

빅데이터 기반의 장애 학생을 위한 스마트 캠퍼스

오영환*

Big Data based on Smart Campus for Students with Disabilities

Young-Hwan Oh*

요 약

최근에 의료, 군사, 스포츠 등의 다양한 분야에서 사물인터넷(IoT)과 빅데이터가 활용되고 있다. 나사렛대학교는 여러 형태의 장애 등급과 장애 유형을 가지고 있는 약 300여명의 장애학생이 있는 재활복지 중심대학이다. 본 논문은 캠퍼스 내에서 장애 학생들이 실내와 실외를 이동할 시에 BLE비콘과 3축 가속도 센서를 이용하여 이동경로 산정과 위험상황 회피를 위한 최적의 경로를 제공하는 스마트 캠퍼스를 제안한다. 이를 위하여 센서기반 IoT 기술을 이용한 장애학생 보행 데이터를 빅데이터로 관리한다.

ABSTRACT

Recently, Internet (IoT) and big data have been utilized in various fields such as medical, military and sports. Korea Nazarene University is a rehabilitation-welfare university with about 300 students with disabilities. This paper proposes a smart campus that provides the optimal path for the calculation of the route and risk avoidance using the BLE beacon and the 3-axis acceleration sensor when the students with disabilities move in the campus both indoors and outdoors. So we can manage the big data and sensor-based IoT technology for students with disabilities.

키워드

Smart Campus, Student with Disabilities, Big Data, BLE Beacon, 3-axial Acceleration Sensor
스마트 캠퍼스, 장애 학생, 빅데이터, BLE비콘, 3축 가속도 센서

I. 서 론

최근 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 산업, 비즈니스, 과학, 정보통신 분야에서 인공 지능, 사물인터넷 그리고 빅데이터는 공공분야와 민간분야에서 중요한 키워드로 부상되고 있다[1]. 자율주행자동차, 드론, 원격의료시스템은 우리 미래 산업사회를 빠르게 변화시켜 주고 있다. 이를 위해서는 인공지능, 빅데이터와

더불어 모든 사물이 인터넷에 연결되어 사람의 간섭 없이 소통과 협업이 가능한 사물인터넷이 주로 이용될 경우 가능하다. 대학 캠퍼스는 다양한 학생과 교수, 직원이 함께 생활하고, 공부하고, 소통하는 작은 개념의 도시와 사회의 축소판이다[2]. 현재 많은 대학에서 효율적인 캠퍼스 생활을 위한 정보통신기술을 연결하여 다양한 학사 서비스를 윈스톱으로 제공하는 스마트 캠퍼스를 구축중이다[3]. 본 연구에서 우리 대

* 교신저자 : 나사렛대학교 IT융합학부 교수
• 접수일 : 2018. 07. 02
• 수정완료일 : 2018. 08. 23
• 게재확정일 : 2018. 10. 15

• Received : July. 02, 2018, Revised : Aug. 23, 2018, Accepted : Oct. 15, 2018
• Corresponding Author : Young-Oh Han
Division of Information and Technology Convergence, Korea Nazarene Univ.,
Email : yhoh@komu.ac.kr

학의 정체성이라 할 수 있는 인간복지캠퍼스로 특성화하여 장애학생을 위한 스마트 캠퍼스를 제안한다.

나사렛대학교는 전국대학에서 가장 많은 약 360여명의 장애학생이 재학 중에 있다. 현재 장애학생 지원에 대한 충남권 거점대학으로 지정을 받아 장애 학생의 교육과 생활에 자문을 담당하고 있으며, 교육부의 장애대학생 교육복지지원 실태평가에서 5회 연속 최우수 대학으로 선정된 바 있다¹⁾. 또한 대학 교내 기관인 장애학생고등교육지원센터를 중심으로 장애학생에게도 동일한 고등교육 기회를 제공하기 위해 장애의 유형·정도별 제한을 두지 않고 모든 모집단위에서 장애학생을 선발하고 있다. 본 대학에는 시각장애학생이 50명(대학45, 대학원 5)에 이르며 전체 재학생의 0.8%를 차지하고 있다. 매 학기마다 장애학생과 비장애학생의 만족도 조사를 실시하여 대학당국의 실무자들의 자체점검을 통해 업무를 개선하는 환류시스템을 가지고 있으며, 장애학생의 만족도는 2012-14년의 기간 동안 평균 94.3%, 비장애학생의 만족도는 평균 93.1%의 높은 수준을 보이고 있다²⁾. 표 1.은 나사렛대학교 장애학생현황을 보여준다.

표 1. 나사렛대학교 장애학생 현황
Table 1. Status of disabled students of Korea Nazarene University

	Student				sum
	freshman	sophomore	junior	senior4	
under-graduate	85	103	70	74	332
graduate	31				363

출처- 장애학생고등교육지원센터 (2016.4.1기준)

비콘(Beacon)은 다양한 형태의 신호를 전달하기 위해 주기적으로 전송하는 모든 것을 의미한다. 2013년 6월 애플에서 BLE(Bluetooth Low Energy)를 기반으로 한 iBeacon을 공개한 이후로 비콘의 사용에 대한 많은 관심이 높아졌다. 즉 비콘이란 블루투스 기반으로 짧은 거리에서 감지되는 스마트 정보디바이스에 각종 유익한 서비스와 어플리케이션을 제공할 수 있는 무선 통신 장치를 말한다[4].

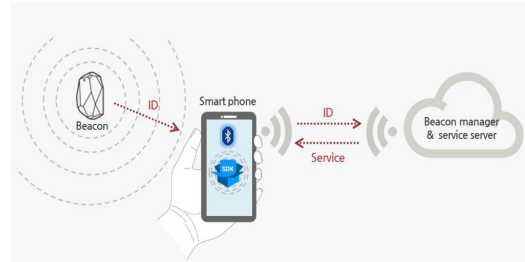


그림 1. BLE비콘 장치
Fig. 1 BLE beacon device

예를 들어, 백화점이나 시장에서 사용자가 주요 상점을 지나갈 때 쇼핑정보 및 할인정보를 제공하며, 야구장이나 운동장에서 사용자의 위치를 파악하여 미아 아동 찾기, 내비게이션 등 다양한 용도로 활용될 수 있다. BLE비콘은 저전력을 바탕으로 Bluetooth 4.0 기술을 바탕으로 작동되며, 비콘 단말기가 일정한 주기마다 송신하는 특정식별자를 통해 정보단말기의 위치를 확인하여 쿠폰, 메시지와 같은 서비스를 제공하는 방식이다. 즉, 블루투스가 켜진 스마트 기기는 BLE비콘이 발신하는 식별정보를 감별하고 실내 위치를 인식하여 서버에 전송하여 이와 일치하는 정보를 제공받는다. 본 연구에서 일정한 주기마다 전송하는 블루투스 신호의 내용에 대한 예는 표 2.와 같다. Proximity UUID(Universally Unique Identifier)는 각 캠퍼스내 건물들을 분류하고 Major는 한 건물의 층을 분류하며, Minor는 한 층의 각 강의실 또는 연구실을 분류하는데 사용한다. 예를 들어 브리지관의 1층 101호인 경우 해당하는 Proximity UUID와 1001의 Major, 101의 Minor 신호가 감지된다.

표 2. 캠퍼스 블루투스 신호
Table 2. Bluetooth signal of campus

Campus	Bleese Bld.	Holy Bld.	Nazareth Bld.
Proximity UUID	g7823da6-4ha4-4r97-8124-dg5r53e089e		
Major	1001	1002	1003
Minor	101	201	301

시각 및 지체장애인은 자기 신체와 관련하여 손이 접촉하는 범위 내에서만 정확한 사물 인식이 가능하

1) 2017 장애대학생 교육복지지원 실태평가 결과, <http://www.moe.go.kr/>

2) 2015 나사렛대학교 자체평가보고서, <http://www.kornu.ac.kr/>

고 비장애인과 같이 정확한 공간 정보의 판단이 어렵다. 이로 인하여 안전이동에 많은 어려움이 있다. 장애인의 이동을 위한 편의 시설로 대표적인 것으로 점자블록과 음향신호기 그리고 음성유도기 등이 있다 [5]. 점자블록은 시각장애인이 안전하게 보행하도록 바닥이나 건물의 복도에 설치하는 시설물으로써 정확한 보행 방향을 안내하기 위해서이다. 본 논문에서는 BLE비콘을 이용하여 시각장애학생이나 휠체어를 이용하는 지체장애학생을 위한 이동보조기기(스마트폰)을 이용한 이동경로 서비스를 제공한다.



그림 2. 이동경로 제안의 예
Fig. 2 Example of a route suggestion

시각장애인의 이동을 돕기 위한 방법으로 RFID:(Radio frequency Identification)를 이용한 주행보조시스템[6], 초음파 센서를 이용한 벨트형 장애물 감지 시스템[7], 드론을 이용한 장애물 알람 장치[8]등 시각장애인을 위한 연구가 활발히 수행되었으나, 이러한 연구들은 주변 장애물 상황을 고려하지 않고 목적지까지의 경로만을 제공하거나 현재 주변의 장애물 정보만을 제공하고 목적지까지 안내를 수행하지 않는 단편적인 연구에 머무르는 경우가 많았고, 두 가지를 통합한 시각 장애인의 이동을 보조하기 위한 연구는 부족하였다. 또한 장애물 정보 안내 장치의 경우 크기가 크거나 착용하는데 시간이 오래 걸리는 등 시스템의 사용성에 문제가 존재한다. 본 연구에서는 현재 시점에서 주변의 장애물을 고려하면서도 목적지까지 경로를 제공하기 위한 스마트 경로 탐색기를 구성하였다. 또한 기존 장애물 정보 안내 장치의 사용성 문제를 해결하기 위해서 주변 장애물 정보는 시각장애인에게 익숙한 스마트폰 앱을 이용한 경로 안내를 통합하여 시스템을 구성하였다. 스마트폰은 TTS:(Text-To-Speech), 음성인식, 음성지도와 같은 편의 앱을 제공하여 시각장애인에게 도움을 주고 있다

[9-10].

최근에 3축 가속도 센서를 이용하여 게임이나 운동에서 사람의 방향과 속도를 측정하고 보행 수과 행동 형태를 계산하여 다양한 분야에 활용하려는 시도가 진행되고 있다. 3축 가속도 센서와 자이로센서를 동시에 사용하면 시각장애학생이 보행하고, 휠체어를 타고 지체장애학생의 이동하는 경로를 추적할 수 있다. 또한 위험 상황에서 회피가 가능하다. 본 연구에서 사용되는 기기는 Atmega128 마이크로 컨트롤러로써 자이로 센서를 포함하고 있으며 가속도 센서로 부터 받은 데이터에 대해 내부 ADC(Analog-to-Digital)을 거쳐 보행 상태와 위험 상황을 파악한다. 장애학생이 가진 스마트폰과 마이크로 컨트롤러를 연동한 경우, 장애학생이 특정 방향과 속도로 이동하게 되면, 이동한 경로와 거리, 속도를 환산하여 데이터로 변환할 수 있다. 이 때 가속도 센서와 자이로 센서를 각각 이용하여 보다 정확하게 연산할 수 있다. 그리고 수집된 데이터는 빅데이터로 변환하여 저장, 관리된다.



그림 3. 시설물로 인한 위험상황
Fig. 3 Risk situation due to facilities

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구인 빅데이터와 하둡에 대해서 기술한다. 3장에서는 장애학생을 위한 비콘을 이용하여 이동경로를 산출하고 3축 가속도 센서를 이용하여 위험상황을 회피할 수 있는 방안을 제안한다. 4장은 HBase와 Map/Reduce를 이용한 빅데이터 관리 시스템을 설명한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다. 본 논문에서는 본 대학 내에서 장애 학생들이 실내와 실외를 이동할 경우 BLE비콘과 3축 가속도 센서를 이용한 이동경로 산정과 위험상황 회피를 위한 최적의 경로를 제공하는 스마트 캠퍼스를 제안한다.

II. 관련 연구

2.1 빅데이터

빅데이터란 대용량의 정형 또는 비정형 데이터를 수집하여 일정한 가치를 분석, 저장, 추출하는 기술을 의미한다. 종래의 문자, 숫자 데이터를 넘어 이미지, 동영상, 센싱, SNS(: Social Network Service)등의 넓은 영역으로 활용하려는 시도가 증가하였으며 이를 통해 방대한 양의 데이터가 축적되었고, 이를 기반으로 하여 가치를 창출하려고 있다. 현재의 빅데이터 기술은 공공소프트웨어 제작 및 민간응용 건설등 여러 분야에 적용되어 그 가능성이 대두되고 있다[11].

2.2 하둡(Hadoop)

하둡은 방대한 양의 정형 및 비정형 데이터를 분산 처리하는 응용 프로그램 작성과 실행하기 위한 오픈소스 프레임워크이다. 이는 분산시스템인 HDFS(: Hadoop Distributed File System)에 데이터를 저장하고, Map/Reduce를 이용해 데이터를 처리한다[12]. 하둡 플랫폼에서는 다양한 목적을 위해 HBase, Zookeeper 등의 Hadoop Framework를 이용하여 구성한다. HBase는 HDFS 기반의 컬럼 기반 데이터베이스로서 대용량 데이터의 처리의 성능을 높이기 위해 구현된 분산 파일 시스템이다.

III. 장애학생 이동 모니터링 시스템

본 장에서는 스마트폰과 연동된 마이크로 컨트롤러를 이용하는 장애학생이 비콘을 이용하여 이동경로를 산출하고 3축 가속도 센서를 이용하여 위험상황을 회피할 수 있는 방안을 제안한다.

3.1 BLE비콘을 이용한 이동경로 산정

BLE비콘을 사용해서 캠퍼스 내에서 장애 학생의 위치를 측정하고 그 위치에서 일어나는 학교행사, 강의실, 도서관 등과 같은 주요 학사정보를 스마트폰에 전달함으로써 장애 및 비장애학생들의 교내외 활동 참가를 독려하고 교육 및 취업 정보를 용이하게 제공할 수 있도록 위치 기반 서비스를 제공한다. 또

한 실내 위치를 확인하는 BLE비콘으로부터 발생하는 신호를 이용하여 장애학생의 최적 경로를 산출하는 방안을 연구한다.

본 논문에서 iBeacon & Eddystone Scanner³⁾를 통해 실내에서 측정되는 비콘의 RSSI(: Received Signal Strength Indicator)는 평균 -87dbm로 약한 값을 보여주고 있다. RSSI란 수신 신호 강도로써 잡음이 포함된 무선/RF 수신 신호 세기에 대한 일반적인 명칭이다. 또한 간단하게 측정하고 확인할 수 있는 수신 전파 신호의 세기(단위 : [dBm])를 말한다.

본 연구에서 제안하는 비콘 센서는 빅데이터 서버와 연동된다. 비콘 스캐너는 다량의 비콘 센서로부터 데이터를 수집하여 UDP 서버로 전송된다. 하나의 스캐너는 여러 개의 센서로부터 데이터를 제공받는다. 이 때 센서 스트림 신호는 1초당 수천~수십만 단위를 갖는 빅데이터 성격을 가지고 있기 때문에 이를 빅데이터로 수집하여 하둡에 저장하고 분석한다.

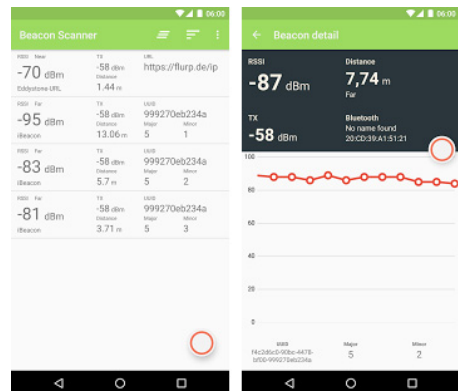


그림 4. 아이비콘 & 에디스톤 스캐너
Fig. 4 iBeacon & Eddystone Scanner

3.2 3축 가속도 센서를 이용한 위험상황 회피

본 절에서는 장애학생의 위험상황 회피를 위하여 3축 가속도 센서에 대한 설명을 기술한다. 시각 장애 학생과 휠체어를 타는 지체장애학생은 사고가 발생할 만한 위험한 상황을 바로 예측할 수 없다. 예를 들어, 장애학생들이 다니는 캠퍼스 내의 특정 지역에 학교 시설물을 고장 수리하기 위한 임시막, 장벽(배리어)를 설치하는 경우가 그 예라 할 수있다. 본 시스템에서는

3) flurp laboratories, <https://flurp.de/>

학교 내의 위치 정보를 포함하는 위험 정보(예, 시설 물공사)을 실시간으로 제공하여 이를 방지한다.

즉, 캠퍼스 내에서 발생할 수 있는 위험한 주변 환경을 정보로 제공하고 장애 학생이 지닌 3축 가속도 센서를 이용하여 보행에 대한 이동거리, 속도를 계산하여 위험 상황을 회피할 수 있도록 한다. 가속도 센서의 스트림 신호는 1초당 수백~수만 단위를 갖는 빅데이터 성격을 가지고 있기 때문에 이를 빅 데이터로 수집하여 하둠에 저장하고 분석한다. 그림 5는 3축 가속도 센서의 방향 센서와 가속도 센서를 이용하는 원리이다.

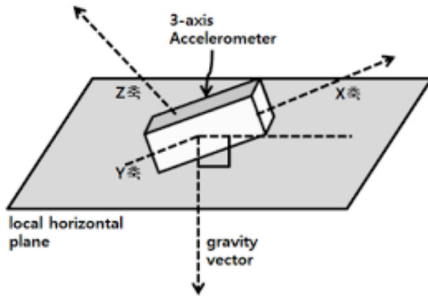


그림 5. 3축 가속도 센서
Fig. 5 3-axis acceleration sensor

3.3 이동 경로 알고리즘

본 절에서는 장애학생의 최적 이동 경로를 산정하기 위한 알고리즘을 기술한다. 그래프 이론에서 가장 일반적으로 사용하는 Dijkstra 알고리즘을 이용한다. 아래 알고리즘을 이용하여 스마트 경로 탐색기를 구성하였다.

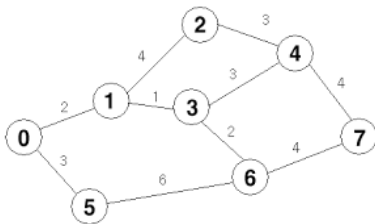


그림 6. 최단 거리 검색
Fig. 6 Shortest distance search

```
function Dijkstra(Graph, Source):
    dist[source] ← 0
    prev[source] ← undefined
    create vertex set Q
    for each vertex v in Graph:
        if v ≠ source:
            dist[v] ← INFINITY
            prev[v] ← UNDEFINED
        add v to Q
    while Q is not empty:
        u ← vertex in Q with min dist[u]
        remove u from Q
        for each neighbor v of u:
            alt ← dist[u] + length(u, v)
            if alt < dist[v]:
                dist[v] ← alt
                prev[v] ← u
    return dist[], prev[]
```

그림 7. Dijkstra 알고리즘
Fig. 7 Dijkstra algorithm

IV. 개인화된 빅데이터 관리 시스템

본 장에서는 BLE비콘과 마이크로컨트롤러에서 측정되는 신호 중 위치 정보, 가속도 신호에 대하여 빅데이터 정보로 추출하고 이를 전송, 저장하는 방법을 기술한다. BLE비콘 신호와 가속도센서 신호는 HBase 테이블에 저장되며 이를 분석 가능한 데이터로 변환하는 Map/Reduce를 이용한다[13].

4.1 데이터 추출과 구조화

장애학생이 강의실이나 도서관과 같은 특정 위치를 지나게 되면 BLE비콘이 신호를 송신하게 되고, 스마트폰에서 수신되는 신호의 강도를 파악하여 장애학생의 위치를 감지하여 위치 정보를 사용자의 스마트폰에 보내게 된다. 실내에서는 BLE비콘이 초저전력을 이용하여 위치 확인이 가능하며 적은 용량의 데이터 전송이 가능한 특징을 가지고 있다. 그리고 장애학생이 가지는 마이크로 컨트롤러로부터 수신된 보행 데이터를 구조화한다. 이를 통하여 장애학생인 사용자 프레퍼런스(User preference)를 추출하여 사용자 어트리뷰트(User attribute) 정보를 만들어 내고, 이를 구조화된 스키마(Scheme) 형태로 개인화 중간 데이터 저장부에 전달한다. 이는 하둠(Hadoop) 기반의 맵리듀스(Map/Reduce)를 통해 사용자 속성 정보를 분석하여 이동 경로와 위험 상황에 대한 사항을 결정한다.

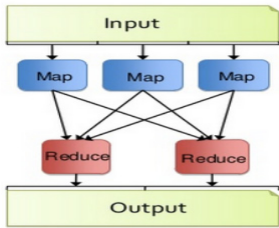


그림 8. Map/Reduce 입력과 출력
Fig. 8 Map/Reduce input and output

4.2 HBase 테이블 설계

HBase에서는 BLE비콘과 3축 가속도 센서로부터 온 데이터를 테이블에 저장한다. 테이블은 행과 열 형태로 구성되며 행은 테이블의 primary key인 rowkey에 의해 정렬된다. 이때 테이블의 검색과 수정은 rowkey를 통해서만 이루어진다.

Rawkey wvcu9j5b4f	Column Family : mapvtx QF: mapid vtx_x vtx_y
	1000847 126.181855 33.261922
Rawkey wvcu9j8x64m3	Column Family : mapvtx QF: mapid vtx_x vtx_y
	1000867 126.181857 33.262022

그림 9. HBase 테이블 구조
Fig. 9 HBase table architecture

본 연구에서는 센서를 이용하여 수집된 데이터들을 그림 9.과 같은 구조로 HBase 테이블에 저장한다. 시스템의 검색 시간을 줄이기 위해 건물코드, 비콘ID, 위치정보, 시간정보까지 데이터를 통합하여 rowkey로 설정하고 나머지의 데이터를 열로 추가하여 저장한다.

4.3 데이터 분석

3축 가속도 센서는 중력가속도와 Time stamp 그리고 x, y, z 축에 적용하는 모든 정보를 출력하기 때문에 이를 그대로 적용하면 큰 오차를 가지게 된다. 그래서 자이로스코프 센서를 이용하여 오차가 포함된 데이터를 보정하고 이를 이용하여 이동 거리와 방향을 산출한다. 센서 신호 획득을 위한 마이크로 콘트롤러는 보행 동작에 대하여 30분의 1초 단위로 데이터를 샘플링한다. 가속도 센서를 이용한 거리 측정에는 중력가속도로 인한 적분오차가 발생하여 가속도 센서의 타임스탬프와 x, y, z축 출력값을 하나의 대표 값

으로 인정하는 벡터 합산을 이용하여 보정한다.

가속도(ACC)는 장애학생의 보행 거리와 방향을 측정할 수 있는 신호로 x, y, z축 순으로 출력된다. 마이크로 콘트롤러로부터 추출되는 가속도 신호는 1초당 30개의 신호를 저장하는데 1시간 측정 시에 108,000개의 데이터가 만들어 진다.

Displacement	$x = A \sin(\omega t)$	Displacement (unit: m) Velocity (unit: m/s) Acceleration (unit: m/s ²)
Velocity	$\dot{x} = \omega A \cos(\omega t)$	
Acceleration	$\ddot{x} = -\omega^2 A \sin(\omega t)$	

그림 10. 가속도, 속도, 변위의 미적분

Fig. 10 Calculus of acceleration, velocity, and displacement

4.4 보행 신호의 빅데이터 저장

아파치 하이브(Apache Hive)는 하둡에서 운영되는 데이터 웨어하우스(Data warehouse) 하부 인프라 구조로서 데이터 검색 및 분석 기능을 제공한다. 본 절에서는 대용량 데이터 집합들을 분석하기 위해 아파치 HBase 저장 시스템을 이용한다. HiveQL은 SQL(: Structue Query Language)과 유사한 질의어로 Hive 쿼리를 작성할 수 있다. 또한 데이터 구조를 정의한 후에 Map/Reduce를 이용하여 분석이 가능하다. 그림 11.에서는 장애학생 보행 데이터를 분석하기 위한 HiveQL 쿼리문을 작성하였다.

```

hive> CREATE TABLE disable_students(ID INT, name STRING, Height
FLOAT, Weight FLOAT)
> PARTITIONED BY (ver timestamp)
> ROW FORMAT DELIMITED FIELDS TERMINATED BY ','
> LINES TERMINATED BY '\n';
OK
Time taken: 0.461 seconds
    
```

그림 11. HiveQL 데이터 정의어(DDL)

Fig. 11 HiveQL Data Dafinition Language(DDL)

그림 12.에서는 Hive는 local file system에 있는 데이터와 HDFS에 저장된 데이터를 모두 업로드한다. Hive CLI에서 LOAD DATA를 입력한다. OVERWRITE INTO 절은 중복된 데이터가 있을 경우 무시할 수 있다. PARTITION 절은 파티션 키인 ver 값을 '2018-05-13'로 설정해 데이터를 입력하는 설정이다. 보행 신호 Raw-data로부터 필터링 과정을 통하여 추출된 파일을 테이블 형식에 일치하게 저장한 후, HiveQL을 이용하여 Hive에 업로드한다.

```

hive> LOAD DATA LOCAL INPATH
'/home/user/hadoop/study/campusl/K2018513.csv'
> OVERWRITE INTO TABLE students
> PARTITION (ver='2018-05-13');
#결과#
Loading data to table default.students partition (ver=20180513)
OK
Time taken: 1.412 seconds

```

그림 12. HiveQL 데이터 저장
Fig. 12 HiveQL Data Store

V. 결론

본 논문에서는 사물인터넷과 빅데이터 기반의 인간 복지 스마트캠퍼스를 제안하였다. 다양한 장애유형과 장애정도를 가지고 있는 약 300여명의 장애학생이 캠퍼스내에서 생활하고 이동할 시 보행 신호를 빅데이터 기반으로 저장하고 분석하였다. 이를 통하여 언제, 어디서나 다양하고 효율적인 학사정보와 이동경로, 위험상황을 장애학생과 비장애학생에게 제공함으로써 사용자 중심의 캠퍼스를 구축하는 데 그 목적이 있다. 본 연구를 통하여 디지털 디바이드(digital divide)에 대한 장벽을 해소하는 데 일익을 담당하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2018년 나사렛대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음

References

- [1] B. Baweja, P. Donovan, M. Haefele, L. Siddiqi, and S. Smiles, *Extreme automation and connectivity: the global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution*. Davos: UBS, 2016.
- [2] J. Kim, H. Yoon, H. Shin, C. Lee, C. Jung, and T. Han, "Implementation of Service for U-Campus Environment Construction," *J. of Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, vol. 30, no. 2, 2003, pp. 430-432.
- [3] S. Park and G. Lim, "Suggestions for Building 'Smart Campus' Based on Case Studies on the Effectiveness of Instructions with Smart-Pads," *J. of Digital Convergence*, vol. 10, no. 10, 2014, pp. 1-12.
- [4] H. Cho, J. Ji, Z. Chen, H. Park, and W. Lee, "Measuring a Distance between Things with Improved Accuracy," In *Proc. of Computer Science*, vol. 52, no. 1, 2015, pp. 1083-1088.
- [5] S. Shoval, J. Borenstein, and Yoram Koren, "The Navbelt - A Computerized Aid for the Blind Based on Mobile Robotics Technology," *IEEE Trans. on Biomedical Engineering*, vol. 45, no. 11, 1998, pp. 1376-1386.
- [6] C. Liao, P. Choe, T. Wu, Y. Tong, C. Dai, and Y. Liu, "RFID-based Road Guiding Cane System for the Visually Impaired," *Conf. on Cross-Cultural Design*, Las Vegas, USA, July 2013, pp. 86-93.
- [7] I. Ercoli, P. Marchionni, and L. Scalise, "A Wearable Multipoint Ultrasonic Travel Aids for Visually Impaired," *J. of Physics: Conference Series*, Genoa, Italy, Sept. 2013, pp. 1-7.
- [8] M. Avila, M. Funk, and N. Henze, "DroneNavigator: Using Drones for Navigating Visually Impaired Persons," In *Proc. of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*, Lisbon, Portugal, Oct. 2015, pp. 327-328.
- [9] S. Son, S. Lee, S. Kim, and S. Lee, "Android launcher using TTS & STT for blind," In *Proc. of the 42th Winter Conference of Korean Institute Information Science and Engineering*, Hoengseong, Korea, Dec. 2015, pp.1713-1715.
- [10] S. Lee and S. Choi, "Voice Recognition Home Remote Control System for the Visually Handicapped using a Smartphone," In *Proc. of the 23th Korea Society of Computer Information*, Jeju, Korea, July 2015, pp. 339-340.
- [11] C. Choi, J. Jang, and D. Kim, "Design of Smart Tourism in Big Data," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 4, Aug. 2017, pp. 637-644.
- [12] S. Kim, Y. Kim, and W. Kim, "The Design of Method for Efficient Processing of Small Files in the Distributed System based on Hadoop Framework," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 10, Dec. 2015, pp. 1115-1122.
- [13] Y. Oh, "An Analysis System Using Big Data

based Real Time Monitoring of Vital Sign: Focused on Measuring Baseball Defense Ability," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 1, Feb. 2018, pp. 221-228.

저자 소개



오영환(Young-Hwan Oh)

1991년 인하대학교 전자계산공학과 졸업(공학사)

1997년 인하대학교 대학원 전자계산공학과 졸업(공학석사)

2001년 인하대학교 대학원 전자계산공학과 졸업(공학박사)

2002년 나사렛대학교 IT융합학부 교수

※ 관심분야 : 빅데이터, 상황인지, 사물인터넷