한국지능시스템학회 논문지 2010, Vol. 20, No. 4, pp. 503-508

실생활 정보를 이용한 사용자의 의미 있는 장소 추출 방법

The method for extraction of meaningful places based on behavior information of user

이승훈[1] · 김보경[1] · 윤태복[2] · 이지형[2]

Seunghoon Lee, Bo-Keong Kim, Taebok Yoon and Jee-Hyong Lee

[1]성균관대학교 임베디드소프트웨어학과

E-mail: {reinblame, kbk1225}@skku.edu

[2]성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

E-mail: tbyoon@skku.edu, jhlee@ece.skku.ac.kr

요 약

최근 사용자의 위치를 파악할 수 있는 기기가 보편화 되어감에 따라 사용자의 이동 경로를 이용한 다양한 서비스가 제공되고 있다. 이러한 서비스들은 사용자의 위치정보를 수집하여 각각의 요구사항에 맞게 가공하여 사용하고 있다. 그러나 이동경로를 나타내기 위해 수집되는 GPS등의 위치정보는 일반적으로 매우 방대하며, 이로 인해 경로 간 유사도 비교 시에 큰 연산 비용이 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 의미 있는 장소를 정의하고 장소간의 이동으로 모델링하여 이동 경로를 단순화하는 방법이 연구되고 있으나, 기존 연구들은 체류 시간과 거리만을 고려하여 이를 정의하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 체류 시간과 거리, 상호작용 정보를 이용하여 특정 사용자의 의미 있는 장소 추출하는 방법을 제안한다. 또한 추출된 의미 있는 장소를 이용하여 경로를 단순화하여, 이동 경로 유사도 비교 시 드는 연산 비용을 줄일 수 있는 방법을 제안한다. 이를 위해, GPS를 통한 위치정보와 타인과의 상호작용 정보(통화, 문자 메시지 송수신등)를 이용하여 사용자와 친밀도가 높은 사람들을 정의하고 체류 시간과 거리, 주변에 있었던 사람의 정보를 기반으로 의미 있는 장소를 정의한다. 제안하는 방법을 검증하기 위해, 스마트폰 사용자로부터 실제 정보를 수집하였으며, 이를 이용하여 의미 있는 장소를 추출하고, 설문조사를 통해, 추출된 의미 있는 장소의 정확성을 확인하였다. 또한 의미 있는 장소로 단순화 한 이동 경로를 이용하여 이동 경로 예측을 수행할 경우의 예측 정확도를 파악하기 위해 기존 방법과의 비교 실험을 진행하였으며, 연산에 소모되는 비용을 비교하여 제안하는 방법의 유용성을 검증하였다.

키워드 : 이동 경로 예측, 의미 있는 장소 추출, 위치기반 서비스, 사용자 모델링

Abstract

Recently, the advance of mobile devices has made various services possible beyond simple communication. One of services is the predicting the future path of users and providing the most suitable location based service based on the prediction results. Almost of these prediction methods are based on previous path data. Thus, calculating similarities between current location information and the previous trajectories for path prediction is an important operation. The collected trajectory data have a huge amount of location information generally. These information needs the high computational cost for calculating similarities. For reducing computational cost, the meaningful location based trajectory model approaches are proposed. However, most of the previous researches are considering only the physical information such as stay time and the distance for extracting the meaningful locations. Thus, they will probably ignore the characteristics of users for meaningful location extraction.

In this paper, we suggest a meaningful location extracting and trajectory simplification approach considering the stay time, distance, and additionally interaction information of user. The method collects the location information using GPS device and interaction information between the user and the others. Using these data, the proposed method defines the proximity of the people who are related with the user. The system extracts the meaningful locations based on the calculated proximities, stay time and distance. Using the selected meaningful locations the trajectories are simplified. For verifying the usability of the proposed method, we collect the behavioral data of smart phone users. Using these data, we measure the suitability of meaningful location extraction method, and the accuracy of prediction approach based on simplified trajectories. Following these result, we confirmed the usability of proposed method.

Key Word : path prediction, meaningful location extraction, location based service, user modeling

1. 서 론

최근 사용자의 위치를 파악할 수 있는 기기가 보편화 되어감에 따라 사용자의 이동 경로를 이용한 다양한 서비스가 제공되고 있다. 이러한 서비스들은 크게 사용자의 현재 위치정보를 이용하여 제공되는 것과, 사용자의 이동경로를 수집하여 이를 분석 및 예측하여 서비스를 제공하는 것으로 나눌 수 있다[1]. 사용자의 현재 위치정보를 이용하여 제공하는 서비스들은, 사용자의 위치를 정확히 파악하기 위해 GPS등 센서의 측정오차를 최소화하는 방법에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이동경로를 이용하여 서비스를 제공하는 부분에 대한 연구는 과거 경로와 현재 경로를 비교하여 사용자가 이동할 장소를 예측하는 연구[2]와 과거 경로들을 수집하여 사용자의 패턴을 추출하는 연구[3] 등, 다양한 방향의 접근이 이루어지고 있다. 이동 경로를 이용하는 연구에서 경로의 유사도를 비교하는 방법은 예측 및 패턴 추출을 위해 반드시 필요한 과정이다. 그러나 사용자의 여행에 관한 이동경로 하나는 평균적으로 10000여개의 GPS 좌표를 포함하고 있다[4]. 여행이 아닌 실생활에서 사용되는 경로는 이보다 적은 좌표를 포함하고 있지만, 이러한 경로들의 유사도를 비교하는 경우, 많은 수의 좌표로 인해 큰 연산비용이 필요하게 된다. 유사도 비교시의 연산비용을 줄이기 위해 GPS 정보를 가공하여 특정 장소를 추출하고, 이를 이용하여 장소 간의 이동을 표현하는 방법이 제시되었다[4]. 그러나 이러한 장소 추출 기법들은 대부분 체류시간만을 고려하여 특정 사용자에게 의미 있는 장소를 정의하고 있어 추출된 장소에 대한 사용자 만족도가 상대적으로 낮게 나타나게 된다는 문제가 있다.

본 논문에서는 기존 방법들과 달리 체류시간 외에 상호작용 정보를 추가적으로 고려하여 사용자의 의미 있는 장소를 추출하고 이를 이용하여 이동경로를 단순화하는 방법을 제안한다. 기존 연구에서 사용자의 이동 경로는 주변 사람에 따라 변화할 수 있기 때문에 경로 예측 시 주변사람을 고려하는 것이 예측의 정확도를 높일 수 있음을 보였다[5]. 따라서 이동 경로를 분석하여 장소를 추출할 경우, 사용자와 함께 있는 사람들에 대한 정보는 사용자가 타인과 상호작용을 하는 의미 있는 장소를 추출하는데 도움을 줄 수 있다. 이를 위해 GPS를 이용하여 사용자의 과거 이동 경로 정보를 수집하고 사용자의 통화 및 문자메시지 수신 내역 및 주변 사람에 대한 정보를 이용하여 의미 있는 장소를 추출한다. 과거 이동 경로 정보에서 체류시간을 고려하고, 상호작용 정보를 통해 친밀도를 계산한 후 이를 이용하여 특정 장소에 대한 점수를 계산한다. 산출된 점수는 사용자의 의미 있는 장소를 판단하는 기준으로 사용되며, 이와 같은 방법으로 추출된 의미 있는 장소를 이용하여 사용자의 이동 경로를 단순화한다. 제안하는 방법의 검증을 위해 체류 시간과 친밀도가 의미 있는 장소를 추출하는데 어떠한 역할을 하는지 분석하였으며, 체류시간을 고려한 장소 추출 방법과 비교 실험을 수행하였다. 또한 경로를 단순화하여 저장한 후 이를 이용하여 경로를 예측할 경우의 정확도 및 연산 비용을 비교 분석하였다. 제안하는 방법으로 추출된 장소가 사용자들로부터 높은 만족도를 보임을 확인하였고, 단순화된 경로를 이용하여 예측할 경우, 전체 경로를 이용하여 예측을 수행하였을 경우와 정확도가 거의 유사하면서 연산 비용을 낮출 수 있음을 확인하였다.

접수일자 : 2010년 4월 3일
완료일자 : 2010년 7월 8일
본 논문은 본 학회 2010년도 춘계학술대회에서 선정된 우수논문입니다.
감사의 글 : 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 연구 결과입니다. 연구비 지원에 감사드립니다(No. 2009-0075109).

2. 관련 연구

사용자에게 위치 기반 서비스를 제공하기 위한 기반 기술은 크게 두 종류로 나누어 볼 수 있다[1]. 첫 번째는 사용자의 현재 위치를 정확히 파악하여 현재 상황에 적합한 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 다양한 센서로부터의 정보를 이용하여 정확한 사용자의 위치를 파악하기 위한 연구가 진행되고 있다. 또 하나의 기반 기술은 사용자의 이동 경로를 예측 하는 것이다. 이는 사용자의 과거 이동 정보를 이용하여 미래 경로를 예측하고, 예측 결과를 바탕으로 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다[1]. 이러한 사용자의 이동 경로를 예측하는 연구로는 사용자의 체류 시간을 고려하여 특정 장소를 선정하고, 선정된 장소들을 클러스터링하여 클러스터간의 이동 모델링을 통해 예측하는 방법과 기지국 이동 정보와 그래프 알고리즘을 이용하여 예측하는 방법 등이 제시되었다[13][14]. 이러한 예측 방법들은 사용자의 전체 이동 경로를 사용하여 예측을 수행하기 때문에 경로의 수가 많아지거나 경로가 길어지면 과거 이동 경로와 현재 경로를 비교하기 위한 유사도 검색 시 연산 비용이 커지게 된다는 단점이 있다. 이러한 비용을 낮추기 위해 사용자의 이동 경로를 단순화 하는 방법이 제시되었다[10]. 이동경로를 단순화하기 위한 연구로는 체류시간을 고려하여 의미 있는 장소를 산출하고 HIT 알고리즘을 이용하여 경로를 단순화 하는 방법[11]과 Wi-Fi를 이용하여 다수의 사용자가 머무는 장소를 의미 있는 장소로 선정하고 해당 장소들 간의 천이를 모델링하는 연구[15]등이 있다.

그러나 이러한 연구들은 체류시간이나 Wi-Fi 정보 등의 단순 정보만을 이용하여 의미 있는 장소를 선정하고 있기 때문에, 교통 정체 등의 의도치 않은 장소에서의 체류에 대한 처리가 어렵다. 또한 단순 위치 정보만을 이용하여 의미 있는 장소를 추출하기 때문에 사용자의 특성을 반영하는데 부족함이 있다. 따라서 체류 시간 외에 사용자의 특성을 고려하여 사용자에 적합한 의미 있는 장소를 추출하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

3. 실생활 정보를 이용한 의미 있는 장소 추출 방법

사용자의 의미 있는 장소를 추출하는 것은 이동 경로를 추상화하여 표현하는 것이며, 장소 간의 이동을 모델링하여 사용자의 이동 경로를 요약하는 것으로 유사도 검색 시의 연산 비용을 낮출 수 있다. 또한 의미 있는 장소를 이용하여 사용자의 성향을 파악할 수 있고, 사용자에 적합한 서비스를 제공하는 것이 가능해 진다. 본 논문에서는 상호작용 정보 수집 및 분석을 통한 사용자와 타인 간의 친밀도와 GPS 정보에 기반한 체류 시간을 이용하여 의미 있는 장소

를 추출하기 위한 방법을 제시한다.

3.1 상호작용 정보를 이용한 친밀도 계산[7]

상황 인식 분야에서는 주변 사람에 대한 정보를 파악하는 것이 현재 사용자의 상황을 이해하는데 중요한 요소라고 판단되고 있다[6]. 또한, 본 연구진은 사용자의 이동 경로를 예측하는 경우, 주변 사람을 파악하여 예측을 수행할 때 정확도가 높음을 확인하였다[5]. 사용자의 의미 있는 장소를 추출하는 것 또한 사용자의 이동 경로 정보에 기반하기 때문에 주변 사람에 대한 정보를 파악하면 사용자의 상황을 고려한 장소 추출이 가능해진다. 이를 위해, 블루투스 MAC address를 이용하여 주변 사람을 파악하고, 파악된 사람과의 친밀도를 평가하기 위해 사용자와 타인과의 상호작용 정보를 이용한다. 이는 본 연구진이 제안하였던 기법으로[7], 본 논문에서는 친밀도 계산을 위해 해당 알고리즘을 이용하였다.

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

식 (1)은 사용자와 주변사람 *ui*와의 친밀도 *total-proximity(ui)*를 계산하는 식으로, *socialproximity(ui)*는 사용자와 *ui*와의 통화내역 및 문자메시지 송수신 등의 상호작용 정보를 통해 산출된 친밀도이며, *physicalprox-imity(ui)*는 블루투스 MAC address를 이용하여 파악된 동행시간에 대한 정보를 이용하여 산출된 친밀도이다.

3.2 GPS 로그를 이용한 체류 시간 산출

GPS 센서는 기본적으로 약간의 오차를 가지고 있다. 이로 인해, 동일한 장소에 머물러 있다 하더라도 파악된 GPS 좌표에 차이가 나타날 수 있다. 이러한 오차를 고려하기 위해 일정 반경 안에 머물러 있는 시간을 체류 시간으로 정의하고 이를 측정한다. 일정 반경에 대한 제한은 Ganesh A. 등이 발표한 [8]에서 언급된 것과 같은 200m로 정의하였으며, 이를 이용하여 특정 지역에서의 체류 시간을 계산한다.

$$staytime(L_a) = T_{leave} - T_{arrival} \quad (2)$$

$$T_{leave} = MAX(sencedtime(i) \mid i \in L_a) \quad (3)$$

$$T_{arrival} = MIN(sencedtime(i) \mid i \in L_a) \quad (4)$$

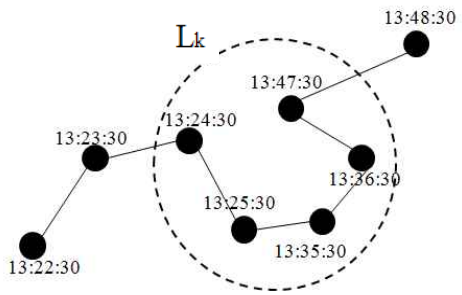

그림 1. 체류시간 계산 예.
Fig. 1. Example of calculating stay time.

식 (2)는 체류 시간 산출을 위한 식으로 일정 반경 *La*에서 떠난 시간(*Tleave*)와 도착한 시간(*Tarrival*)의 차이를 *La*에서의 체류 시간이라 정의하였다. *Tleave*는 *La*에 포함된 GPS 좌표(*i*)들 중에서 가장 나중에 수집된 좌표가 수집된 시간(*sencedtime*)이 가장 큰 값을 *La*에서 떠난 시간이라 정의하였다. 또한 *Tarrival*는 가장 먼저 수집된 좌표의 시간(*sencedtime*이 가장 작은)을 *La*에 도착한 시간이라 정의하고 두 시간간의 차이를 체류 시간이라 정의하였다. 예를 들어, 그림 1에서 검은 점을 GPS좌표라 하고 점선으로 표시된 것이 반경(*Lk*)이라 할 경우 *Lk*에서의 체류시간은 23분(13:47:30 - 13:24:30)이 된다.

3.3 친밀도와 체류 시간에 기반한 장소 점수 산출

친밀도와 체류시간을 이용하여 특정장소 *La*에 대한 장소 점수(*locationscore*)를 계산한다. 식 (4)는 *La*에 대한 점수를 계산하는 식으로 체류 시간(*staytime*)과 *La*에서 검색된 주변 사람에 대한 친밀도(*totalproximity*)의 합을 정규화하여 *locationscore(La)*를 산출하는 과정을 도식화 한 것이다.

$$locationscore(L_a) = w_1 \times staytime(L_a) + (1-w_1) \times \sum_{i \in L_a} totalproximity(u_i) \quad (4)$$

식 (4)를 이용하여 모든 장소에 대한 *locationscore*를 계산하고, 산출된 계산 값이 클수록 사용자에게 의미 있는 장소라고 정의한다.

4. 이동 경로 단순화

이동 경로 예측을 위해서 경로 간의 유사도를 비교하는 과정이 필수적이다. 일반적인 경로 정보는 많은 수의 GPS 좌표를 포함하며, 이러한 이동 경로는 유사도 비교 시 큰 연산비용이 필요하다는 문제를 가지고 있다. 따라서 유사도 비교 시의 연산 비용을 낮추기 위해 이동 경로를 단순화 하는 방법이 필요하다. 기존 방법들이 방향성, GPS좌표의 수, 체류 시간 등의 물리적 정보만을 고려하는 경우가 대다수인데 반해[9][10][11], 제안하는 방법은 물리적 정보 외에 상호작용 정보를 추가적으로 반영하여 산출된 의미 있는 장소를 이용해 이동 경로를 단순화 한다. 이동 경로 단순화는 그림 2에 나타난 과정을 거쳐 이루어진다.

그림 2의 (a)와 같이 검은 점이 GPS좌표인 이동 경로가 존재하고, 사용자의 의미 있는 장소가 S1~S3까지 3개의 위치가 산출되었다고 하면(그림 2-(b)) 전체 이동경로 내의 GPS좌표 중 의미 있는 장소와 인접한 좌표들을 찾는다. 그림 2-(c)는 전체 이동 경로 내 8개의 GPS좌표 중 3개의 좌표가 의미 있는 장소와 인접한 좌표로 나타난 예를 보이고 있다. 이후, 해당 좌표만을 연결하여 전체 이동 경로를 의미 있는 장소간의 이동 경로로 간략화하고(그림 2-(d)), 이를 단순화 된 이동 경로로 정의한다. 이와 같은 과정을 거쳐 전체 이동 경로들을 단순화하고 단순화 된 경로들 간의 유사도를 비교하여 예측을 수행한다.

5. 실험 및 분석

제안하는 방법의 친밀도와 체류 시간에 적용할 가중치 값(*w1*)를 알아내기 위해 가중치에 따른 사용자의 만족도를 조사하였으며, 또한 산출된 가중치를 이용하여 제안하는 방법과 기존 방법의 비교실험을 수행하였다.

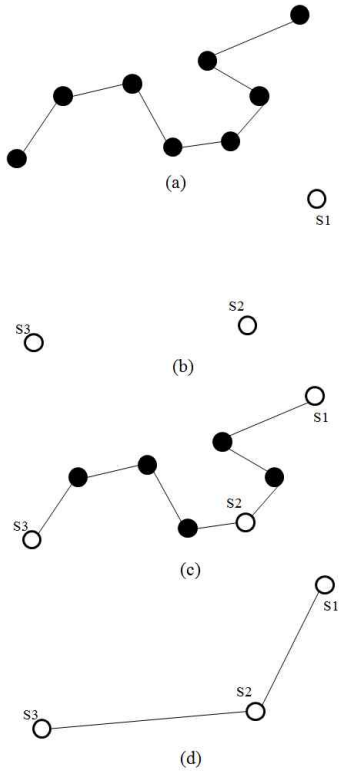

그림 2. 이동 경로 단순화 과정
Fig. 2. The example of trajectory simplification

5.1 제안 방법의 weight 선정

식 (4)에 적용할 *w1*을 찾기 위해 *w1*의 변화에 따라 *locationscore* 값이 큰 상위 5개의 장소를 추출하여 해당 장소에 대한 만족도를 확인하였다. 만족도는 5개의 장소에 대해 각각 1(매우 불만족)~5(매우 만족)에 점수를 매기도록 하여 평균을 내어 측정하였다.

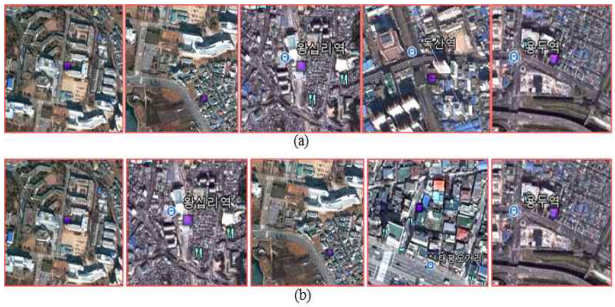

그림 3 . *w1*값에 따른 의미 있는 장소 추출 예
Fig. 3. The example of meaningful location extraction with variable *w1*

그림 3은 *w1*의 값에 따라 추출된 의미 있는 장소의 차이를 보여준다. 그림 3-(a)는 *w1*의 값이 0.5일 경우에 추출된 의미 있는 장소이며, 3-(b)는 *w1*의 값이 0.7일 경우이다. 추출된 의미 있는 장소는 좌측부터 큰 *locationscore*값을 가지도록 정렬하고, 해당 장소들을 사용자에게 보여주어 평가를 수행하였다.

그림 4는 *w1*의 변화에 따라 추출된 의미 있는 장소의 사용자 만족도를 보이고 있다. 평균적으로 *w1*의 값이 증가할 수록 만족도가 증가하는 추세를 보이지만, 어느 정도 값을 기준으로 만족도가 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 사용자들이 가장 높은 만족도를 보인 경우는 *w1* = 0.7인 경우이며, 이를 이용하여 기존 방법과의 비교 실험을 수행하였다. *w1*의 값이 작을 경우, 통화를 많이 하거나 연락을 많이 주고받는 사람이 곁에 있는 장소가 의미 있는 장소로 선택될 경우가 많았으며, *w1*의 값이 클 경우 버스를 기다리는 등의 의도치 않게 길어진 체류 시간으로 인해 선정되는 장소가 나타나는 경향을 보였다. 이로 인해 사용자들은 두 개의 정보가 적절히 조합되었을 경우 하나의 정보만을 이용하였을 경우보다 높은 만족도를 보여줌을 확인하였다.

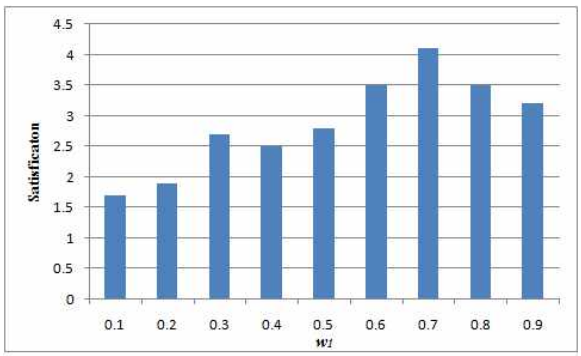

그림 4. 사용자 만족도 조사
Fig. 4. User satisfication result

5.2 의미 있는 장소 추출 방법의 만족도 비교 조사

제안하는 의미 있는 장소 추출 방법의 검증을 위해 기존의 체류 시간만을 고려하는 장소 추출 방법[4]과의 비교 실험을 수행하였다. 각 방법에 따라 선택된 5개의 장소에 따른 사용자의 만족도를 조사하였다. 만족도는 *w1*을 결정할 때와 동일한 방식으로 점수를 계산하였다.

*w1*의 값은 3.1에서 사용자들이 가장 높은 만족도를 보였던 0.7을 적용하여 실험을 진행하였다. 제안하는 방법이 추출한 의미 있는 장소에 대한 사용자들의 평균 만족도는 4.1점으로 기존 방법의 3.5점보다 향상된 만족도를 보임을 확인하였다.

5.3 기존 방법과의 예측 정확도 비교

추출된 사용자의 의미 있는 장소를 이용하여 단순화 된 이동 경로로 예측을 수행할 경우, 하나의 경로를 나타내는 GPS 좌표가 줄어들기 때문에 유사도 검색에 소모되는 연산 비용이 감소하게 된다. 하지만 경로를 표현하는 좌표의 감소로 인해 예측의 정확도는 떨어질 수 있다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 유용성을 파악하기 위해 단순화된 경로를 이용하여 사용자의 이동 경로를 예측하였고, 이를 기존 방법들과 비교하였다. 우선 이동 경로들을 표현하는데 사용된 전체 GPS 좌표의 50%를 의미 있는 장소로 추출하고 이를 이용하여 이동 경로들을 단순화 하였다. 이렇게 단순화 된 이동 경로 43개 중 5개를 Test set으로, 나머지를 Training set으로 하여 10-fold cross validation을 수행하였다. Test set으로 사용되는 5개의 이동 경로들은 현재 사용자가 이동하고 있는 경로를 의미한다. 따라서 시간의 흐름에 따라 제공되는 정보의 양(이동 경로의 좌표 수)을 달리하여 실험을 진행하였다. Test set의 도착점과 가장 유사한 경로를 동시에 찾아내면 예측이 성공한 것으로 평가하였

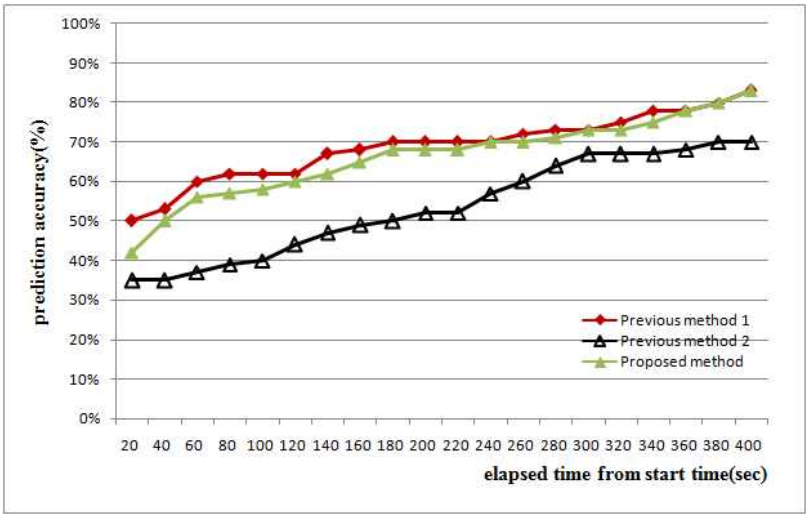

그림 5. 각 알고리즘의 예측 정확도 비교
Fig. 5. Comparison results between prediction methods.

으며, 비교 대상으로 사용된 알고리즘들에도 동일한 지표를 적용하였다. 그림 5는 시간의 흐름에 따른 예측 정확도를 보여주는 결과 그래프이다. Previous method 1은 본 연구진이 [5]에서 제안한 방법으로 이동 경로 정보와 주변사람에 대한 정보를 반영한 동적정합법(Dynamic Time Warping)을 이용하여 예측을 수행하는 알고리즘이며, 경로의 단순화는 이루어지지 않았다. 또한 Previous method 2는 [12]에서 제안된 알고리즘이며, 동적정합법만을 이용하여 예측을 수행하였고, 전체 이동 경로를 그대로 사용하고 있다. 제안하는 방법의 유사도 비교는 Previous method 1과 동일한 주변 사람 정보를 반영한 동적정합법을 이용하여 수행하였다.

그림 5에서 보이는 것처럼, 제안하는 방법은 전체 이동 경로의 50%만을 유지하고 있음에도 전체 경로를 이용하여 예측을 수행하는 Previous method 1과 거의 유사한 예측 정확도를 보이고 있다. 제안하는 방법의 예측 초기의 정확도가 Previous method 1보다 10%가량 차이를 보이는 것은 이동 경로의 시작점이 의미 있는 장소로 추출되지 못해서 경로 정보가 유실되었기 때문이며, 이후 시간이 흐름에 따라서 예측 정확도가 유사하게 나타남을 확인할 수 있다. 제안하는 방법과 Previous method 1의 예측 정확도는 85%선에서 수렴하는데 이는 Test set으로 사용된 이동 경로와 동일한 목적지를 가진 경로가 Training set에 없기 때문이다. 따라서 동일한 목적지를 가지는 경로가 2개 이상 포함된 이동 경로들을 이용할 경우 좀 더 향상된 정확도가 나타날 것으로 판단된다. 또한 제안하는 방법의 유사도 비교 시에 소모되는 시간이 기존 방법들에 비해 1/2정도로 나타나 연산 비용을 낮추면서 예측 정확도를 유지할 수 있음을 확인할 수 있었다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 사용자와 타인과의 친밀도와 체류 시간을 고려한 의미 있는 장소 추출 방법을 제안하였다. 또한 추출된 의미 있는 장소를 이용하여 경로를 단순화하는 방법을 제안하였다. 스마트폰 등의 보급 확산으로 인해 사용자의 위치 정보를 이용한 서비스가 빠르게 확산되고 있는 환경에서, 연산 비용을 줄이고 모델링 된 정보 생성을 위한 방법으로, 상호작용 정보를 이용하여 친밀도를 계산하고, GPS 로그를 통해 체류 시간을 산출한 후 이를 이용하여 의미 있는 장소를 찾아낼 수 있음을 확인하였다. 또한, 이렇게 찾아낸 사용자의 의미 있는 장소를 이용하여 경로를 단순화하고 이를 이용하여 이동 경로를 예측할 경우 예측 정확도를 유지하면서 연산 비용을 낮출 수 있음을 확인하였다. 제안하는 방법의 검증을 위해 기존 방법과의 비교 실험을 통해 사용자 만족도가 향상됨을 검증하였고 기존 방법들과의 예측 정확도를 비교하여 제안하는 방법의 유용성을 평가하였다. 실험을 통한 결과에서, 제안하는 방법은 기존 경로 예측 방법 중 가장 높은 정확도를 보이는 알고리즘과 유사한 성능을 보이면서 연산 비용을 1/2가량 낮출 수 있는 방법임을 검증하였다.

참 고 문 헌

[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] A. Aljadhai 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.

[3] 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.

[4] Y, Chen, K. Jiang, Y. Zheng, C. Li and N. Yu, "Trajectory simplification method for loca-

tion-based social networking services," *Proceedings of the International Workshop on Location Based Social Networks*, pp. 33-40, 2009.
[5] L. Seunghoon, K. Bo-Keong, K. Jaekwang and L. Jee-Hyong, "A Path Prediction Method using Previous Moving Paths and Context Data," *Interantional Symposium on Advanced Intelligent Systems*, pp. 199-202, 2009.
[6] A. K. Dey and G. D. Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness," *CHI'2000 Workshop on the What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness*, 2000.
[7] K. Bo-Keong, L. Seunghoon, K. Jaekwang, and L. Jee-Hyong, "A Group Mining Method based on Personal Interaction in Mobile Environment," *Interantional Symposium on Advanced Intelligent Systems*, pp. 183-186, 2009.
[8] A. Ganesh, M. Haridasan, I. Mohomed, D. Terry, C. A. Thekkath, "StarTrack: a framework for enabling track-based applications," *Proceedings of the 7th international conference on Mobile systems, applications, and services*, pp. 207-220, 2009.
[9] D. H. Douglas and T. K. Peucker. "Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature," *The Canadian Cartographer*, vol. 10, no. 2, pp. 112 - 122, 1973.
[10] Y. Zheng, Q. Li, Y. Chen, X. Xie and W. Ma, "Understanding mobility based on GPS data," *Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing*, pp. 312-321, 2008.
[11] Y. Zheng, L. Zhang, X. Xie and W. Ma, "Mining interesting locations and travel sequences from GPS trajectories," *Proceedings of the 18th international conference on World Wide Web*, pp. 791-800, 2009.
[12] Y. Taebok and L. Jee-Hyong, "Representative Path Selection for Goal & Path Prediction," *IEICE TRANSACTIONS on Communications*, vol. E91-B, pp. 3516-3523, 2008.
[13] G. Yavas, D. Katsaros, O. Ulusoy, and Y. Manolopoulos, "A data mining approach for location prediction in mobile environments," *Data & Knowledge Engineering*, vol. 54, no. 2, pp. 121-146, 2005.
[14] D. Ashbrook and T. Starner, "Learning Significant Locations and Predicting User Movement with GPS," *6th IEEE International Symposium on Wearable Computers*, pp.77-83, 2002.
[15] T. Sohn, A. Varshavsky, A. LaMarca, and Y. Chen, "Mobility detection using everyday gsm traces," *Proceedings of UBICOMP*, pp. 212 - 224, 2006.

저 자 소 개

이승훈 (Seunghoon Lee)
2008년 : 성균관대 컴퓨터공학과 학사
2008년 ~ 현재 : 성균관대 임베디드 소프트웨어학과 석사과정

관심분야 : 지능시스템, 모바일AI, 사용자 모델링
Phone : +82-31-290-7154
Fax : +82-31-299-4637
E-mail : reinblame@skku.edu

김보경 (Bo-Keong Kim)
2009년 : 숙명여대 컴퓨터과학과 학사
2009년 ~ 현재 : 성균관대 임베디드 소프트웨어학과 석사과정

관심분야 : 지능시스템, 상황인식, 임베디드소프트웨어
Phone : +82-31-290-7154
Fax : +82-31-299-4637
E-mail : kbk1225@skku.edu

윤태복 (Taebok Yoon)
2001년 : 공주대학교 전자계산학과 학사
2005년 : 성균관대학교 컴퓨터공학 석사
2007년 : 성균관대학교 컴퓨터공학 박사수료

관심분야 : 사용자 모델링, 게임 인공지능
Phone : +82-31-290-7154
Fax : +82-31-299-4637
E-mail : tbyoon@skku.edu

이지형 (Jee-Hyong Lee)

1993년 : 한국과학기술원 전산학과 학사
1995년 : 한국과학기술원 전산학과 석사
1999년 : 한국과학기술원 전산학과 박사
2002년 ~ 현재 : 성균관대 정보통신공학부 부교수

관심분야 : 지능시스템, 기계학습, 사용자 모델링
Phone : +82-31-290-7154
Fax : +82-31-299-4637
E-mail : jhlee@ece.skku.ac.kr