

# 도시 공간에서의 사회적 행위와 물리 센서 데이터 간의 상관관계 분석 - 북촌지역 사례연구

김세연<sup>o</sup>, 박기남, Gaurav Kalra, 이동만  
전산학부, 한국과학기술원  
{ ha7198ha, parkinam321, gvkalra, dlee }@kaist.ac.kr

## A Correlation Analysis between Physical Sensor Data and Social Activities – A Case Study for Bukchon District

Seyeon Kim<sup>o</sup>, Kinam Park, Gaurav Kalra, Dongman Lee  
School of Computing, KAIST

### 요 약

한 장소의 사회적 의미(Social meaning), 즉 장소성(Placeness)을 이해하는 것은 장소 내 사람들의 요구사항을 파악하고 양질의 서비스제공을 가능하게 한다. 현재 장소성은 축적된 소셜 미디어 데이터(Social media data)를 이용한 통시적인(Diachronic) 분석으로 도출되고 있다. 하지만 장소성 기반 서비스는 현재 발현되는 장소성에 맞는 서비스를 제공하는 것이 매우 중요하기 때문에 장소에서 어떤 일이 일어나는지 실시간으로 파악하는 것은 매우 중요하다. 이 논문에서는 명시된 사회적 행위(social activity)가 일어난 시점의 물리센서 데이터(Physical sensor data)를 분석하여 어떤 물리센서가 특정 사회적 행위에 민감하게(Sensitively) 응답(response)하는지 알아보고자 한다. 최종적으로 물리센서 데이터의 패턴을 통해 사회적 행위를 식별하고 실시간으로 장소성을 도출할 수 있는 Scheme 의 단초를 마련하고자 한다.

### 1. 서론

정보통신기술(ICT)의 발전은 공간에 대한 인식을 변화시켰으며 물리공간과 정보공간의 교차에서 발생하는 서비스를 점차 부각시키고 있다. ‘Sense of place’[1]로 정의되는 장소성(Placeness)은 그 장소의 사회적 의미를 의미하며, 공간 기반 서비스의 핵심적 요소로서 많은 연구가 이루어지고 있다. 장소성을 식별하려면 그 장소에서 어떤 사회적 행위(Social Activity)가 벌어지고 있는지에 대한 분석과 이해가 동반되어야 하는데, 이를 위해 Instagram, Facebook 과 같은 소셜 미디어(social media)를 이용한 장소성 분석이 이루어지고 있다.

지오태그된(Geo-tagged) 소셜 데이터는 게시물의 타임스탬프(timestamp)와 이미지, 텍스트와 같은 풍부한 정보를 제공하기 때문에 특정 장소, 특정 시간대에 무엇이 일어나는지 분석하기에 좋다. 축적된 소셜 데이터의 통시적(Diachronic) 분석을 통해 특정 장소 장소성을 판단하거나[2], 장소성이 어떤 형태의 다형적 특성(Polymorphism)을 띄고 있는지[3] 알 수 있으며, 축적된 소셜 데이터를 통해 다음 장소성을 예측하는 연구[4] 또한 이루어지고 있다.

하지만 소셜 데이터를 통한 분석은 명확한 한계를 지니고 있다. 사람들이 게시물을 올리는 시점은 사람, 플랫폼 별로 제각각이다. 따라서 소셜 데이터의 타임스탬프는 특정 사회적 행위가 일어난 시점과 짧게는 몇 분, 길게는 몇 시간의 차이를 가진다. 또한 통시적 분석으로 도출된 여러 장소성 중 현재 어떤 장소성이 가장 활성화되는지 판별하기 어렵다. 우리는 이 한계를 실시간 스트림 데이터(live stream data)를 제공해주는 여러 물리센서(Physical sensor)로 보완할 것이다.

물리센서는 장소에서 일어나는 여러 실마리(clue)를 포착하여 실시간으로 신호를 전달할 수 있다. 따라서 물리센서 데이터를 사용하여 사회적 행위와 소셜 미디어 사이의 시차문제를 해결할 수 있다. 하지만 현재 어떤

장소성이 가장 활성화되어 있는지 식별하기 위해서는 물리센서 데이터의 신호에 대한 심층적인 분석이 선행되어야 한다. 따라서 장소에서 일어나는 각 사회적 행위가 어떤 데이터 패턴과 유의미한 상호관계(correlation)를 갖는지 알아보아야 한다.

이 논문에서의 도전과제는 2 가지이다. 1) 특정 사회적 행위에 대해 어떠한 물리센서가 민감하게 응답하는지, 2) 응답한 물리센서의 패턴이 사회적 행위 내 어떤 상황을 표현하고 있는지 이다. 이를 통해 물리센서 데이터로부터 사회적 행위를 식별하고 실시간으로 장소성을 도출할 수 있는 Scheme 의 실마리를 마련하고자 한다.

### 2. 실험 장소 및 사용 데이터



[그림 1] 북촌 한옥마을을 일대와 안국역 및 CCTV 센서의 위치

본 논문에서의 실험 장소는 북촌 한옥마을이다. 경복궁과 창덕궁 사이에 위치한 북촌은 전통 한옥이 잘 보존된 구역으로, 골목길을 따라 상점을 비롯한 문화시설, 공공시설 등이 밀집된 서울시 도보 관광코스 중 하나이다[7]. 또한,

북촌 한옥마을은 약 3,000 여 명의 시민들이 거주하고 있으며, 덕성여자중학교, 풍문여자고등학교 등의 교육시설들이 있다.

데이터는 ‘서울열린데이터광장’(<http://data.seoul.go.kr>)에서 제공하는 개방데이터를 참고하였다. 수집한 데이터는 북촌 한옥마을의 초입인 안국역의 ‘지하철 일별 시간별 승하차 인원 정보’와 북촌 한옥마을 일대 지능형 CCTV 가 분석한 ‘서울시 북촌 CCTV 유동인구 수집 정보’가 있다. 안국역은 상업 및 관광지로서 분류되고 있으며[5], CCTV 는 Human understanding 에 대한 풍부한 정보를 제공할 수 있다[6]. 따라서 북촌 내 사회적 행위를 잘 반영할 수 있으므로 채택되었다.

안국역과 CCTV 3 대의 위치는 [그림 1]과 같다. 안국역은 북촌 진입을 위한 핵심지역으로서 북촌에 얼마나 유입되거나 유출되는지 알 수 있다. 사람들은 북촌 한옥마을로 가기 위해 안국역에서 가까운 골목으로 진입하는데[7], CCTV1 과 CCTV4 는 북촌 한옥마을로 향하는 길목에 설치되어 있으며 특히 CCTV4는 한옥마을의 직접적인 진입로에 설치되어 있다. CCTV3 은 삼청동 카페 거리 초입에 위치하고 있으며, 북촌 한옥마을에서 삼청동, 인사동까지 이어지는 도보 관광[7]의 유동인구를 파악하고 있다.

### 3. 사회적 행위(Social Activity)

관찰할 사회적 행위는 북촌 내 출퇴근 및 등하교, 관광, 그리고 관광객 반대 집회이다. 앞선 2 에서 설명한 바와 같이 북촌은 관광지임과 동시에 거주지이며, 상업 및 교육 시설이 분포하고 있다. 따라서 우리는 북촌 한옥마을의 장소적 특징에서 비롯된 출퇴근 및 등하교, 관광, 그리고 관광객 반대 집회를 채택하였다.

우선 출퇴근 및 등하교를 보면, 출근은 보통 주중 오전 7 시~9 시 사이에 일어나고 퇴근은 오후 6 시경에 일어난다. 주중에는 거주민들의 출퇴근과 동시에 북촌 시설종사자들의 출퇴근이 이루어지며 주말에는 북촌 시설종사자들의 출퇴근이 주로 이루어진다. 등교 또한 출근과 비슷한 시간대에 나타나며 하교는 중학교와 고등학교의 차이로 인해 복합적으로 일어난다.

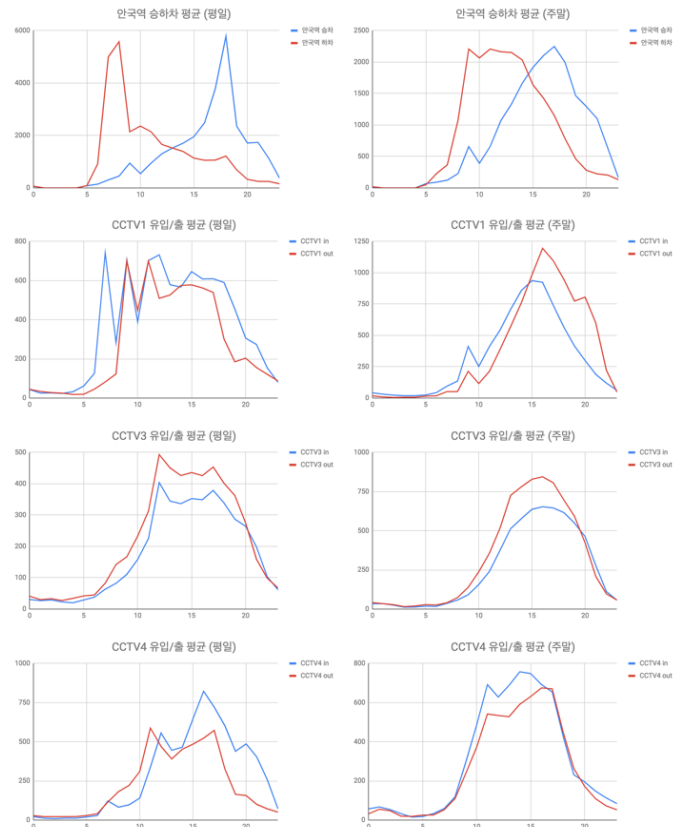
두 번째는 북촌 한옥마을에서의 관광이다. ‘구글 방문자 데이터’(<https://tinyurl.com/ycrxw2xz>)를 통해, 관광은 주로 오전 9 시와 오후 4 시 사이에 일어나며 주중, 주말에 관련 없이 많은 인구가 왕래하는 것을 확인할 수 있었다. 방문객들은 보통 당일 여행으로 북촌 한옥마을을 방문하며[8], 약 2 시간 정도 관광한다[7]. 한옥마을에서 시작해 삼청동을 지나 인사동까지 이어지는 코스는 주목받는 관광 코스이며[7] 많은 사람이 이용하고 있다.

마지막은 북촌 내 집회이다. 북촌 주민들은 올해 4 월 28 일부터 7 월 14 일까지 관광객 반대 집회를 열었다. 정확히 한옥마을의 진입로인 돈미약국 앞에서 집회하는 모습을 관련 기사를 통해 확인할 수 있으며 이로 인해 관광객들은 한옥마을 진입에 불편함을 느끼고 있다.

### 4. 사회적 행위(Social activity)에 따른 물리센서 데이터 분석

#### 4.1 출퇴근 및 등하교

평일과 주말의 시간대별 평균치는 [그림 2]와 같다. 안국역의 경우, 평일에는 대략 오전 7 시와 8 시 사이에 많은 하차가 일어나고 오후 6 시경에 많은 승차가 이루어진다. 반면, 주말에는 거주민들의 출근은 일어나지 않으나 관광객들의 유입 때문에 오전 9 시부터 오후 2 시까지 높은 수치를 보인다.



[그림 2] 평일과 주말의 시간대별 센서 변화

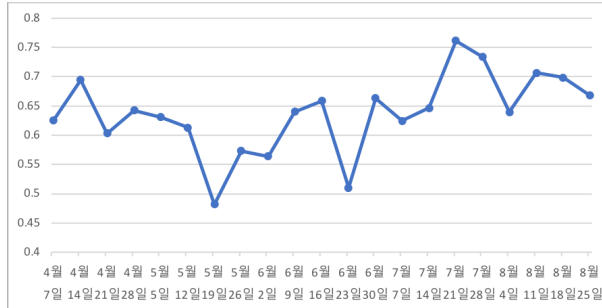
CCTV1의 경우, 평일에는 오전 7시에 많은 인구가 유입되는 반면 유출되지는 않는다. CCTV1의 위치가 덕성여자고등학교 및 중학교의 통학로에 있으므로 다음 패턴이 등교에 응답한 패턴임을 알 수 있다. 오전 8시는 거주민들의 출근과 북촌 시설종사자들의 출근이 동시에 일어나기 때문에 인구의 유입과 유출이 같이 그래프에 나타난다. 하교는 중학교, 고등학교에 따라 분산되므로 그래프에서 명확한 형태로 표현되지 않는다. 주말에는 북촌 시설종사자들의 출근이 오전 8시 CCTV1에서 유출보다 많은 유입이라는 형태로 나타났다.

CCTV3과 CCTV4의 경우는 설치된 위치가 관광 코스에 인접해 있으므로 출퇴근 및 등하교 시간에 따른 인구 유동에 큰 영향을 받지 않는다

#### 4.2 관광

[그림 2]에서 관광 시간대의 안국역 승하차 데이터를 보면 평일과 주말은 해당 사회적 행위에 대해 비슷한 양상을 보인다. 오전 10 시부터 오후 4 시까지 하차는 줄어 들고 승차는 늘어나는데, 이는 방문객들이 북촌 한옥마을을 보통 2 시간 정도 관광하고 떠나는 패턴을 반영한다. 안국역 승하차 데이터에서 평일은 주말보다 비교적 덜 활성화되는데 이는 앞서 4.1 에서 확인한 출퇴근 및 등하교에 대한 응답이 비교적 민감하게 확인되기 때문이다.

CCTV3 과 CCTV4 는 다른 시간대보다 오전 10 시와 오후 4 시 사이의 인구 유동량이 평일과 주말 모두 활성화된다. 따라서, CCTV3 과 CCTV4 가 관광에 대해 더 민감한 응답을 보임을 알 수 있다. 반면, 북촌 한옥마을 관광은 주변 관광지와의 이동 교류가 많기 때문에 북촌 한옥마을의 진입 구간인 안국역과 CCTV1 의 데이터보다 CCTV3 과 CCTV4 가 민감한 응답을 보인다.



[그림 3] 전체 한옥마을 유입 대비 CCTV4 구역의 유입

세부적으로, CCTV3 은 다른 CCTV 들과 다르게 유입보다 유출이 많다. 특히 오후 12 시에서 오후 4 시 사이에는 유출이 유입보다 많은데, 이는 삼청동 카페 골목과 인사동으로 가는 일련의 패턴을 반영하고 있다.

CCTV1 과 CCTV4 는 오전 11 시를 기점으로 평일에 인구 유입이 유출보다 더 많아짐을 확인할 수 있다. 이는 오후 4 시까지 지속하며, 이후로 유입이 감소한다. 이는 주말에서도 비슷한 경향을 보인다.

#### 4. 집회

집회가 열리는 돈미약국 앞은 한옥마을로 들어가는 대표적인 골목으로 많은 사람이 통행한다. 하지만 집회는 돈미약국 골목을 막아 사람들의 진입을 어렵게 하고 이는 CCTV4 가 위치한 돈미약국으로의 유입을 적어지게 만들었다. [그림 3]은 4 월부터 8 월까지의 매주 토요일에 관측된 전체 한옥마을 유입 대비(CCTV1, CCTV4) 돈미약국방향(CCTV4) 유입 비율이다. 4 월 28 일을 기점으로 CCTV4 를 지나가는 사람의 비중이 줄어듦(대체로 0.65 이하의 비율을 유지하고 있음)을 그림 3 에서 관측할 수 있다.

#### 5. 결론 및 향후 연구

본 연구는 북촌 한옥마을에서의 다양한 사회적 행위(Social activity)에 대해 각 물리센서들이 어떻게 응답하는지 확인할 수 있었다.

- 출퇴근 및 등하교에 대해 안국역과 CCTV1 데이터가 민감하게 응답하였다. 안국역은 북촌으로의 전체적인 유입과 유출을 잘 나타내었고, CCTV1 는 한옥마을의 진입로이자 학교 통학로로서 학생들의 등교나 북촌 시설종사자들의 출근 등 세부적인 사회적 행위를 판별하기에 유효했다. CCTV1 에서 얻은 결과는 그 지역이 어떤 장소인지에 대한 깊은 이해가 토대가 되어야 하므로, 장소의 역할을 이해하는 것이 데이터 분석에 매우 중요함을 시사한다.
- 관광에서는 북촌 한옥마을 내부의 CCTV3, CCTV4 에서 많은 인구 유동을 확인할 수 있었다. CCTV3과 CCTV4의 경우 평일, 주말 모두 관광 시간대에 인구 유동량이 급격히 많아졌으며, 특히 CCTV3 은 관광객들의 관광 이동 경로를 세부적으로 판단하는데 유효했다. 관광객들이 북촌 한옥마을과 더불어 삼청동 및 인사동을 관광하는 행위에 대해, 안국역이나 CCTV1 보다 한옥마을 내부의 CCTV4 나 삼청동과 인사동으로 향하는 길목에 설치된 CCTV3 가 민감한 응답을 보였다. 또한, 안국역 지하철 승하차 데이터는 대략 오후 1 시에서 2 시 사이에 하차가 많았던 형태에서 승차가 더 많아진 형태로 변화되는 양상을 보였다.
- 돈미약국 앞 집회는 하나의 물리센서 만으로는 포착하기 어려웠다. 한옥마을로의 전체 유입을 대변하는 CCTV1 과

CCTV4 대비 CCTV4 의 유입을 따져 집회에 응답하는 센서들을 포착할 수 있었다. 따라서 물리센서들의 간단한 조합이 집회에 민감하게 응답하였다. 집회에서 도출된 결과는 하나의 물리센서에서 나오는 절대적인 값만으로는 유의미한 정보를 얻기 어렵다는 점을 시사한다.

집회에서 도출된 결론은 물리센서들의 조합이 단일 센서보다 더 유효하게 응답(response)할 수 있다는 가능성을 보였다. 각 센서가 얼마나 유기적으로 연결되어 있는지, 각 사회적 행위에 따라 어떤 물리센서를 조합해 모델을 구성해야 하는지에 대한 연구가 필요하며 더욱 유효한 응답을 기대할 수 있다.

북촌에서 얻은 결과를 토대로 홍대, 가로수길 같은 다른 지역에서의 일반화 또한 매우 중요하다. 각 장소의 특성과 각 물리센서의 역할을 일반화하여 장소에 따른 유연한 이식을 가능하게 하는 것이 주요한 연구가 될 것이다.

#### 6. 사사 문구

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW 중심대학사업의 연구결과로 수행되었음”(2016-0-00018)

“본 연구는 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술연구진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임” [2017-0-00537, 공간지능을 위한 IoT 사물간 자율협업 기술 개발]

#### 7. 참고문헌

- [1] Harrison, S., & Dourish, P. (1996, November). Re-place-ing space: the roles of place and space in collaborative systems. In Proceedings of the 1996 ACM conference on Computer supported cooperative work (pp. 67-76). ACM.
- [2] Gaurav Kalra, Minh Nguyen, Wondeuk Yoon, Dongman Lee, Daeyoung Kim, "Location Digest: A placeness service to discover community experience using social media", The 4th IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Kansas City, USA, Sep. 16-19, 2018
- [3] Minsang Yu, Gaurav Kalra, Dongman Lee, Meeyoung Cha, Daeyoung Kim, "Ballparking the Urban Placeness: A Case Study of Analyzing Starbucks Posts on Instagram", The 10<sup>th</sup> international Conference on Social Informatics (SocInfo2018), St.Petersburg, Russia, Sep 25-28, 2018
- [4] Ni, Ming, Qing He, and Jing Gao. "Forecasting the subway passenger flow under event occurrences with social media." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 18.6 (2017):1623-1632.
- [5] Kim, M. K., Kim, S. P., Heo, J., & Sohn, H. G. (2017). Ridership patterns at subway stations of Seoul capital area and characteristics of station influence area. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21(3), 964-975.
- [6] Buch, N., Velastin, S. A., & Orwell, J. (2011). A review of computer vision techniques for the analysis of urban traffic. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12(3), 920-939.
- [7] 윤희정, 박미현. (2014). GPS 기반 스마트폰 어플리케이션과 QGIS 를 이용한 북촌 도보관광자의 시,공간 이동밀도 및 체류특성. *관광학연구*, 38(9), 57-77.
- [8] 이후석. (2011). 관광객의 고유성 인식 수준에 따른 관광-체험 차이 연구 -서울 북촌을 방문한 외래객을 사례로-. *관광학연구*, 35(2), 11-27.