



5. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н., Шарафутдинов И.И. Помехоустойчивость средств вычислительной техники при динамических изменениях напряжения сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 105–115.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М. Анализ качество электроэнергии в однофазной сети электропитания 220 Вольт 50 Герц // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2012. – №7-8. – С. 63-71.

7. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Зиатдинов И.Н. Анализ функционирования вычислительной техники при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – №7-8. – С. 98-105.

8. Optical bus of centralized relay protection and automation system of medium voltage switchgear for data collection and transmission / I.N. Lizunov, E.A. Khuziyakhmetova, R.I. Ermeev, R. S. Misbakhov // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2017, No. 7S, Vol. 9. pp. 763-787.

А.А. Царёв, А.Ю. Привалов

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ И МОДЕЛИ ТИПА SLAW ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ПОДВИЖНОСТИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Введение

Наличие адекватной модели перемещений узлов в беспроводных сетях очень важно для корректной оценки характеристик при моделировании поведения реальных сетей. Это особенно важно для такого класса беспроводных сетей, как сети, толерантные к задержкам – DTN. Данные сети характеризуются короткими сеансами связи, поэтому в некоторый момент времени фактического соединения между источником сообщения и его получателем может не существовать, а появиться он может только в случае изменения положения узлов сети. Поэтому адекватность модели перемещений реальной ситуации является ключевым фактором в правильной оценке таких фундаментальных характеристик протоколов DTN сетей, как вероятность доставки сообщения и распределение вероятностей задержки доставки пакета. Поэтому в течение последнего десятилетия многие работы были посвящены исследованию реальных человеческих перемещений и разработке адекватной им модели.

В последнее время [1, 2 3] был разработан новый тип моделей, который можно обозначить как SLAW-подобные модели (Self-Similar-Least Action Walk), и которые способны одновременно смоделировать несколько важных особенностей реальных человеческих перемещений: распределение расстояний между соседними путевыми точками, распределение времени остановок в них, кластеризацию путевых точек, и самоподобный характер их расположения



внутри кластеров. Также данные модели очень точно моделируют распределение времени между взаимодействием узлов (ICT), являющееся важнейшей характеристикой адекватности модели мобильности.

Однако, данные модели обладают и некоторыми существенными недостатками, затрудняющими их использование во многих важных для практики ситуациях. Для того, чтобы модели типа SLAW действительно адекватно отражали моделируемую подвижность, для них необходимо вычислить довольно много параметров, используя весьма большой набор данных о моделируемой ситуации (см., [1, 2, 3]): необходимо иметь не только набор локаций для данной карты, но и количество путевых точек на трассе каждого узла в каждой локации, а также данные по эмпирической дисперсии распределения этих путевых точек по сегментам каждой из локаций.

Это означает, что для того, чтобы настроить модель на адекватное моделирование мобильности на какой-либо карте, практически необходимо обязательно иметь реальные трассы мобильности на данной карте, откуда путем специальной обработки получить необходимые параметры. Понятно, что во многих практических ситуациях такие данные могут отсутствовать. При этом, если расположение кластеров ещё можно примерно представить и без наличия реальных трасс, так как они образуются в тех местах, где люди проводят много времени – в зданиях, где работают или учатся, у аттракционов в парке отдыха и т.д., то количество путевых точек на индивидуальной трассе в каждой локации оценить сложнее. Это, по нашему мнению, является главным недостатком данной модели.

Ранее в работах [4, 5] была представлена *гибридная модель человеческой мобильности*, которая сочетает в себе особенности модели, основанной на перемещениях Леви и особенности модели SLAW, но по вычислительной сложности является эффективнее чем SLAW, а также не требует столько предварительной детальной информации для своего запуска, однако она давала более плохую оценку характеристики ICT. В данной работе мы продемонстрируем совместную работу двух моделей, с целью избавления о необходимости знать много данных о реальной ситуации.

Совместное использование гибридной и SLAW моделей

Когда у нас нет реальных трасс перемещений пользователей, то набор локаций можно определить примерно (опираясь на рельеф местности, социальные объекты), а набор дисперсий на каждом уровне разбиения территории и количество путевых точек в каждой локации у нас отсутствуют. С этой точки зрения, гибридную модель предлагается использовать для получения этих самых входных данных для запуска более точной модели SLAW.

Для сравнения гибридной модели и модели SLAW, они были реализованы в среде имитационного моделирования OMNeT++ с помощью фреймворка INET (подробнее описано в работе [4]). В работе представлены результаты для набора данных с территории института KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology), из коллекции [6]. Эти данные использовались для нахождения реальных путевых точек, кластеров путевых точек и других параметров



для SLAW и гибридной моделей. При анализе территории KAIST было определено из реальных данных 48 локаций. Гибридная модель в процессе своей работы генерирует набор точек, образующих кластеры в каждой локации. По данному набору точек (и по наборам от других моделей) вычисляется набор дисперсий по алгоритму из [3]. Количество точек в каждой локации получается близко к реальному значению, и может варьироваться путём изменения параметров генератора Леви для пауз в путевых точках.

Для сравнения результатов моделирования трасс используется сравнение функций CCDF (Complementary Cumulative Distribution Function) вида:

$$\bar{F}(x) = P(X > x) = 1 - F(x). \quad (1)$$

для длины перемещений между последовательными точками.

Для гибридной модели значения параметров генератора случайных чисел Леви, представляющих длины прыжков и времена пауз в путевых точках соответственно равны $\beta = 0.5$, $c_\beta = 30.0126$, $\alpha = 0.326267$, $c_\alpha = 2.23069$ – данные значения обеспечили достаточное число путевых точек и сходство распределений ICT. На рисунке 1 представлены функции CCDF для длин перемещений. Они показывают, что гибридная модель имеет схожие результаты по моделированию длин перемещений с моделью SLAW.

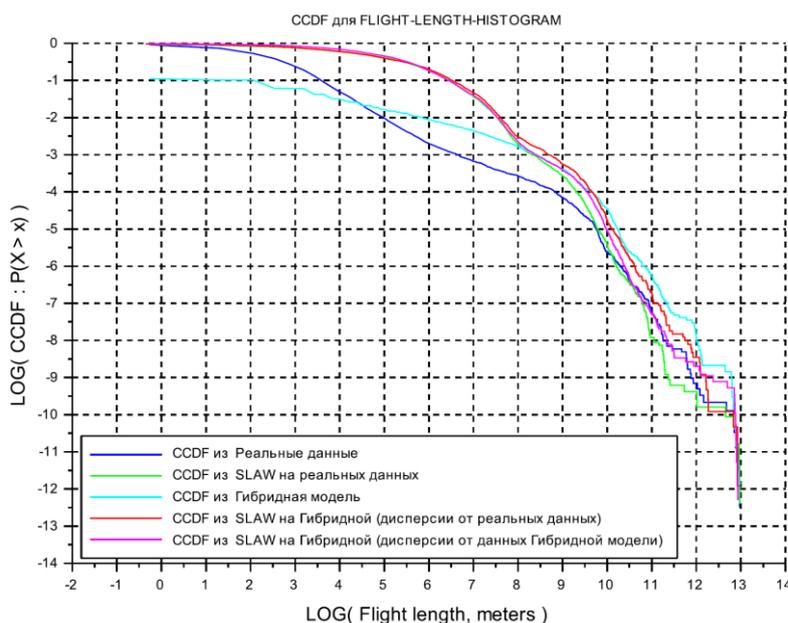


Рис. 1. Функции CCDF (1) для длины перемещений в логарифмических осях координат

Графики дисперсий DX полученных точек от гибридной модели в зависимости от количества подобластей N^l на уровне l представлено на рисунке 2. Графики ICT для тех же результатов представлены на рисунке 3.

Всего вычисляется 9 дисперсий на каждом уровне: на нулевом уровне дисперсия равна 0, а на графиках рисунка 2 представлены с 1ого по 8й уровни. Представлены графики: дисперсий для реальных данных (синий); дисперсий набора точек, полученных в результате запуска SLAW на реальных данных (зелёный); дисперсий набора точек от гибридной модели (голубой); дисперсий



набора точек от модели SLAW, запускаемой на путевых точках от гибридной модели с дисперсиями от реальных данных (красный); дисперсий набора точек от модели SLAW, запускаемой на путевых точках от гибридной модели с дисперсиями от точек гибридной модели (розовый). Нас интересует последний вариант, так как в этом случае мы работаем только с выходными данными гибридной модели. На рисунке 2 можно видеть, что все графики на первых 4 уровнях очень близки. На следующих уровнях большое расхождение с реальными данными, но результаты от моделей все очень близки между собой. А главное, что результаты запуска SLAW на реальных данных и SLAW на точках и дисперсиях от гибридной модели очень близки.

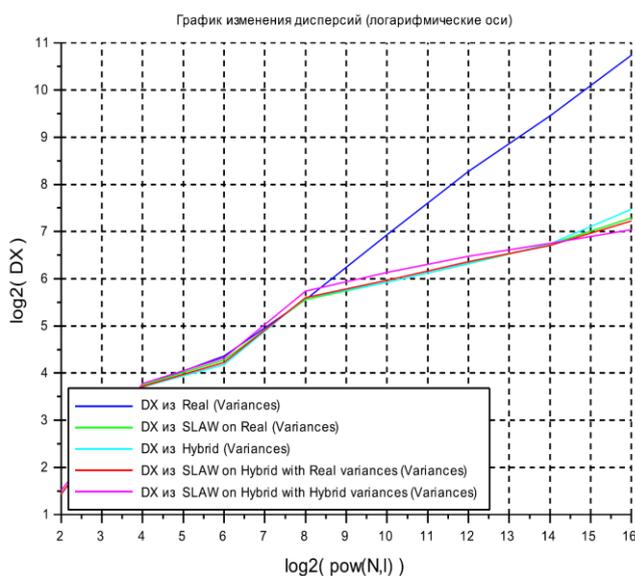


Рис. 2. Графики дисперсий

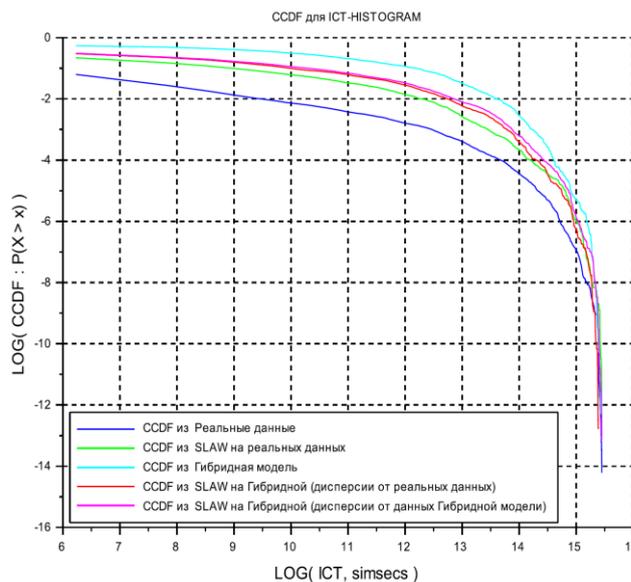


Рис. 3. Функции CCDF для ICT

Из сравнения графиков рисунка 3 видно, что гибридная модель, сама по себе, хуже моделирует близость ICT, в то время как SLAW на реальных данных ближе всего моделирует ICT к реальной ситуации. Однако полученные результаты для SLAW на основе точек и дисперсий от гибридной модели очень близки к результатам SLAW на реальных данных.

Заключение

В данной работе мы продемонстрировали, что не имея реальных данных о конкретной области, мы можем используя гибридную модель получить первое приближение реальных перемещений, и на основе этого приближение запустить более точную модель SLAW, заплатив за это небольшим ухудшением качества моделирования характеристики ICT.

Литература

1. Rhee, I. On the Levy-Walk Nature of Human Mobility / I. Rhee, M. Shin, S. Hong, K. Lee, S. J. Kim, S. Chong // IEEE/ACM Transactions On Networking. – 2011. – Vol. 19, No. 3. – P. 630–643.



2. Lee, K. SLAW: Self-Similar Least-Action Human Walk / K. Lee, S. Hong, S. J. Kim, I. Rhee, S. Chong // IEEE/ACM Transactions On Networking. – 2012. – Vol. 20, No. 2. – P. 515–529.

3. Lee, K. Demystifying Levy Walk Patterns in Human Walks / K. Lee, S. Hong, S. J. Kim, I. Rhee, S. Chong // In: *Technical Report*, CSC, NCSU. [Electronic resource]. – 2008. – URL: http://research.csc.ncsu.edu/netsrv/sites/default/files/Demystifying_Levy_Walk_Patterns.pdf. (дата обращения 20.03.2018).

4. Privalov, A. Yu. Hybrid Model of Human Mobility for DTN Network Simulation / A. Yu. Privalov, A. A. Tsarev // Proceedings of 30th European Conference on Modelling and Simulation (ECMS2016), г. Регенсбург, Университет прикладных наук. – 2016. – С. 419–424.

5. Tsarev, A. A. Characteristics comparison of DTN networks routing protocols using hybrid model of nodes' mobility / A. Yu. Privalov, A. A. Tsarev // In Proceedings of the Mathematical Modeling Session at the International Conference Information Technology and Nanotechnology (MM-ITNT 2017), Samara National Research University, Samara, Russia, 24-27 April. – 2017. – P. 187-190.

6. Kotz, D. CRAWDAD: A community resource for archiving wireless data at Dartmouth / D. Kotz // Dartmouth College, Hanover, NH. [Electronic resource]. – 2018. – URL: <http://www.crowdad.org/index.html> (дата обращения 20.03.2018).

Д.Э. Цыганков, А.Ф. Похилько

ИНТЕГРАЦИЯ 3D-МОДЕЛИ С ИНФОРМАЦИЕЙ О КОНСТРУКТОРСКОЙ СТРУКТУРЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО ИЗДЕЛИЯ

(ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»)

Результатом процесса технического проектирования (также называемого конструированием) является комплект конструкторской документации (КД), описывающей *конструкцию* изделия. Под *конструкцией* изделия понимается экземпляр материализации его конструкторской структуры (КСИ) [1]. В САПР – основном инструменте инженера-проектировщика конструкция отображается 3D-моделью и, зачастую [2], может представлять собой полноценную КД, т.е.:

$$CAD : \text{Констр}(\text{Изд}) \rightarrow \text{Мод}^{3D}(\text{Изд}), \quad (1)$$

где $\text{Констр}(\text{Изд})$ и $\text{Мод}^{3D}(\text{Изд})$ – это конструкция и 3D-модель проектируемого изделия соответственно.

Основной проблемой отображения конструкции изделия в САД-системах является ограниченная информативность: в подавляющем большинстве случаев лишь геометрическая, реже структурная и крайне редко – конструкторская информация [3]. Причины этого рассматриваются в работе [4]; в ней также сформирован ряд критериев достижения наибольшей информативности при отображении конструкторских решений в САД-системе, которые звучат следующим образом: «*отображение подробной информативности о конструкторской*