

# 소셜 네트워크에서 모바일 사용자 이동 패턴을 이용한 친구 추천 기법

## Friend Recommendation Scheme Using Moving Patterns of Mobile Users in Social Networks

복경수, 서기원, 임종태, 유재수  
충북대학교 정보통신공학부

Kyoungsoo Bok(ksbok@chungbuk.ac.kr), Kiwon Seo(seokyle@naver.com),  
Jongtae Lim(efzotz@gmail.com), Jaesoo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)

### 요약

정보 기술의 발전 및 스마트 기기의 활성화로 인해 소셜 네트워크 서비스의 사용자 수가 기하급수적으로 증가하고 있다. 이러한 소셜 네트워크 서비스에서 사용자의 성향을 파악하고 유사한 사용자를 추천하는 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 모바일 사용자의 이동 패턴 분석을 통해 유사한 성향을 가지는 소셜 네트워크 친구를 추천하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 사용자의 정확한 성향을 판별하기 위해 동행인 여부, 방문 시간이 짧은 궤적, 반복적으로 나타나는 궤적을 고려하여 의미 없는 궤적을 제거한다. 의미 있는 궤적 정보만을 이용하여 사용자 사이의 유사도를 계산하여 유사한 성향을 가지는 사용자를 친구를 추천한다. 성능 평가를 통해 제안하는 기법이 기존 기법에 비해 성능이 우수함을 보인다.

■ 중심어 : | 친구 추천 | 이동 패턴 | 소셜 네트워크 | 모바일 네트워크 |

### Abstract

With the development of information technologies and the wide spread of smart devices, the number of users of social network services has increased exponentially. Studies that identify user preferences and recommend similar users in these social network services have been actively done. In this paper, we propose a new scheme to recommend social network friends with similar preferences through the moving pattern analysis of mobile users. The proposed scheme removes the meaningless trajectories via companions, short time trajectories, and repeated trajectories to determine the correct user preference. The proposed scheme calculates user similarity using the meaningful trajectories and recommends users with similar preferences as friends. It is shown through performance evaluation that the proposed scheme outperforms the existing schemes.

■ keyword : | Friend Recommendation | Moving Pattern | Social Network | Mobile Network |

## I. 서론

사용자 간의 의사 소통과 정보 공유에 대한 욕구가

증가함에 따라 소셜 네트워크 서비스(Social Network Service : SNS)가 폭발적인 성장을 하게 되었다[20]. 소셜 네트워크 서비스는 사용자들 사이의 인적 네트워크

\* 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학CT연구센터육성 지원사업(IITP-2015-H8501-15-1013), 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2013R1A2A2A01015710), 2015년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 에너지인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다.(No. 20144030200450)

접수일자 : 2015년 11월 16일

수정일자 : 2016년 01월 19일

심사완료일 : 2016년 01월 19일

교신저자 : 유재수, e-mail : yjs@chungbuk.ac.kr

를 통해 상호 정보를 교환한다. 특히, GPS가 장착된 스마트폰 기기의 대중화로 인하여 위치 기반 서비스(Location Based Service : LBS)을 결합한 모바일 소셜 네트워크 서비스가 활성화되고 있다[1-4]. 소셜 네트워크 서비스에서 추천 서비스는 다양한 정보를 사용자에게 제공한다.

친구 추천 서비스는 자신과 유사한 성향을 갖거나 관심사가 비슷한 사용자들을 찾기 위해 사용된다[21]. 대부분의 기존 친구 추천 기법은 사용자의 프로필을 이용하거나 친구의 친구와 같이 온라인상의 관계를 통해 친구를 추천한다. 모바일 네트워크 환경의 발전과 함께 위치 기반 서비스가 주목 받게 되면서 사용자의 이동 궤적 정보를 추출하여 사용자의 성향을 파악하는 것이 가능하게 되어다[5][6]. 이동 궤적을 이용한 추천 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 궤적에서 의미 있는 정보를 추출하고 추출된 정보들 사이에 유사성을 비교하는 기법이 필요하다. 기존 연구에서는 궤적의 유사성을 비교하기 위한 패턴 매칭 기법[8-11]이나 클러스터링 기법[12-15]이 사용되었다.

유사한 사용자를 추천하기 위해서는 사용자의 성향을 정확하게 판별하는 것이 매우 중요하다. 이러한 성향을 생성하는 방법은 크게 명시적인 방법과 암시적인 방법으로 구분된다. 명시적인 방법은 장소에 대해 특정 평점을 부여하여 사용자가 평가한 점수를 이용하거나 체크인을 통하여 사용자의 성향을 추출하는 것이다. 암시적인 방법은 사용자가 특정한 장소에 많이 간 경우 해당 장소에 대한 선호도가 높다고 판별한다. 암시적인 방법을 이용한 추천 기법들은 사용자의 궤적, 장소에 방문한 횟수, 장소간의 상관성, 추천 대상과의 거리 등을 고려하여 대상을 선별한다. 궤적 정보를 이용하여 동행인을 판별하고 각 사용자별 이동 궤적을 분석하여 사용자의 성향을 파악하는 기법이 제안되었다[7]. [18]에서는 사용자의 이동 궤적 정보를 이용하여 세부적인 의미가 유사한 장소를 공통적으로 방문한 궤적이 길거나 비인기 장소에 공통적으로 방문 했을 경우를 고려하여 사용자의 유사도를 측정하는 기법을 제안하였다. 사용자의 이동 궤적 중에서는 사용자가 방문하고 싶지 않았지만 어쩔 수 없이 방문 했던 장소들이 포함 되어있

을 가능성이 있다. 만약 방문하고 싶지 않았던 장소를 포함하여 궤적 분석을 수행할 경우 사용자의 성향을 정확하게 반영하지 못한다. 그러나 기존 기법은 사용자 성향 파악을 위해 이동 궤적에서 무의미하게 방문한 장소 정보를 제거하지 못한다. 또한, 동행인과의 이동 궤적 분석을 통해 사용자 개인이 선호하는 장소 정보를 선별하지 못한다.

본 논문에서는 사용자의 과거 이동 궤적 및 동행인과의 이동 궤적 정보를 고려하여 사용자의 성향을 판별하고 친구를 추천하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법에서는 의미 없는 궤적 정보 제거를 통해 사용자의 성향을 명확하게 판별한다. 사용자의 이동 궤적 정보 중에서 의미가 없다고 판단되는 궤적을 제거하고 생성된 궤적을 비교하여 사용자들 사이에 유사도를 계산한다. 유사도 비교를 통해 가장 유사한 사용자를 소셜 네트워크 친구로 추천한다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 구성된다. II장에서 기존에 제안된 사용자 궤적을 이용한 유사한 사용자 추천 기법을 설명한다. III장에서는 제안하는 기법의 특징과 수행과정을 제시하고 IV장에서는 성능 평가를 통해 제안하는 기법의 우수성을 입증한다. 마지막 V장에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구를 기술한다.

## II. 관련 연구

소셜 네트워크 서비스에서 사용자의 성향을 파악하여 유사한 사용자 및 장소를 추천하는 기법들이 활발하게 연구되고 있다. 사용자의 성향을 파악하기 위한 대표적인 방법으로 사용자가 방문 했던 장소들에 대한 이동 궤적들을 이용하는 방법이 있다. 사용자의 소셜 네트워크 서비스에서 프로필 정보에 기록되어 있는 위치 정보를 고려하여 친구를 추천하는 기법이 제안되었다[16]. 사용자 프로필 정보, 태그, 멘션, 팔로우, 팔로잉을 한 다른 사용자의 프로필의 위치 정보 등을 이용하여 사용자의 정보를 추출한다. 이렇게 생성된 프로필 위치 정보로부터 같은 지역에 거주하거나 유사한 사용자를 추천한다. 하지만 단순 위치 정보만을 이용하기 때문에

사용자의 성향을 반영한 친구 추천을 제공하지 못한다.

[17]에서는 사용자가 방문했던 장소를 계층적 그래프로 구성하고 장소 방문 빈도와 가중치를 통하여 해당 장소에 대한 중요도 점수를 계산한다. 계층 그래프에서 최상위 노드를 대분류, 최하위 노드를 소분류로 정의한다. 사용자  $u$ 와  $v$ 가 방문했던 노드의 집합을  $U$ 와  $V$ 라고 할 때 공통적으로 방문한 노드인  $U$ 와  $V$ 의 교집합을 후위 순회하여 빈도수와 가중치를 적용하여 중요도를 계산한다. 이때, 대분류로 갈수록 장소의 연관성은 떨어지기 때문에 가중치 값은 작아진다.

[18]는 궤적의 유사도를 고려한 추천 기법을 제안하였다. 실제 GPS 궤적 정보와 POI를 이용하여 사용자의 의미적 궤적 정보를 생성하고 사용자들의 궤적 유사도 비교하여 사용자들을 그룹화한다. GPS 궤적 정보는 사용자의 실제 위치만을 고려하지만 의미적 궤적 정보는 실제 위치와 관련 없이 장소의 의미를 기반으로 추천 기법을 제공할 수 있다. Maximal Travel Match 기법을 사용하여 두 궤적 사이에 불필요한 간선을 제거하고 짧게 방문 했던 의미 없는 장소를 제거한다. 사용자들 사이에 유사도를 계산하여 사용자와 유사한 궤적을 가진  $k$ 명의 사용자들을 친구로서 추천한다. [18]에서는 방문 시간이 짧은 장소를 의미 없는 장소라 판단하고 제거하지만 실제 사용자가 관심을 가지고 방문한 여부를 고려하지 못한다.

### III. 제안하는 사용자 추천 기법

#### 1. 제안하는 기법의 수행 절차

기존 기법들은 사용자의 모든 궤적 정보를 비교하여 사용자들 사이에 유사도를 계산한다. 궤적에는 사용자에게 의미 없는 장소도 포함이 되어 있기 때문에 사용자의 성향을 정확하게 반영하지 못한다. 따라서 실제 다른 성향을 가진 사용자를 친구로 추천할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 의미 없는 궤적 정보 제거하고 의미 있는 궤적 정보를 새롭게 생성한다. 사용자의 성향을 정확하게 반영하고 이동 궤적 비교를 통해 유사한 성향을 가진 사용자를 추천한다.

[그림 1]은 무의미한 궤적 제거를 통한 사용자 추천 과정을 나타낸 것이다.

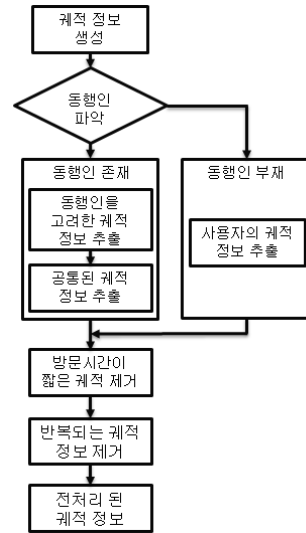


그림 1. 친구 추천 과정

GPS 궤적 정보와 POI 데이터베이스를 통하여 생성된 궤적 정보에서 의미 궤적을 판별하기 위해 다음 사항을 고려한다. 첫째, 동행인의 여부이다. 동행인이 존재한다면 동행인의 의도에 의해 장소를 방문할 수 있기 때문에 사용자의 성향을 명확하게 표현하지 못한다. 둘째, 방문 시간이 짧은 장소이다. 예를 들어, 어떤 사용자가 식당을 나와서 공원에 방문을 했다가 노래방에 간 경우 단순히 공원을 가로질러 간 것인지 또는 공원에서 휴식을 취하다 간 것인지 의미가 모호하다. 이러한 경우 방문 시간을 통하여 장소의 방문 의도를 파악한다. 마지막으로 반복되는 궤적 정보이다. 어떤 사용자가 특정 장소를 같은 시간에 항상 반복해서 간다면 해당 장소가 직장이거나 학교와 같이 의무적으로 방문해야 할 장소일 가능성이 높다. 따라서 대부분의 사용자들이 반복적으로 방문하는 장소는 궤적에서 제거한다.

#### 2. 사용자 궤적 정보 생성

사용자의 이동 궤적을 추출하기 위해 사용자가 과거에 방문했던 장소 정보가 필요하다. 사용자의 이동 궤

적은 스마트폰과 같이 GPS가 장착된 단말기를 통해 방문한 위치 정보를 기록한다. [그림 2]는 GPS 궤적을 통해 사용자의 이동 궤적을 생성하는 과정을 나타낸 것이다. 사용자  $k$ 의 현재 궤적 정보  $tr^k$ 을  $\{p_1^k, p_2^k, \dots, p_n^k\}$ 라고 할 때,  $p_i^k$ 는  $\{(x_i^k, y_i^k), t_i^k\}$ 의 속성을 가진다. 이때,  $x_i^k$ 와  $y_i^k$ 는 장소에 대한 좌표,  $t_i^k$ 는 시간을 의미한다. 만약 사용자가 특정 시간 동안 특정 장소의 일정 변경 내에 머물렀을 경우 해당 장소를 카테고리 장소로 설정하여 기록한다. 카테고리 장소는 장소가 가진 속성 즉, 영화관, 제과점, 카페 등으로 장소의 유형을 나타낸 것이다. 사용자의 궤적  $tr^k$ 을 통해 생성된  $\{s_1^k, s_2^k, \dots, s_n^k\}$ 를 해당 날짜에 시간적으로 방문한 카테고리 장소 목록  $sp^k$ 로 정의한다. [그림 2]와 같이 사용자  $k$ 의 특정 위치  $p_3^k, p_4^k, p_5^k$ 가 반경  $r$ 내에서 특정 시간 동안 존재한다면 이를 이동 위치  $s_i^k$ 로 생성한다. 이렇게 판별된 이동 위치는 지도 서비스의 위치 정보를 이용하여 의미 있는 카테고리 정보로 설정한다.

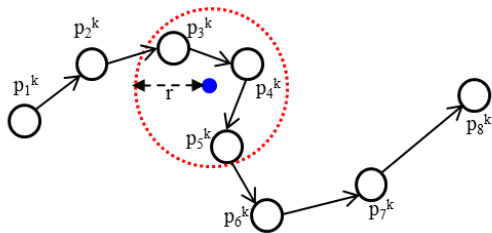


그림 2. 이동 궤적 정보 추출

### 3. 궤적 정보에서 의미 없는 장소 판별 기법

제안하는 기법에서는 카테고리 장소 목록으로부터 사용자가 방문하고 싶지 않았지만 어쩔 수 없이 방문했거나 무의미하게 지나간 의미 없는 궤적 정보를 판별하고 제거한다. 장소 방문의 의미가 있는지 여부를 판별하기 위해 먼저 동행인의 여부를 고려한다. 동행인이 존재한다는 것은 동행인과 합의하여 특정 장소를 방문했을 가능성이 높다고 판단한다. 즉, 사용자의 성향과 동행인들의 성향도 같이 포함되어 있기 때문에 명확하게 사용자의 성향을 판별할 수 없다. 따라서 동행인 여부를 파악하여 동행인이 포함된 궤적에서 사

용자의 성향을 추출하는 것은 매우 중요하다.

사용자와 SNS 친구로 등록된 사용자들 가운데 특정 장소에서 동일한 시간에 함께 있었다면 동행인으로 판별한다. [그림 3]은 동행인을 판별하는 과정을 나타낸 것이다. 사용자 A와 B는 서로 다른 장소를 이동하다가 ‘카페’라는 장소에서 특정시간 동안 함께 있었기 때문에 동행인으로 판별한다.

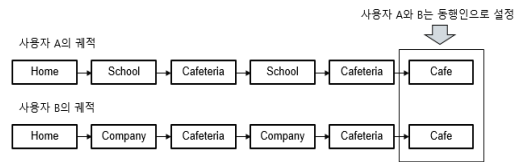


그림 3. 동행인으로 설정하는 기준

만약 동행인이 존재하지 않을 경우 사용자의 이동 궤적만 추출하고 동행인이 존재 할 경우에는 동행인과 방문했던 특정 장소가 사용자가 선호하는 장소인지 동행인이 선호하는 장소인지를 판별한다. 판별 기준은 [그림 4]와 같이 사용자와 여러 동행인들의 궤적 중에서 공통적으로 특정 궤적이 중복해서 발생하는 경우 사용자의 성향이 반영 되었다고 판단한다. 즉, 서로 다른 동행인들과 있을 때에는 특정 궤적이 반복해서 나타난다는 것은 해당 장소를 선호하고 있다는 것을 의미한다. 이러한 장소는 사용자가 선호하는 이동 궤적으로서 사용한다.

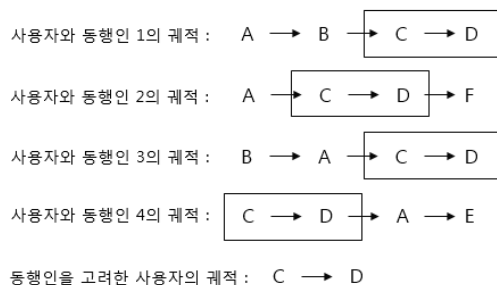


그림 4. 동행인을 고려한 사용자 궤적 추출

사용자가 방문한 장소의 의미를 파악하기 위해서는 방문 시간이 매우 중요한 요소이다. [그림 5]는 방문 시간을 고려하여 의미 없는 장소 판별하는 과정을 나타낸

것이다. 어떤 사용자가 공원에 방문을 했을 때 공원을 통과하여 지나간 것과 공원에서 머물러 휴식을 취한 것은 방문 시간 서로 다르게 나타난다. 방문 시간이 짧은 경우에는 오래 있을 의도가 없는 장소이거나 사용자에게 의미 있는 장소가 아니라고 판단한다. 제안하는 기법에서는 시간 임계치를 설정하여 의미 있는 장소 여부를 판별한다. 사용자가 방문한 시간을 고려하여 해당 장소에 방문한 시간이 임계값 보다 작을 경우 의미 없는 장소로 판단하여 해당 장소는 이동 궤적에서 제거한다. 제안하는 기법에서는 식 (1)을 이용하여 시간에 따른 의미 없는 장소를 판별한다.

$$\Delta t < \theta_{th} \tag{1}$$

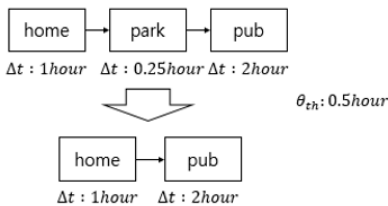


그림 5. 방문 시간을 고려한 판별 기법

주기적으로 방문하는 장소 중 사용자의 성향을 판별하는데 의미가 없는 장소가 포함될 수 있다. 예를 들어, 직장이나 학교와 같은 장소는 매일 방문을 하지만 사용자가 특정 의미를 두고 방문하는 경우는 매우 적다. [그림 6]와 같이 주기적으로 매일 방문하는 장소를 고려한다. 요일마다 데이터를 분석하여 매주 특정한 시간에 동일한 장소에 사용자가 있었다면 해당 장소의 특성을 확인하여 의미 없는 장소일 경우 가중치를 낮게 설정한다. 가중치는 식 (2)를 이용하여 부여한다. 이때,  $N$ 은 누적 수,  $n$ 은 동일 위치 방문 횟수를 나타낸다. 특정 음식점을 좋아하여 해당 음식점만 주기적으로 방문하는 사용자도 있을 수도 있다. 매주 특정한 시간에 동일한 장소에 방문 횟수를 통해 가중치 값을 결정한다. 매주 동일한 시간에 특정 식당에 방문하는 사용자는 극소수이기 때문에 불규칙적으로 자주 가는 사용자에게는 높은 가중치를 부여하여 식당을 의미 있는 장소로 판단된다.

$$k = \frac{N-n}{N} \tag{2}$$

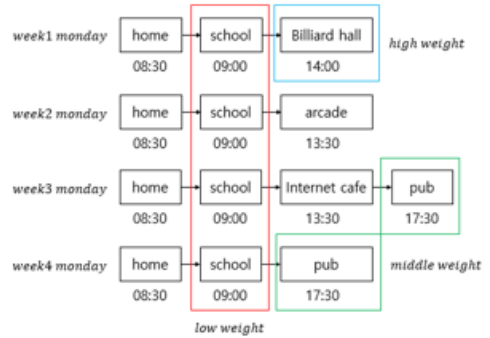


그림 6. 주기적으로 방문 하는 장소 판별 기법

가중치가 낮게 나온 장소에 대하여 TF-IDF 기법을 이용하여 희귀성 분석을 한다. TF-IDF는 다수의 문서에서 어떤 단어가 특정 문서 내에서 얼마나 중요한 것인지를 나타내는 통계적 수치이다[22]. 희귀성이 낮게 나오는 장소의 경우 많은 사람들이 방문하는 의미 없는 장소로 판별한다. 반대로 희귀성이 높게 나오는 장소는 다른 사용자들이 자주 가지 않은 곳을 접근하는 것이므로 의미 있는 장소로 판별한다. 방문 장소의 희귀성 분석은 식 (3)을 이용하여 계산한다. 이때,  $N$ 은 전체 궤적 수,  $n_i$ 은 궤적 중 특정 장소의 수,  $R$ 은 전체 장소의 수,  $r_i$ 은 특정 장소의 수이다. 궤적 정보 중 일회성으로 생성되는 경우 사용자의 성향을 반영하지 않는 단순 방문일 가능성이 높기 때문에 무의미한 장소로 판별한다.

$$\frac{n_i}{N} \times \log \frac{R}{r_i} \tag{3}$$

#### 4. 유사도 비교 기법

이동 궤적들은 사용자의 성향을 나타내는 데이터로 활용될 수 있다. 제안하는 기법에서는 이러한 궤적들의 비교를 통하여 유사한 사용자를 검색한다. 사용자의 모든 이동 궤적 정보들을 사용하여 다른 사용자의 모든 이동 궤적 정보들과 1:1 비교를 통해 궤적의 유사도를 판별한다[19]. [그림 7]은 사용자들 사이에 궤적 유사도를 계산하는 과정을 나타낸 것이다.

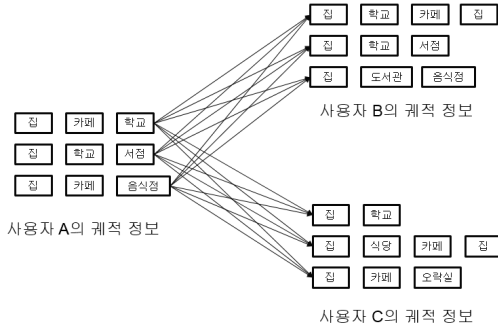


그림 7. 사용자와 다른 사용자 간 궤적 유사도 비교

제안하는 기법에서는 식 (4)을 이용하여 궤적의 유사도를 계산한다. 이때,  $tra1$ 은 사용자 1의 궤적,  $tra2$ 은 사용자 2의 궤적,  $pp1_i$ 은 사용자 1의 궤적의  $i$ 번째 장소,  $pp2_j$ 은 사용자 2의 궤적의  $j$ 번째 장소이다. 또한,  $m_1$ 은 길이가 긴 궤적,  $m_2$ 는 길이가 짧은 궤적을 의미한다. 식 (4)에서  $s(pp1_i, pp2_j)$ 는 식 (5)를 통해 계산한다. 즉, [그림 8]와 같이  $m_1$ 을 기준으로 두고  $m_2$ 를 비교한다. 이때, 각 장소가 같으면 1점을 부여하고 다르다면 0점을 부여하여 유사도 점수를 계산한다.  $m_2$ 를 하나씩 이동하여 궤적의 끝까지 반복적으로 비교하여 가장 큰 값을 사용자 1과 2의 유사도로 사용한다.

$$similarity(tra1, tra2) = \max \left\{ \frac{2}{m_1 + m_2} \times \sum_{i=1}^{m_1} \sum_{j=1}^{m_2} s(pp1_i, pp2_j) \right\} \quad (4)$$

$$s(pp1_i, pp2_j) = \begin{cases} 1, & \text{if } pp1_i = pp2_j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

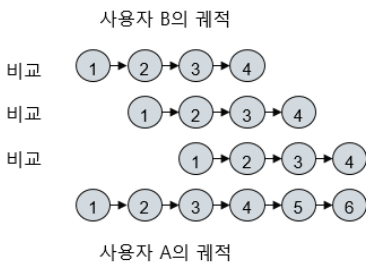


그림 8. 궤적 유사도 비교 기법

#### IV. 성능 평가

제안하는 기법의 우수성을 보이기 위해 [19]에서 제안된 기법과 비교 평가를 수행한다. 유사도 계산을 통하여 각 사용자별로 추천되는 top-k의 사용자를 비교하여 정확성을 확인한다. 성능 평가는 CPU Intel® Core(TM) i5-1570 3.07GHz, RAM 8GB, Windows 10 64비트 운영체제 환경에서 Java언어와 Hadoop 2.2을 사용하여 수행하였다. [표 1]은 사용된 궤적 정보를 나타낸다. 19명의 사용자의 12주간의 데이터를 수집하여 총 1,056개의 궤적 정보를 사용한다. 시간 임계치를 0.5 시간으로 설정하여 성능 평가를 수행한다.

표 1. 궤적 정보

항목	값
사용자 수	19
궤적 수	1056
기간(월)	3

[그림 9]은 19명의 사용자와 유사도를 비교한 결과를 나타낸다. 기존 기법[19]에서 추천되는 top-3을 확인한 결과 6, 14, 3 사용자 순으로 유사도가 높게 나타났다. 제안하는 기법의 경우 6, 10, 14 사용자 순으로 유사도가 높게 나타났다.

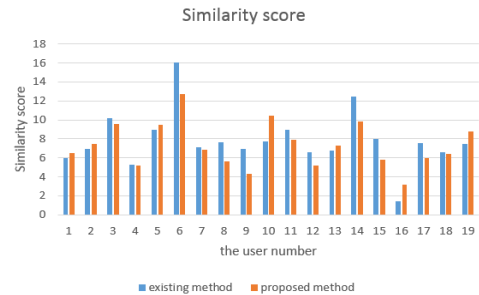


그림 9. 유사도 점수 그래프

각 사용자별 궤적 정보들의 유사도를 측정하여 제안하는 기법의 우수성을 입증한다. 각 추천된 사용자의 궤적 정보 중에 가장 빈번하게 나타난 궤적을 사용자의 성향이 반영된 대표 궤적으로 설정하고 성능 평가를 수행한다. [표 2]와 [표 3]는 각 사용자별 추천된 top-3의 사용자를 나타낸다.

표 2. 기존 기법 추천 대상

사용자 번호	추천된 사용자		
1	15	11	7
2	5	11	9
3	11	6	10
4	6	10	15
5	11	2	10
6	10	11	15
7	15	1	10
8	6	11	10
9	15	11	2
10	15	12	16
11	3	4	5
12	10	15	1
13	5	6	11
14	2	15	6
15	1	9	10
16	10	15	1
17	11	15	2
18	11	1	2
19	11	2	15

표 3. 제안하는 기법 추천 대상

사용자 번호	추천된 사용자		
1	15	11	10
2	7	10	1
3	11	15	14
4	11	15	14
5	10	17	11
6	11	10	15
7	11	15	2
8	11	15	10
9	15	11	1
10	15	5	11
11	15	10	1
12	15	10	11
13	10	15	11
14	11	15	10
15	10	9	12
16	10	15	9
17	11	5	15
18	11	15	10
19	10	11	15

Jaccard Similarity를 이용하여 두 사용자의 연관성을 측정한다. Jaccard Similarity는 데이터 집합의 교집합의 크기를 합집합의 크기로 나눈 값으로 데이터의 유사도를 계산할 수 있다. 예를 들어, 사용자 A의 대표 궤적 정보 traA를 {집, 학교, 동아리, 편의점, 집}으로 설정하고 사용자 B의 대표 궤적 정보 traB를 {집, 학교, 동아리, 도서관, 집}으로 설정했을 때 두 궤적의 교집합은

$traA \cap traB = \{\text{집, 학교, 동아리}\}$ 가 되고 합집합은  $traA \cup traB = \{\text{집, 학교, 동아리, 편의점, 도서관}\}$ 이 된다. 이 방법으로 모든 사용자의 대표 궤적의 유사성을 계산하였을 때 [그림 10]과 같이 평균 0.152 만큼 상승한 것을 볼 수 있었다.

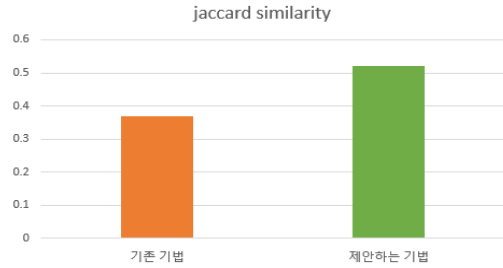


그림 10. 궤적 연관성 비교

## V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 모바일 사용자의 이동 궤적 정보 분석을 통해 성향이 유사한 사용자를 추천하는 기법을 제안하였다. 사용자 궤적 정보에서 의미가 없다고 장소를 판별하는 기준을 설정하고 무의미한 장소를 제거하여 새로운 궤적 정보를 생성하였다. 생성된 궤적에 대한 유사도 비교를 통해 유사 성향을 가진 사용자를 친구로 추천하였다. 제안하는 기법의 우수성을 입증하기 위해 사용자와 추천된 사용자의 유사도를 비교하였으며 Jaccard similarity를 이용하여 유사도를 평가하였다. 향후 연구로는 이동 궤적이 상이한 사용자들 사이의 궤적 유사도를 비교하기 위해 DTW 알고리즘을 적용한 기법을 연구할 예정이다. 또한, 제안 기법의 신뢰성 확보를 위해 다양한 사용자의 궤적을 이용한 실험을 진행할 예정이며 처리 시간에 대한 성능 평가를 진행할 예정이다.

### 참고 문헌

- [1] Z. Yu and X. Xing, "Learning Location Correlation from GPS Trajectories," Proc.

- International Conference on Mobile Data Management, pp.27-32, 2010.
- [2] T. Dong, N. Cheng, and Y. J. Wu, "A study of the social networking website service in digital content industries: The Facebook case in Taiwan," *Computers in Human Behavior*, Vol.30, pp.708-714, 2014.
- [3] Y. Zheng, X. Xie, and W. Ma, "GeoLife: A Collaborative Social Networking Service among User, Location and Trajectory," *IEEE Data Engineering Bulletin*, Vol.33, No.2, pp.32-39, 2010.
- [4] H. Kwak, C. Lee, H. Park, and S. Moon, "What is Twitter, a social network or a news media?," *Proc. International conference on World Wide Web*, pp.591-600, 2010.
- [5] B. Berjani and T. Strufe, "A Recommendation System for Spots in Location-based Online Social Networks," *Proc. Workshop on Social Network System*, pp.4, 2011.
- [6] K. W. Leung, D. L. Lee, and W. Lee, "CLR: a collaborative location recommendation framework based on co-clustering," *Proc. International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp.305-314, 2011.
- [7] J. H. Cha, J. G. Kim, J. T. Lim, K. S. Bok, and J. S. Yoo, "A Location Recommendation Scheme Considering Companions and Distance in Mobile Social Networks," *Proc. International Conference on Convergence Content*, pp.243-244, 2013.
- [8] E. Tiakas, A. N. Papadopoulos, A. Nanopoulos, Y. Manolopoulos, D. Stojanovic, and S. Djordjevic-Kajan, "Trajectory Similarity Search in Spatial Networks," *Proc. International Database Engineering and Applications Symposium*, pp.185-192, 2006.
- [9] G. Chen, B. Chen, and Y. Yu, "Mining Frequent Trajectory Patterns from GPS Tracks," *Proc. International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering*, pp.1-6, 2010.
- [10] Z. Li, M. Ji, J. Lee, L. Tang, Y. Yu, J. Han, and R. Kays, "MoveMine: Mining Moving Object Databases," *Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of data*, pp.1203-1206, 2010.
- [11] G. Roh, J. Roh, S. Hwang, and B. Yi, "Supporting Pattern Matching Queries over Trajectories on Road Networks," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol.23, No.11, pp.1753-1758, 2011.
- [12] X. Li, J. Han, J. Lee, and H. Gonzalez, "Traffic Density-Based Discovery of Hot Routes in Road Networks," *Proc. International Symposium on Advances in Spatial and Temporal Databases*, pp.441-459, 2007.
- [13] N. Pelekis, I. Kopanakis, E. E. Kotsifakos, E. Frentzos, and Y. Theodoridis, "Clustering Trajectories of Moving Objects in an Uncertain World," *Proc. International Conference on Data Mining*, pp.417-427, 2009.
- [14] A. Kharrat, K. Zeitouni, I. Sandu-Popa, and S. Faiz, "Characterizing Traffic Density and Its Evolution through Moving Object Trajectories," *Proc. the International Conference on Knowledge Discovery and Information Retrieval*, pp.319-322, 2009.
- [15] H. M. O. Mokhtar, O. Ossama, and M. E. Sharkawi, "A Time Parameterized Technique for Clustering Moving Object Trajectories," *International Journal of Data Mining and Knowledge Management Process*, Vol.1, No.1, pp.14-30, 2011.
- [16] R. Li, S. Wang and K. Chen-Chuan, "Multiple Location Profiling for Users and Relationships from Social Network and Content," *Proc. VLDB Endowment*, Vol.5, No.11, pp.1603-1614, 2012.



[17] M. J. Lee and C. Chung, "User Similarity Calculation Based on the Location for Social Network Services," Proc. International Conference on Database Systems for Advanced Applications, pp.38-52, 2011.

[18] X. Xiao, Y. Zheng, Q. Luo, and X. Xie, "Inferring social ties between users with human location history," Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, Vol.5, No.1, pp.3-19, 2014.

[19] 이충희, 박용훈, 임종태, 복경수, 유재수, "모바일 소셜 네트워크를 위한 사용자의 선호도 및 이동 패턴을 이용한 친구 추천," 정보과학회논문지:데이터베이스, 제40권, 제1호, pp.79-87, 2013.

[20] 노연우, 김대운, 한지은, 육미선, 임종태, 복경수, 유재수, "소셜 네트워크에서 사용자의 영향력을 고려한 핫 토픽 예측 기법," 한국콘텐츠학회논문지, 제15권, 제8호, pp.24-36, 2015.

[21] 양희태, 차재홍, 안민제, 임종태, 이하, 복경수, 유재수, "동적 사용자 프로필 및 협업 필터링을 이용한 소셜 네트워크 그룹 추천," 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제11호, pp.11-20, 2013.

[22] J. Leskovec, A. Rajaraman, and J. Ullman, "Mining of Massive Datasets," Cambridge, pp.1-17, 2014.

저 자 소 개

복 경 수(Kyungsoo Bok)

종신회원



- 1998년 2월 : 충북대학교 수학과 (이학사)
- 2000년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)
- 2005년 3월 ~ 2008년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 Postdoc
- 2008년 3월 ~ 2011년 2월 : (주)가인정보기술 연구소

- 2011년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 초빙교수

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 모바일 P2P 네트워크, 소셜 네트워크 서비스, 빅데이터 등

서 기 원(Kiwon Seo)

준회원



- 2013년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 소셜 네트워크 서비스, 빅데이터 등

임 종 태(Jongtae Lim)

정회원



- 2009년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2011년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 위치기반 서비스, 모바일 P2P 네트워크, 빅데이터 등

유 재 수(Jaesoo Yoo)

종신회원



- 1989년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1991년 2월 : KAIST 전산학과(공학석사)
- 1995년 2월 : KAIST 전산학과(공학박사)

- 1995년 3월 ~ 1996년 8월 : 목포대학교 전산통계학과(전임강사)

- 1996년 8월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학부 및 컴퓨터정보통신연구소 교수

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 빅데이터, 센서네트워크 및 RFID, 소셜 네트워크 서비스, 분산 객체컴퓨팅, 바이오인포매틱스 등