㈜지오맥스소프트 지리환경기술연구소 소장
※관심분야 : 지리정보시스템(GIS), 위치기반서비스(LBS) 등