

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА МОБИЛЬНОСТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Разработана модель человеческой мобильности, позволяющая делать предположение о перемещениях пользователя на основе его активности в социальных сетях

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что модели движения и мобильности человека имеют высокую степень свободы и разнообразия, они также демонстрируют определённые паттерны из-за географических и социальных ограничений. Используя геоданные социальных сетей, можно определить, какие основные законы управляют движением и динамикой человека. Можно выделить три основных параметра человеческой мобильности [1-3]:

1. географическое движение, т.е куда человек движется;
2. временную динамику, т.е как часто он движется;
3. социальную сеть, т.е как социальные связи влияют на движение.

Далее будет рассмотрено взаимодействие всех трех параметров человеческой мобильности для разработки последовательной модели человеческого движения и динамики. В более широком контексте понимание и моделирование человеческой мобильности имеет много применений. Знание местоположения пользователей может помочь улучшить системы в той или иной степени использующие геолокацию, такие как сервисы такси, сети доставки товаров и алгоритмы рекомендации на основе местоположения [4].

I. МОДЕЛЬ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ

В качестве базы взята модель периодической мобильности (PMM), основанной на периодичности перемещений человека [7, 10]. Данная модель была предложена исходя из предположения, что большинство перемещений людей основано на периодическом движении между небольшим набором ключевых мест. Модель может обрабатывать неограниченное количество ключевых мест, но для примера рассмотрен случай наличия двух ключевых мест. Как пример взяты «работа» и «дом». В зависимости от времени суток движения человека будут сосредоточены вокруг дома, на работе или где-то между двумя местами, когда человек перемещается между ними.

Будет рассмотрено формальное описание модели Periodic Mobility Model (PMM) [4]. Пусть t текущее время дня, тогда $X_u(t)$ это географическое положение пользователя u при

времени t . Пусть $C_u(t) = H$ это состояние когда пользователь находится дома, соответственно $C_u(t) = W$ состояние на работе.

Положение пользователя затем определяется соответствующим распределением мест пребывания дома и на работе $P[x(t) = x|c_u(t)]$. Это означает, что в любой момент времени пользователь находится либо в «домашнем», либо в «рабочем» состоянии, и $P[c_u(t)]$ моделирует распределение вероятностей по состоянию пользователя во времени. Затем производим распределение по возможным точкам регистрации независимо для обоих состояний.

Модель фактически представляет собой смесь распределений с двумя состояниями зависящих от времени. Это означает, что модель классифицирует каждую регистрацию пользователя как сгенерированную «домашним» или «рабочим» состоянием. Временная часть модели управляет переходом между состояниями, и в зависимости от географического положения, регистрируется изменяющаяся во времени смесь двух не зависящих от времени 2-мерных гауссовых распределений.

Распределение вероятностей по местоположению пользователя в данный момент времени представляет собой смесь распределений «домашнего» и «рабочего» мест, где коэффициенты смешения регулируются временной моделью (в соответствии с текущим состоянием человека) [5,6]:

$$P[x(t) = x] = P[X_u(t) = x|c_u(t) = H] \cdot P[c_u(t) = H] + P[X_u(t) = x|c_u(t) = W] \cdot P[c_u(t) = W] \quad (1)$$

Это означает, что в любой момент времени человек находится либо в «домашнем», либо в «рабочем» состоянии, и моделирует распределение вероятностей по состоянию пользователя во времени. Затем производится распределение по возможным точкам пребывания независимо для обоих состояний. (рисунок 1).

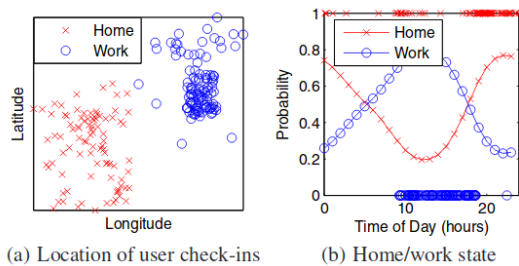


Рис. 1 – Модель периодической мобильности. (а) Места пребывания, основанные на домашнем / рабочем состоянии. (б) Распределение состояний по времени.

II. МОДЕЛЬ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Модель периодической и социальной мобильности (*PSMM*) является расширением модели *PMM* [8,9]. Чтобы включить информацию о социальной сети в модель, мы вводим другую классификацию регистрации, где означает, что регистрация является социальной (непериодической), а означает, что периодически. Модель мобильности *PSMM* тогда становится: Модель выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned}
 P_u[x(t) = x] &= P[x(t) = x | z_u(t) = 1] \cdot \\
 &\cdot P[z_u(t) = 1] + P[x(t) = x | z_u(t) = 0] \cdot \\
 &\cdot P[z_u(t) = 0]
 \end{aligned} \quad (2)$$

где $P[x(t) = x | z_u(t) = 0]$ - модель периодической мобильности. Учитывая, что пользователь и выполняет регистрацию через социальную сеть, вероятность того, что пользователь зарегистрируется в определенном месте, определяется двумя факторами: сколько времени прошло с того момента, как у друга w произошла регистрация, и расстояние от u до w . Определена зависимость плотность вероятности местоположения пользователя в процессе перемещения между домом и работой от времени суток (рисунок 2).

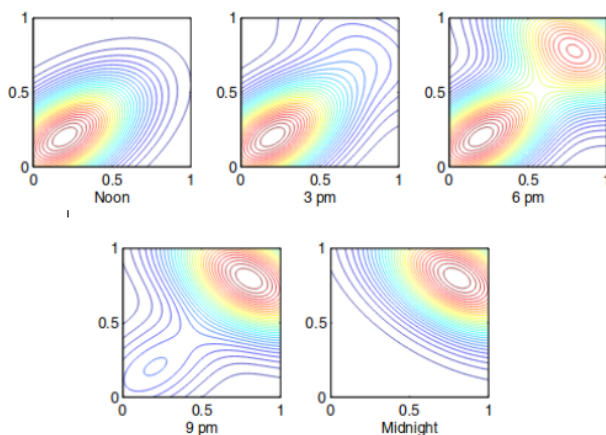


Рис. 2 – Модель периодической мобильности: плотность вероятности местоположения пользователя во времени при переходе пользователя от «работы» к «дому».

Предыдущие исследования показали, что мобильность человека может быть смоделирована на основе броуновского движения с длиной шага имеющей гауссовское распределение [5]. На основе этого наблюдения мы моделируем расстояние между источником сообщения и расположением социального события как Гауссовское распределение, на среднее и дисперсию которого могут влиять различные факторы. Необходимо выявить ключевые факторы из мобильности пользователя, контента сообщения и особенности социальных отношений. С помощью регрессионного анализа на основе гауссовских процессов появляется возможность делать предсказание о дальнейшем местонахождении пользователя [6]. *PSMM* обеспечивает улучшение на 25% по сравнению с *PMM* по средней ожидаемой ошибке по расстоянию. С увеличением базы данных социальной сети повторная регистрация двух связанных пользователей в одном и том же месте станет более частой, и тогда *PSMM* даст еще большее улучшение по сравнению с периодической моделью *PMM*.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модель объединяет периодические модели повседневного движения с эффектами социального движения, исходящими из общественных связей и позволяет делать прогноз о перемещениях пользователя в зависимости от его активности в социальных сетях.

IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Backstrom, E. Sun, and C. Marlow. Find me if you can: Improving geographical prediction with social and spatial proximity. In WWW '10, pages 61–70, 2010.
2. Гольденберг и М. Леви. Расстояние не умерло: социальное взаимодействие и географическая дистанция в эпоху Интернета. Arxiv, abs / 0906.3202, 2009.
3. Эубанк, Х. Гуклу, В. С. Анил Кумар, М. В. Марате, А. Сринивасан, З. Торожкай и Н. Ван. Моделирование всплеск заболеваний в реалистичных городских социальных сетях. Природа, 2004.
4. Song, Z. Qu, N. Blumm, and A. Barabási. Limits of predictability in human mobility. Science, 2010.
5. Zheng, L. Zhang, X. Xie, and W.-Y. Ma. Mining interesting locations and travel sequences from GPS trajectories. In WWW '09, pages 791–800, 2009.
6. Lee, S. Hong, S. J. Kim, I. Rhee, and S. Chong. SLAW: A new mobility model for human walks. In INFOCOM '09, pages 855–863, 2009.
7. Eagle, A. Pentland, and D. Lazer. Определение структуры сети дружбы с помощью данных мобильного телефона. PNAS, 2009.
8. Lambiotte, V. Blondel, C. Deckerchove, E. Huens, C. Prieur, Z. Smoreda, and P. Vandooren. Geographical dispersal of mobile communication networks. Physica A, 387(21):5317–5325, Sept. 2008.
9. D. Liben-Nowell, J. Novak, R. Kumar, P. Raghavan, and A. Tomkins. Geographic routing in social networks. PNAS, 2005.
10. N. Eagle and A. Pentland. Eigenbehaviors: Identifying structure in routine. Behavioral Ecology and Soc., 2009.