

Ю. Ю. Терентьева (Москва, ЦИТиС). **Метод Эрдеша-Реньи для генерации атрибутов сети связи в процессе моделирования ее функционирования.**

УДК 004.942+621.39

DOI https://doi.org/10.52513/08698325_2024_31_1_1

Резюме: Рассматривается процесс разработки цифрового двойника сети связи в части генерации модели сети связи, включающей информационные направления. Вариативность информационных направлений приводит к различным подходам к их формированию. Предлагается и обосновывается метод Эрдеша-Реньи для генерации информационных направлений модели сети связи. Приводятся некоторые результаты разработки цифрового двойника сети связи.

Ключевые слова: Сеть связи, моделирование сети связи.

Рассмотрим задачу случайной генерации сети связи. Условно случайную генерацию сети связи можно разделить на два модуля. Первый модуль будет касаться случайной генерации графа сети связи, но это не есть тема дальнейших рассуждений. Речь пойдет о втором модуле — случайной генерации множества корреспондирующих вершин, которые задают непосредственно схему информационного взаимодействия между узлами сети связи. При этом, разумеется, как и в любой задаче моделирования, необходимо стремиться к более точной модели, имитирующей реальные сети связи.

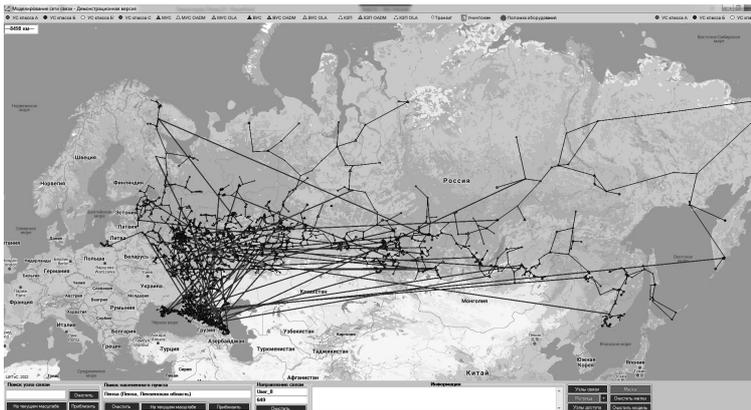


Рис. 1. Информационные направления сети связи

Важным аспектом при генерации множества корреспондирующих вершин будет являться связность этого «надграфа», поскольку она характеризует построение схемы информационного обмена пользователей сети связи (сразу определимся надграфом называть вершины исходной сети связи и смоделированные ребра — корреспондирующие пары узлов сети связи, не являющиеся ребрами графа сети связи). Поэтому среди существующих моделей случайных генераций графа целесообразным является обобщения модели Эрдеша-Реньи [1, 2].

Чрезвычайно важным и полезным в случае генерации сети связи является свойство модели, касающееся связности. А именно, пусть $p = c \ln(n)/n$ — вероятность появления корреспондирующей пары. Здесь n — это размерность графа сети связи, количество вершин. Если $c > 1$, то почти всегда случайный граф связан. Если $c < 1$, то почти всегда случайный граф не является связным. Мы имеем два параметра, варьируя которыми, можно получать связанные и несвязные надграфы.

В целом генерации случайных графов чрезвычайно актуальны в связи с необходимостью формирования тестовой базы для крайне востребованной задачи в сетях связи, именуемой организацией цифровой системы передачи. В целях повышения эффективности разработок программных обеспечений, решающих подобные задачи, целесообразно обратить внимание на качественное моделирование матрицы потоков в сетях связи. Это в свою очередь будет являться качественным шагом на пути к разработке цифрового двойника сети связи [3]. Пример моделирования информационных направлений модели сети связи с применением метода Эрдеша-Реньи приведен на рис. 1, пример работы программы моделирования функционирования сети связи — на рис. 2.

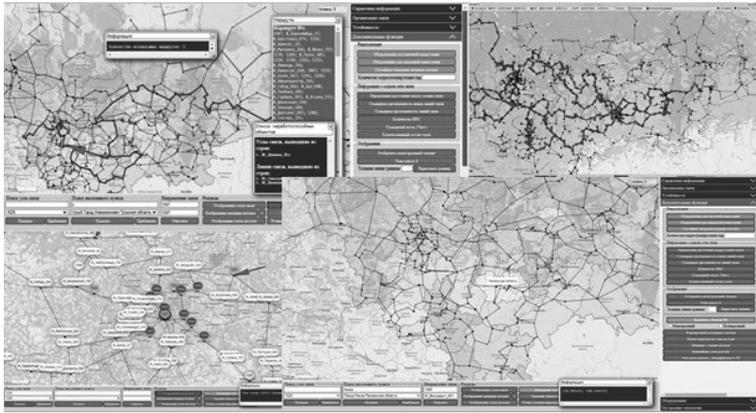


Рис. 2. Скриншоты работы программы моделирования сети связи

Очевидным образом возникает вопрос об эквивалентном условии связности надграфа при применении модели Эрдеша-Реньи. Предположим, что в качестве p может рассматриваться усредненная вероятность между вершинами. Поскольку сеть связи имеет, как правило, высокую размерность, то согласно центральной предельной теореме, можно предполагать о корректном использовании усредненного значения вероятностей между вершинами для рассмотрения теоремы модели Эрдеша-Реньи о связности, в нашем случае, надграфа. Более строгое доказательство будет приведено в дальнейшем. В настоящем эксперименты построения надграфа с различными вероятностями между вершинами не противоречат свойству связности при варьировании вышеупомянутыми двумя параметрами и подтверждают эффективность использования модели Эрдеша-Реньи для случайной генерации множества корреспондирующих пар сети связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Райгородский А. М.* Модели случайных графов и их применения. — Труды МФТИ, 2010, т. 2, № 4, с. 130–140. // *Raygorodsky A. M.* Random graph models and their applications. — Proceedings of the Moscow Institute of Physics and Technology. 2010, v. 2, № 4, p. 130–140. (In Russian.)

2. Берновский М. М., Кузюрин Н. Н. Случайные графы, модели и генераторы безмасштабных графов. — Труды института системного программирования, 2012, т. 22, с. 419–432. // *Bernovsky M. M., Kuzurin N. N. Random graphs, models and generators of scale-free graphs.* — Proceedings of the Institute of System Programming, 2012, v. 22, p. 419–432. (In Russian.)
3. Терентьева Ю. Ю. Прототип цифрового двойника сети связи. — 11-я Международная научная конференция «Дискретные модели в теории управляющих систем», М.: 2023, р. 98–104. // *Terentyeva Y. Y. Prototype of the digital twin of the communication network.* — 11th International Scientific Conference “Discrete Models in the theory of control systems”. М.: 2023, p. 98–104. (In Russian.)

Поступила в редакцию
28.VIII.2024

UDC 004.942+621.39

DOI https://doi.org/10.52513/08698325_2024_31_1_1

Terentyeva Y. Y. (Moscow, Center for Technologies of Information Systems and Executive Authorities). **The Erdos-Renyi method for generating attributes of a communication network in the process of modeling its functioning.**

Abstract: The Erdos-Renyi method for generating attributes of a communication network in the process of modeling its operation examines the process of developing a digital twin of a communication network in terms of generating a communication network model that includes information directions. The variability of information trends leads to different approaches to their formation. The Erdos-Renyi method for generating information directions of the communication network model is proposed and justified. Some results of the development of a digital twin of a communication network are presented.

Keywords: Communication network, communication network modeling.