

# 이동 경로 예측을 위한 의미 있는 장소 추출 방법

김재광\*, 이승훈\*\*, 이지형\*

\*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

\*\*MDS 테크놀로지(주)

e-mail: linux@ece.skku.ac.kr, reinblame@skku.edu, jhlee@ece.skku.ac.kr

## Meaningful Location Extraction Method for User Path Prediction

Jaekwang Kim\*, Seunghoon Lee\*\*, Jee-Hyong Lee\*

\*Dept of Electronic Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

\*\*MDS Technology

### 요 약

최근 모바일 기기 보급의 확산과 관련 기술의 발전으로 인해 사용자의 편의를 제공하는 다양한 서비스들이 제공되고 있다. 이러한 서비스 중에서 대표적인 것으로 사용자의 이동 경로를 파악하고 예측하여 알맞은 위치기반서비스(Location-based Service; LBS)를 제공하는 것이다. 위치기반서비스를 제공하기 위한 가장 핵심 기술은 사용자의 이동 경로를 파악하는 것인데, 기존의 이동 경로 파악 기술은 이전의 이동 경로 자료를 기반으로 현재 이동 경로를 유추하였다. 그러나 이전의 이동 경로 자료가 점점 증가함에 따라 방대한 자료를 보관하고 가공하는데 많은 비용이 발생하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 이동 경로를 예측하기 위한 방법으로 사용자가 일정 지점에 머무는 시간 정보, 이동 거리 그리고 다른 사용자와의 소통 정보를 활용한다. 이 정보들을 활용하여 사용자에게 의미 있는 장소를 추출하고 이를 기반으로 사용자의 이동 경로를 예측할 때, 기존 방법과 비교하여 적은 비용으로 효과적인 경로 예측을 할 수 있다.

### 1. 서론

오늘날 스마트폰 등의 개인 모바일 기기에는 다양한 센서들이 장착되어 있는데, GPS, 무선랜, 블루투스 등의 기술을 통해 모바일 기기의 위치를 파악하는 것이 가능하다. 이러한 모바일 기기를 통하여 사용자의 현재 위치를 파악하는 것은 물론이고, 과거의 위치와 이동 경로의 기록이 가능하다. 최근에는 이러한 과거의 이동 경로 자료를 기반으로 사용자의 이동 경로를 예측하는 기술이 연구되고 있으며 이러한 기술을 기반으로 사용자의 위치에 알맞은 서비스를 제공하는 위치기반서비스(Location-based Service; LBS)가 활발히 진행 중이다[1].

이와 같이 위치기반서비스를 하는 데에 가장 핵심적인 기술은 바로 사용자의 이동 경로를 올바르게 파악하고 이를 기반으로 사용자의 이동 경로를 예측하는 것이다. 기존에는 이와 같이 사용자의 이동 경로를 예측하기 위하여 사용자의 과거 이동 경로 자료를 기반으로 현재 가장 유사한 이동 경로를 보이는 과거 이동 경로를 찾고 이동 경로를 예측하였다[1]. 그러나 이와 같은 접근의 한계는 방대

한 자료의 저장과 가공에 많은 비용이 소요된다는 사실이다. 과거 기록을 저장하기 위한 저장 공간, 저장된 과거 자료에서 유사 자료를 검색하는데 드는 검색 시간 등의 비용이 시간의 지남에 따라 선형적으로 증가하는 것은 실제 서비스를 제공하기 위해서는 반드시 해결해야 할 문제이다[3][4]. 사용자의 위치 정보 중 대표적인 GPS 정보의 경우 단일 사용자의 단일 이동 경로를 저장하는데 평균적으로 10,000개 이상의 GPS 좌표 정보를 저장한다[5]. 이러한 과거 이동 경로 정보를 시간에 따라 누적하는 데는 상당한 비용이 소모된다[5][6]. 다만 기존의 연구에서는 의미 있는 장소를 추출할 때에 단순히 사용자가 머문 시간만을 고려하여 결정하였기 때문에 실제로 경로 파악에 중요한 장소를 찾기에는 어려움이 있었다.

본 논문에서는 이동 경로 예측을 위하여 사용자의 이동 경로 파악에 의미 있는 장소를 추출하기 위하여 사용자의 행동 기록으로부터 의미 있는 장소를 추출하는 방법을 제안한다.

## 2. 의미 있는 장소 추출 방법

의미 있는 장소를 추출하기 위하여 세 가지 단계를 거친다. 첫째는 상호 작용 정보를 이용하여 근접도를 계산한다. 다음으로는 GPS 기록을 이용하여 사용자의 머무는 시간을 계산한다. 마지막으로 근접도와 머무는 시간을 이용하여 점수를 계산한 후, 점수의 순위에 따라 의미 있는 장소를 추출한다. 세부적인 내용은 다음과 같다.

### 2.1. 상호 작용 정보를 이용한 근접도 계산

상호 작용 정보를 이용하여 근접도를 계산하기 위하여 사용자의 주위에 있는 사람들을 인지하는 과정이 필요하다. 그런데 사용자 주위의 사람들을 인지하는 것은 사회 연결망적 근접도(social proximity)와 물리적 근접도(physical proximity)가 있다. 본 방법에서는 사용자( $u$ )에 대한 근접도를 식 (1)과 같이 계산한다.

$$totalproximity(u) = socialproximity(u) + physicalproximity(u) \quad (1)$$

사용자  $u$ 의 사회 연결망적 근접도는 사용자  $u$ 의 총 통화 시간, 통화 횟수, SMS 횟수와 주소록에 저장된 번호인지의 여부를 고려하여 계산한다. 사용자  $u$ 의 물리적 근접도는 블루투스를 통해 연결되는 횟수, 시간과 연결된 블루투스 MAC 주소가 주소록에 저장된 것인지 여부를 고려하여 계산한다.

### 2.2. GPS 기록을 이용한 머무는 시간 계산

GPS 기록을 사용하여 특정 사용자가 같은 장소에 있는 시간을 특정 장소의 머무는 시간(staytime)으로 정의한 후, 이를 계산한다. 그림 1은 특정 장소에 머무는 시간을 계산하는 예를 보인다.

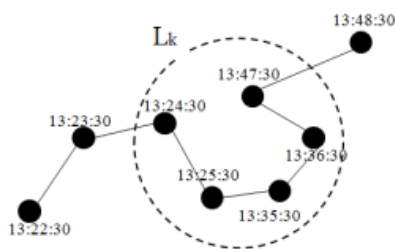


그림 1. 머무는 시간의 계산 예

### 2.3. 근접도와 머무는 시간을 이용한 의미 있는 장소 추출

근접도와 머무는 시간을 이용하여 의미 있는 장소를 추출하기 위해 각 장소의 점수를 계산한다. 사용자( $u$ )에 대한 특정 장소( $L$ )의 의미 있는 장소 점수 계산식은 식 (2)가 보이는 바와 같다.

$$locationscore(L) = W * staytime(L) + (1 - W) * \sum totalproximity(u) \quad (2)$$

의미 있는 장소 점수를 계산하는 두 요소는 머무는 시간과 근접도이다. 이때 두 요소의 영향은 가중치  $W$ 를 이용하여 계산한다. 실험에서  $W$ 는 0.5를 사용하였다.

## 3. 이동 경로 요약

2장에서 말한 바와 같이 의미 있는 장소만을 이용하여 이동 경로를 요약할 수 있다. 그림 2는 의미 있는 장소를 이용하여 이동 경로를 요약한 것을 보인다.

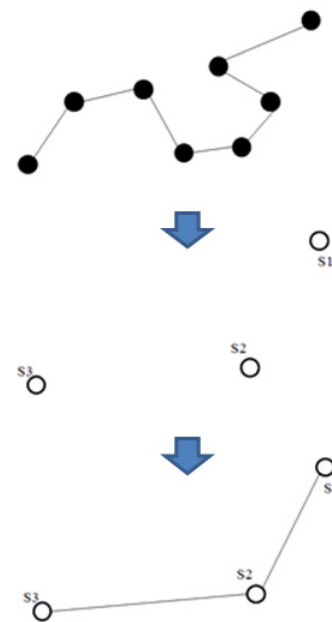


그림 2. 이동 경로 요약의 예

## 4. 실험

의미 있는 장소를 추출하고 이를 기반으로 이동 경로를 요약한 결과를 가지고 제안된 방법이 얼마나 효율적인지 이동 경로 예측에 적용하였다. 이동 경로 예측 방법은 T Yoon이 제안한 방법을 사용하였다[6].

그림 3은 제안 방법과 기존의 방법을 이용하여 사용자의 이동 경로를 예측 만족도를 비교한 결과이다. 총 5명의 서로 다른 사용자로부터 필요 자료를 수집하여 각각의 방법으로 이동 경로를 예측하여 추천한 후, 만족도를 5점 척도로 측정하였다. 점수가 5점에 가까울수록 사용자에게 추천된 예측 경로가 만족스러움을 나타낸다.

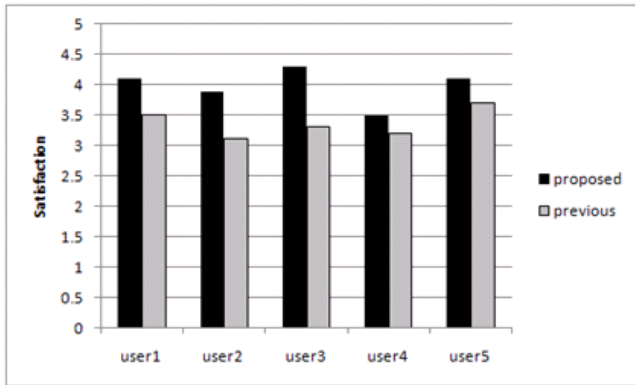


그림 3. 제안 방법과 기존 방법의 예측 만족도 비교 결과

그림 3이 보이는 바와 같이 5명의 사용자 모두에게서 제안 방법이 보이는 예측 만족도가 더 높게 나타났다. 이는 기존 방법이 모든 장소에 같은 중요도를 두고 추천을 하였기 때문에 잘못된 장소를 추천할 수 있는 반면 제안 방법에서는 의미 있는 장소를 추출하는 단계에서 이러한 오류를 많이 줄여 더 만족도 높은 추천을 한 것으로 분석할 수 있다.

## 5. 결론

본 논문은 사용자의 실생활 자료를 수집하여 이동 경로 예측을 하며 위치기반서비스(LBS)에 이용하고자 할 때, 사용자의 의미 있는 장소를 추출하므로 보다 정확한 이동 경로 추천을 하는 방법을 제안한다. 향후 제안 방법이 기존의 방법에 비하여 비용 면에서도 효율적임을 검증하는 추가적인 연구를 수행할 예정이다.

## 감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [KI001810041244, 스마트TV 2.0 소프트웨어 플랫폼]

## 참고문헌

- [1] G. Gok and O. Ulusoy, "Transmission of continuous query results in mobile computing systems," *Information Sciences*, vol.125, no.1-4, pp. 37-63, 2000.
- [2] Y. Saygin and O. Ulusoy, "Exploiting data mining techniques for broadcasting data in mobile computing environments," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 14, no. 6, pp. 1387-1399, 2002.
- [3] A. Aljadhari and T. F. Znati, "Predictive mobility support for QoS provisioning in mobile wireless environments," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 19, pp. 1915-1930, 2001.
- [4] J. Yang, W. Wang and P. S. Yu, "InfoMiner+: Mining Partial Periodic Patterns with Gap Penalties," *Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Data Mining*, p.725, 2002.
- [5] Y. Chen, K. Jiang, Y. Zheng, C. Li and N. Yu, "Trajectory simplification method for location-based social networking services," *Proceedings of the International Workshop on Location Based Social Networks*, pp. 33-40, 2009.
- [6] T. Yoon and J.-H. Lee, "Representative Path Selection for Goal & Path Prediction," *IEICE TRANSACTIONS on Communications*, vol. E91-B, pp. 3516-3523, 2008.