

STP(Space Time Path)를 이용한 로그데이터 시각화 및 특징 분석*

조나혜** · 강영옥***

Visualization and Spatio-temporal Analysis of Log Data Using STP*

Nahye Cho** · Youngok Kang***

요약 : 본 연구는 모바일 기기를 활용한 현장체험학습에서 수집된 로그데이터를 STP(Space Time Path)로 시공간 시각화하여 현장체험학습에서 학생들의 이동특성을 파악하고, 머무름이 있던 지점에서의 활동특성을 분석하고자 하였다. 탐구활동 로그데이터 분석결과 이동과 머무름의 패턴이 연속적으로 나타나며, 조사활동의 유형에 따라 머무른 장소와 시간이 다름을 확인할 수 있었고, 머무름이 나타나는 장소는 관찰지점 뿐 아니라 관찰지점이 아닌 곳도 나타남을 확인하였다. 현장체험학습의 경우 공간 및 시간적으로 제한된 범위 내에서 이루어지는 활동이기 때문에 머무른 지점에서의 활동에 대한 추가 분석이 필요함을 알 수 있었다. STP를 이용한 이동 로그의 시각화는 복잡한 구조를 가진 로그데이터를 탐색하여 패턴을 발견하는 기초 자료로 활용할 수 있으며, 이는 다양한 유형의 로그데이터 분석에 응용될 수 있을 것으로 판단되었다.

주요어 : STP(Space Time Path), 시공간 시각화, 로그데이터, 이동특성 분석

Abstract : The purpose of this study is to identify the movement characteristics of students in field experience learning by visualizing the log data collected from field experience learning using mobile devices as STP technique and to analyze the characteristics of activity at the point of retention. As a result of analysis of log data, the patterns of movement and retention were consecutively appeared, and it was confirmed that the place and time were different depending on the type of inquiry activity, and the place where the retention appeared was not only the inquiry point but also the non-inquiry point. In the case of field experience learning, it is necessary to carry out further analysis on the activity at the retention point since it is performed within a limited space and time. It was confirmed that the visualization of the movement log using STP can be used as a basic data for exploring log data having a complicated structure and it can be applied to various types of log data analysis.

Key Words : Space-time Path, Spatio-temporal visualization, Log data, Analysis of movement

I. 서론

최근 IoT(Internet of Things)의 발달, 스마트시티의 발전, 일상생활에서 모바일 기기 사용의 증가 등은 기존에

경험하지 못했던 다양한 유형의 데이터를 만들어내고 있다. 특히 개인이 휴대하고 있는 휴대폰에는 다양한 센서가 포함되어 있고, 개인들이 SNS에 올리는 다양한 글이나 사진, 동영상, 그리고 개인의 이동 기록 등은 기존에는 획득

*본 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A5B6066963)

**이화여자대학교, 사회과교육과, 박사 (Ph.D., Department of Social Studies, Ewha Womans University, cho.nahye@gmail.com)

***이화여자대학교, 사회과교육과, 교수 (Professor, Department of Social Studies, Ewha Womans University, ykang@ewha.ac.kr)

하기 어려웠던 다양한 데이터를 만들어내면서 이로 부터 유의미한 정보를 발견해내고자 하는 많은 노력들이 증가하고 있다. 모바일 기기의 여러 센서로 부터 생성되는 로그데이터는 방대한 양과 복잡한 데이터 구조를 가지고 있으며, 시공간적인 정보를 포함하기 때문에 그 특성을 한 눈에 파악하기 어렵다. 시각화 분야에서는 최근 이러한 데이터를 빠르고 효율적으로 탐색하고 의미 있는 정보를 발견하기 위한 시공간 시각화 기법들을 개발하거나 이를 활용하고자 하는 노력이 증가하고 있다(조나혜 · 강영욱, 2016).

최근 학교현장에서는 창의융합교육이 강조되면서 교실 내에서 학습하기 어려운 영역에 대해 현장을 통한 교육을 강조하고 있다. 현장체험학습에 대한 강조는 다양한 현장 체험학습 프로그램을 만들고 있는데, ICT기술의 발달과 함께 현장체험학습에 모바일 기기를 기반으로 한 현장 체험학습 프로그램 개발이 증가하고 있는 추세이다(강영욱 · 조나혜, 2015; Gienza *et al.*, 2010; Butchart *et al.*, 2013; Gienza and Hoppe, 2013), 모바일 기기를 기반으로 하는 현장체험학습 데이터에는 학생들이 입력한 탐구자료 외에도 다양한 정보가 로그에 남게 된다. 이러한 정보는 학생들의 이동특성, 탐구활동장소와 실제 머무른 장소의 특성 등 학생들이 입력한 답에서는 발견해내지 못한 특성들을 발견해낼 수 있다.

본 연구는 현장체험학습에서 수집된 이동 로그를 오픈소스 소프트웨어인 R을 활용하여 STP(Space Time Path)의 시공간 시각화 기법으로 표현함으로써 현장체험학습에서 학생들의 이동과 머무름의 특성을 발견하고, 특히 학생들이 현장에서 입력한 자료와의 비교를 통해 머무른 장소에서의 활동특성을 분석하고자 한다.

II. 시공간 시각화 관련 연구

Miller(1991)는 1970년 지리학자인 Hägerstrand의 시간 지리학 개념에 기반을 두어 GIS의 3차원 표현기법을 활용하여 개인 통행 데이터의 시공간적 패턴을 효과적으로 표현하는 지리적 시각화 환경을 개발하였다. 기존의 시공간큐브(space-time cube:STC)를 개선하여 시공간경로(space-time path: STP), 정거장과 활동꾸러미(station and activity bunch), 시공간프리즘(space-time prism)과 같은 시간지리학의 주요개념을 시각적으로 표현하였다(그림 1). 시공간큐브는 시공간 정보를 가지거나 이동하는 물체를 표현하는 방법 중 하나로 공간적 차원(2D: x, y)과 시간적 차원(1D: z)으로 표현될 수 있다. 공간적 평면에 시간 축을 추가한 시공간큐브는 시공간적 시각화의 핵심요소로서 개인통행의 시공간경로를 효과적으로 표현한다(Kraak, 2003). 다양한 분야에서 시공간 데이터를 수집하여 이를 STC, STP의 3차원 형태로 시각화하고, 주요한 패턴을 분석하고자 하였다.

Demšar and Virrantaus(2010)는 핀란드 만에서의 선박의 이동궤적 데이터(Automatic Identification System: AIS)를 시공간 밀도 형태로 시각화하고 선박유형에 따른 시공간 패턴을 연구하였다. 2008년 하루 또는 한 달간의 AIS 데이터를 3D형태로 다양하게 시각화하고 탐색하여 분석하였다. 하루 동안의 여객선 데이터를 전통적인 STP와 밀도 분석이 추가된 STP로 시각화하고, 장단점을 기술하였다. 또한, 한 달간의 여객선 이동경로를 시각화하여 기존에 통계적으로만 파악하였던 지역 간 이동 정보를 직관적으로 이해하기 쉬운 시공간 시각화와 밀도분석을 함으로써 여객선 및 화물선 유형별 주요한 이동 경로와 머무른 장소에 차이가 있음을 보여주었다.

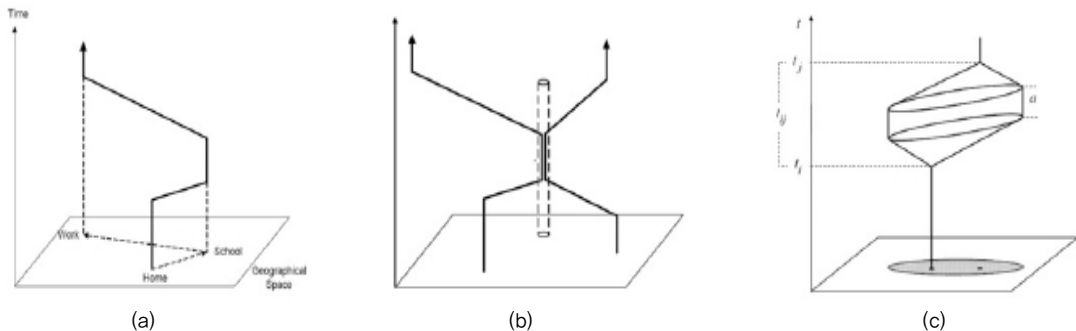


그림 1. 시간지리학의 주요개념을 도식화한 사례(Miller, 1991): (a) 시공간경로, (b) 정거장과 활동꾸러미, (c) 시공간프리즘

도시 및 환경 분야에는 공원의 이용 패턴을 정량적으로 분석하기 위해 GPS 장치를 활용하거나, 공기 오염 정보를 실시간으로 수집하여 시공간 시각화하고, 분석한 연구가 있다(Ostermann, 2010; Fang and Lu, 2011). Ostermann(2010)의 연구는 스위스 취리히지역에서 공원 이용자들의 이용 행태 분석을 위해 휴대용 GIS 기기를 활용하여 방문자의 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터를 공원 이용자의 연령대별 활동 유형, 위치, 시작 시간 및 지속 시간을 보여주는 STC를 생성하여 분석하였다. 또한 추가적으로 KDE(Kernel Density Estimation)를 이용하여 공원에서 활동 밀도가 높은 곳과 성별, 연령별 공원 이용 패턴의 차이를 확인하였다. Fang and Lu(2011)는 텍사스 휴스턴 지역의 공기 오염 데이터를 STC를 통해 시각화하고 분석하였다. 두 가지 방법 -LUR(Land Use Regression)과 보간(interpolation)-으로 하루 동안의 공기 오염(오존)을 시간대별로 시각화하고 정확도를 비교 분석하였다.

재난 분야에서는 터키 서부의 마르마라(Marmara) 해에서 1976년~1999년까지 발생한 10,550건의 지진을 STC를 통해 시각화하고 시공간 패턴을 분석한 연구가 있다(Gatalsky, 2004). STC를 통해 짧은 간격으로 가까운 지역에서 지속적으로 발생하는 지진을 탐색하고 시공간적 특성을 발견하였다. Sim *et al.*(2013)의 연구에서는 재난 재해가 범죄와 관련될 수 있음을 연구하였는데, 시공간 스캔 통계(space-time scan statistic)를 통해 3D 형태의 원통으로 표현하여 범죄 유형별 시공간 특성을 확인하였다.

뿐만 아니라 교통 분야에서는 교통 카드 또는 GPS 데이터로부터 수집한 정보를 토대로 도로가 정체되는 곳을 분석하거나(Li *et al.*, 2007), 도시 교통수단으로서 자전거 사용 활성화를 제안하는 연구(오진혁, 2011) 등이 있다. Li *et al.*(2007) 연구는 도로 네트워크상에서 교통 흐름 패턴이 밀집되어 정체되는 곳을 찾고 이러한 루트를 실시간으로 분석하여 혼잡의 원인을 해결하고자 하였다. 그동안 공개되지 않았던 도로 네트워크의 차량 정보가 공개됨에 따라 이러한 연구가 가능하였는데, RFID 및 기타 위치 센서로부터 수집된 차량궤적에서 정체되는 구간을 FlowScan의 밀도 기반 알고리즘을 적용하여 발견하였다. 오진혁(2011)의 연구는 자전거 사용의 활성화와 자전거 교통사고 감소를 위해 자전거에 장착된 GPS 데이터로부터 수집한 O-D자료를 활용하여 정거장별 도착과 출발의 흐름, 정류소 보관 대수, 시간대에 따른 통행 패턴을 분석하여 통행량이 많은 시간대 및 통행 지역을 시공간적으로 분석하

여 나타내었다. 또한 손세린·강영옥(2017) 연구는 교통 사고 데이터를 다양한 시간대별 핫스팟 분석을 수행하여 시공간적 집중 지역을 확인하였다.

이 외에도 학교 현장에서도 최근 ICT 기술의 발달로 모바일을 활용한 활동들이 증가하고 있고, 이에 따라 학생들의 이동 로그가 수집되어 다차원적으로 분석하고자 한 연구도 있다. Cho and Kang(2017) 연구는 모바일을 활용한 현장체험학습의 이동 로그를 2D 및 3D로 시각화하고 핫스팟 분석을 통해 이동 패턴을 분석하였다. 이처럼 비정형적이고 방대한 양을 지닌 로그데이터를 3D로 시각화(3-dimensional visualization)하는 것은 탐색적 데이터 분석방법으로 유용하며, 시공간 패턴을 발견하는데 유용하다(Rinner, 2004).

III. 로그데이터 수집 및 전처리

1. 로그데이터 수집

본 연구는 모바일을 활용한 현장체험학습 시 취득된 로그데이터를 사용하였다. 현장체험학습 프로그램은 우리나라 세계유산인 양동마을에서 지속 가능한 발전에 대해 탐구하고 조사하는 활동으로 이루어져 있다.¹⁾ 프로그램은 가옥의 기능 변화에 대한 조사, 보존해야 할 것과 변해야 할 것에 대한 탐구 조사, 주민 인터뷰 등 3개 유형으로 구성되어 있다. 가옥에 대한 조사는 빠르게 진행될 수 있는 반면, 학생들의 판단을 요하는 탐구 조사나 주민 인터뷰는 시간을 요하는 활동들이다. 학생들은 현장에서 Collector for ArcGIS를 사용하여 탐구문제에 답하였으며, 학생들이 제출한 답은 ArcGIS Online에 결과물이 쌓이게 된다. 학생들은 탐구활동 수행 시 탐구활동 과정을 확인하고 활동 로그를 추출할 수 있도록 GPS가 장착된 멀티 캠코더(Focus R 40)를 몸에 장착하도록 하였다. 이 과정에서 학생들의 위치정보수집에 대한 사전 정보를 제공하였고, 동의를 구하여 진행하였다. 로그데이터 수집 환경은 표 1과 같다.

표 1. 로그데이터 수집환경

장소	경주 양동마을
시간	2016-06-17 (약 150분)
참여 학생	총 17명, 8팀
학생 이동 및 활동 기록	미니 캠코더 (GPS devices)
탐구자료 입력	Collector for ArcGIS
추가 데이터 수집	영상 자료

2. 데이터 추출 및 처리

로그데이터는 두 가지 유형이 수집되었다. 하나는 GPS가 장착된 멀티캠코더에서 수집된 이동 로그이며, 다른 하나는 학생들이 현장체험학습을 하는 과정이 담긴 영상자료이다. 이동 로그는 실제 현장체험활동이 수행된 시간(time), 위도(latitude), 경도(longitude), 고도(altitude), 속도(speed), 경사(slope), 에리(eos) 등을 포함하고 있으며, .nmea 파일 형식으로 저장되었다. 영상자료는 .mp4 포맷으로 저장되며, 학생들의 현장체험학습 수행 장면, 음성, 그리고 시간 정보가 담겨있다. 영상자료는 이동 로그 데이터와 매칭하여 분석이 가능하다. 실제 현장체험활동이 이루어진 약 2시간 30분 동안 생성된 로그데이터는 총 31,329건이었다. 1건의 기준은 수집된 데이터의 각 레코드 수를 의미한다.

일반적으로 GPS를 통해 수집된 이동 로그는 초단위로 데이터가 수집되기 때문에 정보의 양이 많지만, 실질적으로 분석의 대상이 되는 정보를 가지고 있는 레코드 수는 매우 적으므로 분석 목적에 따라 방대한 로그 데이터 중에서 원하는 항목을 선택하여 분석하는 것이 중요하다. 수집된 이동 로그는 3단계의 데이터 처리과정을 반복 수행하여 정제하였다(표 2). 첫째, 멀티캠코더에서 수집된 로그데이터인 .nmea파일은 'GPS Visualizer' 프로그램을 통해 .txt 파일로 변환한 후, 엑셀 프로그램을 이용하여 .txt 파일을

.csv 파일로 변환하였다. 둘째, .csv 파일에서 필요한 분석 항목을 설정하고 데이터를 선별하였으며, 조사범위를 벗어나는 데이터나 오류 값이 있는 데이터는 제거하는 등의 전처리 작업을 수행하였다. 셋째, .csv 파일을 .shp 파일로 변환한 뒤, 공간정보의 경우에는 좌표계를 정의하고, 속성 정보의 경우 지오데이터베이스(GeoDataBase: GDB)에서 인식할 수 있도록 시간 필드를 날짜(yyyy-mm-dd hh:mm:ss) 포맷에 맞게 변환하였다. 마지막으로 데이터 변환과 처리가 완료된 데이터를 병합(merge)한 뒤 3D scatter plot, STP 등 3차원으로 시각화하였다.

3. 시공간 시각화

수집된 로그데이터는 각 팀별 이동 정보를 포함하기 때문에 STP방법으로 표현하였고, 시각화를 위해 오픈소스 프로그램인 R과 ArcScene 10.5를 사용하였다. 오픈소스 프로그램인 R 소프트웨어에서는 'scatterplot3d' 패키지를 활용해서 3D 형태의 포인트 매핑을 수행하고, 'rgl' 패키지를 활용하여 STP를 생성하였다. rgl 패키지는 기하학적 객체(cube 3d) 표현뿐 아니라 기본 그래픽(plot 3d)으로 3D 인터랙티브 시각화 기능을 제공한다. 출력은 OpenGL을 사용하는 화면 또는 WebGL, PLY, OBJ, STL은 물론, PNG, Postscript, SVG, 그리고 PGF를 포함한 2D 이미지 형식 및 다양한 표준 3D 파일 형식을 지원한다. 본 연구에서 활용

표 2. 데이터 처리 과정

	사용기기 및 SW	상세 내용
수집	캠코더, GPS	<ul style="list-style-type: none"> • GPS 데이터 (time, latitude, longitude, altitude, speed, slope, eos etc.) • 영상 데이터 (*.mp4)
	스마트패드, Collector forArcGIS	<ul style="list-style-type: none"> • 단순 관찰: 양동마을의 가옥의 변화 조사 • 탐구조사: 변해야할 것과 보존해야할 것(유형 및 무형 문화재 포함) 조사하기 • 인터뷰: 양동마을의 지속 가능한 발전에 대한 주민 인터뷰
변환	GPS Visualizer, EXCEL	<ul style="list-style-type: none"> • NMEA(GPS file) 데이터를 .TXT 파일로 변환 • .TXT 파일을 .CSV로 변환
	ArcMap 10.5	<ul style="list-style-type: none"> • (공간 분석이 가능한) .shp 파일로 변환 • 좌표계 정의 (공간 데이터의 경우) • 시간 포맷 (yyyy-mm-dd hh:mm:ss)으로 변환 (속성 데이터의 경우 GDB에서 시간 정보를 인식할 수 있도록 하기 위함)
처리	EXCEL, QGIS 2.18.11, ArcMap 10.5	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 선별: 필요한 데이터의 경우 선별 • 데이터 정제: 조사 범위를 벗어난 데이터, 오류 값이 있는 데이터 등 불필요한 정보는 제거
분석	R, ArcScene 10.5	<ul style="list-style-type: none"> • STP 생성 및 시각화

표 3. 시간간 시각화를 위한 소스코드

```

R-rgl, scatterplot 패키지

library(rgl)
library(scatterplot3d)

//Input spatio-temporal data
x <- longitude
y <- latitude
z <- time

//Visualize data multidimensionally
plot3d(x, y, z, xlab="Longitude", ylab="Latitude", zlab="Time", main="Fieldwork", type = "l", ticktype= "detailed", col=c(team), expand = 1.03)
scatterplot3d(x, y, z, xlab="Longitude", ylab="Latitude", zlab="Time", main="Fieldwork", mar = c(4,3,2,3), type = "p")
s3d$points(x,y,z, col=c(loc$team))

```

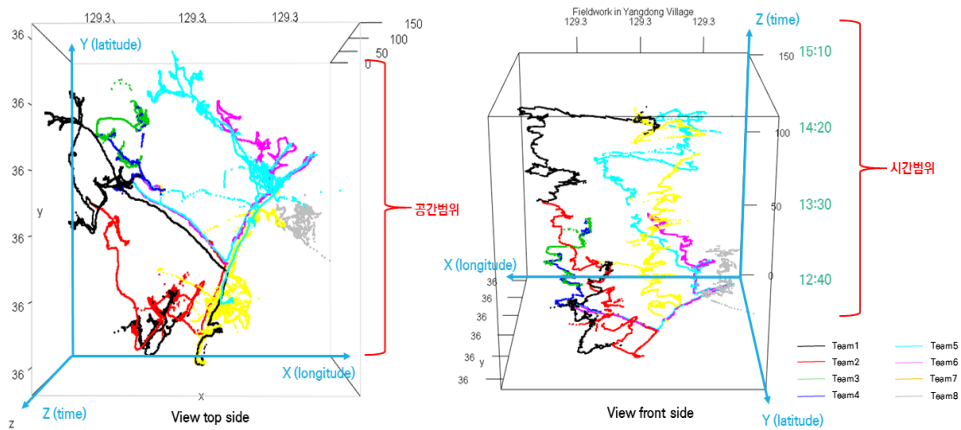


그림 2. 이동 로그의 STP 시각화 결과 - R

한 scatterplot3d와 rgl 패키지는 단순한 포인트 매핑 뿐 아니라 STP도 시각화할 수 있다. x, y, z 인수에 각각 경도, 위도, 시간 정보를 입력하고, scatterplot3d()와 plot3d() 함수를 수행한 뒤 이를 선형으로 변경하면 STP 형태로 시각화가 가능하다. 본 연구에서는 전처리 과정을 통해 시공간적으로 애러가 있는 데이터는 제거하고 시각화를 수행하였다. 사용한 소스코드는 다음과 같다(표 3).

이동 로그를 STP로 시각화한 결과는 그림 2와 같다. 색상은 각 팀별로 다르게 표현하였으며, x축은 경도, y축은 위도이며, z축은 시간 차원을 보여준다. 큐브의 가로, 세로는 공간 범위, 높이는 시간 범위이며, 큐브의 가장 상단으로 갈수록 최근 시간을 나타낸다. 왼쪽 그림은 윗면(top side)이고 오른쪽 그림은 앞면(front side)을 보여준다.



그림 3. 양동마을 조사 지역 내 4개 구역
(구역 A: 팀 1 & 팀 2, 구역 B: 팀 3 & 팀 4, 구역 C: 팀 5 & 팀 6, 구역 D: 팀 7 & 팀 8)

IV. 이동로그 시각화 및 특징 분석

조사 구역은 그림 3과 같이 4개로 나뉘었다. 하나의 구역을 두 팀이 나누어 탐구활동을 수행하였고, 팀 재량에 따라 한 구역을 두 개의 팀이 나누어 조사하거나 두 팀이 함께 전체 구역을 조사하였다. 조사 시작 지점은 구역 B의 무침당에서 시작했으며, 팀별로 각 구역으로 이동하여 탐구활동을 수행하였고, 탐구활동이 마무리된 뒤에는 구역 A와 D 사이의 양동마을 입구에 집합하였다.

각 구역별 팀의 이동을 STP로 시각화한 것은 그림 4와 같다. 그림 4의 왼쪽은 학생들이 입력한 조사 자료의 위치와 이동 로그를 2D로 표현한 것이며, 오른쪽은 이동 로그를 3D로 시각화한 것이다. 3D로 시각화한 결과에서는 2D에서 나타나지 않는 이동과 머무름의 패턴을 확인할 수 있다. 수직 방향으로 로그가 쌓이는 부분은 특정 지점에서 일정 시간 동안 머물렀음을 나타내는 것이다.

구역 A를 조사한 팀 1과 팀 2는 탐구활동 시작은 같은 지점에서 하였지만, 따로 이동하면서 조사한 것으로 나타난다. 시작 지점이 조금 다르게 나타나는 것은 로그데이터를 기록하는 GPS 장치가 위치를 인식하는데 조금 차이가 있었기 때문이다. 팀 1과 팀 2의 로그데이터가 기록된 이후 20~40분 사이에 다시 만나서 함께 이동 및 머무름의 패턴을 보이다가 다시 구역을 상하로 분할하여 탐구 활동을 한 것을 알 수 있다.

구역 B를 조사한 팀 3과 팀 4는 조사 시작과 끝이 비슷한 시공간 범위를 나타내며, 두 팀이 함께 머무른 지점들이 발견된다. 하지만 일부 구간에서는 서로 다른 형태의 패턴을 나타내고 있어 팀 3과 팀 4는 함께 이동을 하되 일부 구간에서 다른 지점으로 따로 이동하거나 머무르면서 관찰 활동을 하였음을 알 수 있다. 또한, 탐구활동 중간에 미니 캠코더의 배터리 소모로 GPS가 모두 기록되지 않아서 결과물 자료는 수집되었지만, 이동 로그가 모두 수집되지 않은 것을 알 수 있다. 구역 A와 마찬가지로 결과물 자료가 있는 부분에 로그데이터가 집중되는 경향이 있지만, 결과물 자료가 없는 곳에 로그데이터가 밀집되어 나타나는 부분도 있다.

구역 C를 조사한 팀 5와 팀 6은 똑같은 이동 패턴을 보이는 것을 알 수 있다. 특히 로그데이터가 기록되기 시작한 이후 50분 동안 함께 이동하며 관찰 활동을 하였음을 알 수 있다. 이후 팀 5는 구역 C의 북서쪽에 위치한 관찰 지점까지 모두 조사함으로써 팀 6에 비해 상대적으로 넓은 이동

범위를 나타내는 것을 알 수 있다. 팀 5와 팀 6도 대부분 결과물 자료가 있는 곳에 로그가 집중되어 있지만, 오른쪽 양동마을 큰 도로를 따라 결과물이 업로드 되지 않은 지점에도 이동 로그가 집중되는 곳이 일부 발견되었다. 구역 D를 조사한 팀 7과 팀 8은 서로 다른 시공간적 패턴을 보인다. 조사 구역을 좌우로 분할하여 관찰 활동을 하였으며, 팀 8의 경우 팀 7에 비해 조사활동을 수행한 시간적 범위가 작은 것을 알 수 있다.

V. 결론 및 논의

각 구역별 팀의 이동을 STP로 시각화하고, 분석한 결과 다음과 같은 특징이 있음을 알 수 있었다. 모바일을 활용한 현장체험학습 이동 로그를 통해 이동과 머무름의 패턴이 연속적으로 나타나며, 조사활동의 유형에 따라 머무른 장소와 시간이 다름을 확인할 수 있었다. 팀 1, 팀 2, 팀 3, 팀 4, 팀 8의 결과물 자료와 STP를 비교해보면, 단순 관찰 지점(가옥을 나타내는 핑크색의 폴리곤)에서는 이동 로그가 군집되어 보이지 않는 반면, 탐구 조사 지점(녹색 삼각형의 포인트)에는 상대적으로 이동 로그가 군집되어 나타나는 것을 알 수 있다. 또 다른 흥미로운 발견은 조사 지점이 아닌 위치에서의 이동과 머무름의 패턴이 보이는 곳이다. 팀 4의 경우 조사 지점의 위쪽 상단에 관찰 대상 지점에서 벗어난 곳인 큰길을 따라 머무른 지점이 보이며, 팀 5, 팀 6의 STP를 보면 조사 구역을 지나 다른 곳으로 이동했다가 다시 돌아오는 지점이 보이며 상당히 이동 로그가 밀집되어 있음을 알 수 있다. 관찰 지점 주변에서 머무름의 패턴이 보이는 경우 탐구활동을 수행한 것으로 파악되지만, 관찰 지점이 아닌 곳에서 머무름이 나타나는 경우 어떤 맥락에서 학생들이 머물렀는지 혹은 학생들의 탐구활동을 분산시키는 환경이 무엇인지에 대한 분석이 필요하다. 또한 관찰지점에서 머무름이 나타난 것에 대해서도 머무른 시간을 분석하여 탐구활동 문제의 난이도를 확인할 수도 있을 것으로 보인다.

본 연구는 수집된 모바일 로그데이터의 시공간 시각화를 통해 현장체험학습에서 이루어지는 팀별 이동 특징을 탐색하였고, 학생들이 업로드 한 결과물 자료와 비교분석을 통해 머무름이 있던 지점에서 관찰 또는 관찰 외 활동 여부를 확인할 수 있었다. 그러나 현장체험학습의 경우 공간 및 시간적으로 제한된 범위 내에서 이루어지는 활동이

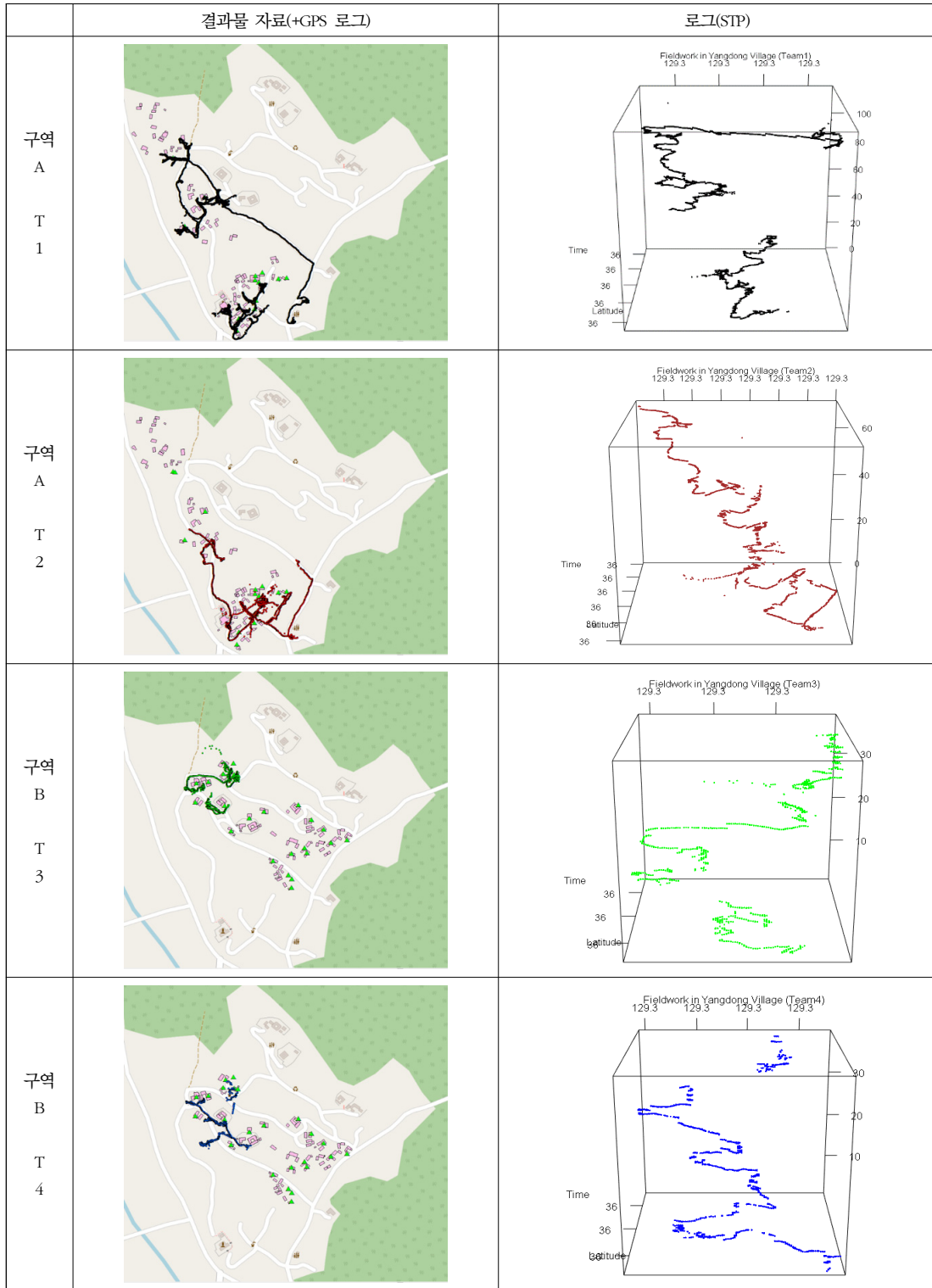


그림 4. 각 팀별 탐구자료 업로드 위치 및 이동 로그 시각화

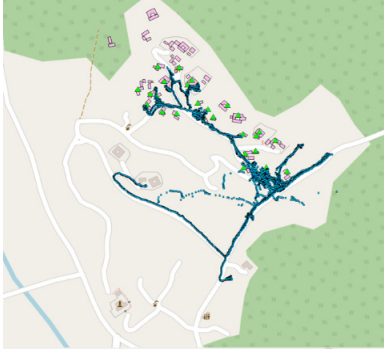
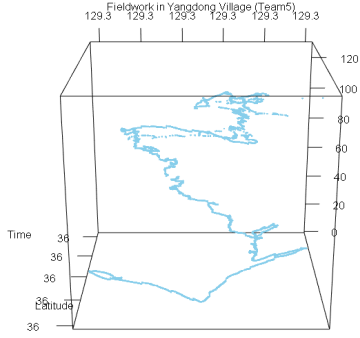
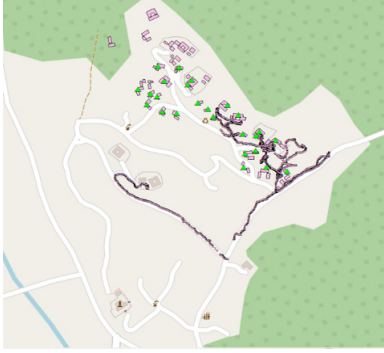
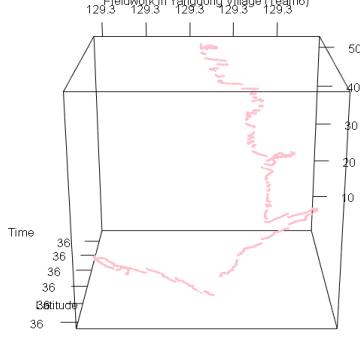
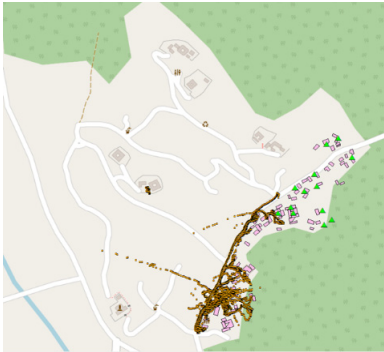
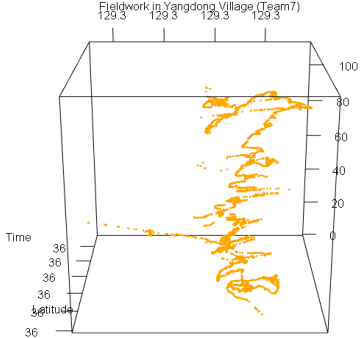
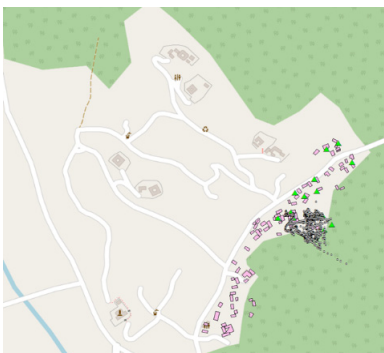
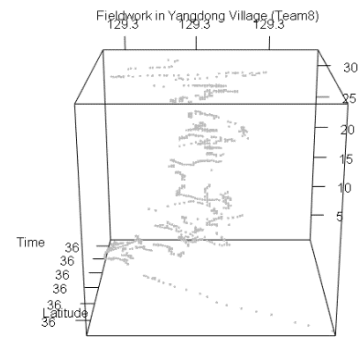
	결과물 자료(+GPS 로그)	로그(STP)
구역 C T 5		
구역 C T 6		
구역 D T 7		
구역 D T 8		

그림 4. 각 팀별 탐구자료 업로드 위치 및 이동 로그 시각화(계속)

기 때문에 시공간적 범위가 다양하게 나타나는 특징보다는 머무른 지점에서의 활동에 대한 분석이 추가로 요구되는 것을 알 수 있었다. 따라서 각 팀별 머무른 장소와 체류 시간, 그리고 머무른 장소에서의 주요 활동에 대한 추가 분석이 요구된다. 현장체험학습 조사활동 유형에 따라 시간적 범위 즉, 머무름의 정도가 다양하게 나타나고 이는 향후 교육 분야에서 현장체험학습을 위한 활동 자료를 개발하는데 활용될 수 있는 새로운 정보로 활용될 수 있다. 본 연구는 STP를 이용한 이동 로그의 시각화 및 특징 분석은 복잡한 구조를 가진 로그데이터를 다차원적으로 탐색하여 패턴을 발견하는 기초 자료로 활용할 수 있음을 확인할 수 있었고, 이는 다양한 유형의 로그데이터 분석에 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

註

- 1) 이종원·오선민 (2016)

참고문헌

- 강영옥·조나혜, 2015, “모바일 현장체험학습 저작도구 개발을 위한 기초연구,” 한국공간정보학회지, 23(3), 123-132.
- 손세린·강영옥, 2017, “서울시 여성운전자 교통사고의 시공간 특성 분석,” 한국지도학회지, 17(2), 89-98.
- 오진혁, 2011, “GIS를 활용한 시민공영자전거 통행패턴의 시공간적 분석 연구,” 한국지역지리학회 학술대회발표집, 97-99.
- 이종원·오선민, 2016, “모바일 테크놀로지 활용 탐구기반 야외조사활동의 설계와 적용: 경주 양동마을을 사례로,” 대한지리학회지, 51(6), 893-914.
- 조나혜·강영옥, 2016, “로그데이터의 시공간 데이터마이닝 및 시각화 연구동향,” 한국지도학회지, 16(3), 15-27.
- Butchart, B., Pope, A., King, M., Hamilton, G., Terzis, P., and Koutroumpas, M., 2013, Fieldtrip GB: Creating a Customisable Mapping and Data Capture App for the HIEFE Community, *Proceedings, GISRUK 2013*, Liverpool, United Kingdom.
- Cho, N. and Kang, Y., 2017, Space-time density of field trip trajectory: exploring spatio-temporal patterns in movement data, *Spatial Information Research*, 25(1), 141-150.
- Demšar, U. and Virrantaus, K., 2010, Space-time density of trajectories: Exploring spatio-temporal patterns in movement data, *International Journal of Geographical Information Science*, 24(10), 1527-1542.
- Fang, T.B. and Lu, Y., 2011, Constructing a near real-time space-time cube to depict urban ambient air pollution scenario, *Transactions in GIS*, 15(5), 635-649.
- Gatalsky, P., Andrienko, N., and Andrienko, G., 2004, Interactive Analysis of Event Data Using Space-time Cube, *Proceedings, 8th International Conference on IEEE*, July, 145-152.
- Giemza, A., Bollen, L., Seydel, P., Overhagen, A., and Hoppe, H.U., 2010, LEMONADE: a flexible authoring tool for integrated mobile learning scenarios, *Proceedings, Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education (WMUTE), 2010 6th IEEE International Conference*, 73-80. IEEE.
- Giemza, A. and Hoppe, H.U., 2013, Mobilogue-a Tool for Creating and Conducting Mobile Supported Field Trips, *Proceedings, 12th World Conference on Mobile and Contextual Learning*, 1-8.
- Kraak, M.J., 2003, The space-time cube revisited from a geovisualization perspective, *Proceedings, 21st International Cartographic Conference*, 1988-1996.
- Li, X., Han, J., Lee, J., and Gonzalez, H., 2007, Traffic density-based discovery of hot routes in road networks, *Advances in Spatial and Temporal Databases*, 441-459.
- Miller, H., 1991, Modelling accessibility using space-time prism concepts within geographical information systems, *International Journal of Geographical Information System*, 5(3), 287-301.
- Ostermann, F., 2010, Digital representation of park use and visual analysis of visitor activities, *Computers, Environment and Urban Systems*, 34(6), 452-464.
- Rinner, C., 2004, Three-dimensional Visualization of Activity-travel Patterns, *Proceedings, the Munster*

GI Days, 231-237.

Sim, S., Walker, W., Cook, J., Doyle, R., and Keys-Mathews, L., 2013, Exploratory Spatial-Temporal Visualization of Hurricane Impacts on Crime Events in Miami, Florida, *Proceedings, 26th International Cartographic Conference*.

교신 강영옥, 03760, 서울시 서대문구 이화여대길 52, 이화여자대학교 사회과교육과 지리전공(이메일 ykang@ewha.ac.kr)

Correspondence: Youngok Kang, Department of Social Studies, Ewha Womans University, 52 Ewhayeodae-gil, Seodaemun-Gu, Seoul 03760, Republic of Korea (Email: ykang@ewha.ac.kr)

투 고 일: 2018년 3월 27일

심사완료일: 2018년 4월 17일

투고확정일: 2018년 4월 18일