

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета на диссертацию Хитрой Виталии Андреевны на тему «Теоретико-игровые меры центральности в сетях и приложения», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика

Актуальность темы исследования. Диссертация посвящена разработке теоретико-игровых мер центральности для социальных графов и применению таких мер при решении практических задач. В работе иллюстрируется возможность решения задач ранжирования районов города Петрозаводска, станций Санкт-Петербургского метрополитена и ряда других. С помощью мер центральности можно выделить ключевые или наиболее значимые узлы социального графа. Возможность использования результатов диссертации на практике является сильной стороной работы и важным ее преимуществом. Например, анализ графа Санкт-Петербургского метрополитена на основе ежедневного пассажиропотока позволяет выделить ключевые станции при выборе наиболее удачных мест размещения рекламы, или то, как введение в эксплуатацию новых станций метрополитена или закрытия существующих на реконструкцию повлияет на изменение «позиций» ключевых станций. Как справедливо отмечается в диссертации, с помощью мер центральности становится возможным анализировать распространение информации или заболеваний в популяции, исследовать информационное влияние и выявлять наиболее важных участников социальных сетей (лидеров мнений) и проч. Подобные практические задачи являются актуальными и имеют особое прикладное значение.

Научная новизна. Диссертация содержит новые результаты, представляющие научный интерес для исследователей в области теоретико-игрового анализа транспортных и социальных сетей. В диссертации предложены методы определения центральности вершин в ориентированных и неориентированных графах на основе вектора Майерсона для специальным образом построенной характеристической функции кооперативной игры и значений абсолютных потенциалов узлов электрической цепи, вычисленных с помощью матрицы Лапласа.

Степень достоверности. Теоретические результаты, изложенные в диссертации, приведены в виде формальных утверждений. Основные результаты диссертации опубликованы в профильных научных журналах, в частности, «Математическая теория игр и ее приложения», «Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления», Automation and Remote Control, и были представлены на 16-й Международной конференции «Теория игр и менеджмент» (GTM2023), 54-й Международной конференции аспирантов и студентов «Процессы управления и устойчивость», Всероссийской научной конференции «Теория и практика системной динамики».

Теоретическая и практическая значимость работы. Диссертация вносит вклад в развитие теории социальных сетей в части предложения и обоснования новых мер центральности. Практическая значимость работы обеспечивается демонстрацией применения теоретических результатов диссертации к анализу реальных транспортных сетей — транспортной системы города Петрозаводска и Санкт-Петербургского метрополитена.

Содержание работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка цитируемой литературы и приложения.

В первой главе обосновывается применение теоретико-игрового подхода к определению центральности вершин графа, который опирается на количество появлений вершин в путях разной длины. Эти величины ложатся в основу вводимой центральности на основе вектора Майерсона. Предлагается и обосновывается интегральная центральность вершины как определенный интеграл соответствующей компоненты вектора Майерсона с учетом дохода этой вершины, генерируемого от связи с другими вершинами графа. Приведены аксиомы, которым удовлетворяет интегральная центральность. Обсуждается центральность вершин на основе турнирной матрицы.

Во второй главе центральность вершин графа определяется в два этапа. На первом этапе ранжирование вершин производится с учетом значений абсолютных потенциалов узлов электрической цепи, а на втором — с применением турнирной таблицы.

В третьей главе иллюстрируется применимость предложенных теоретико-игровых мер центральности к транспортной системе города Петрозаводска, Санкт-Петербургского метрополитена, муравьиной колонии и социальной сети саги «Звездные войны».

Работа содержит интересные и оригинальные результаты и выполнена на хорошем математическом уровне.

Отмечу ряд **замечаний и комментариев**, которые не снижают общее положительное впечатление от работы.

1. Стр. 16: вектор Майерсона действительно рассчитывается путем вычисления вектора Шепли, но для этого нужно переопределить изначально заданную характеристическую функцию с учетом графа связей. В тексте диссертации это явным образом не отмечается.
2. Поскольку сила коалиции определяется схожим образом с подходом, используемым в работе Jackson, M., & Wolinsky, A. (1996). *A strategic model of economic and social networks. Journal of Economic Theory, 71(1), 44-74*, то также возможно определять центральность не только с учетом суммарного дохода, генерируемого вершиной от связей с остальными вершинами графа, но и принимая во внимание затраты ввиду наличия инцидентных этой вершине ребер. Различные комбинации параметров дохода и затрат могут привести к возникновению новых интересных эффектов.
3. На стр. 73 отмечается, что *«информацию о корреспонденциях можно получить из опросов населения или по информации, полученной с помощью видеокамер, установленных на дорогах»*. Разумеется, это не исчерпывающий перечень способов получения информации о корреспонденциях. Возможно также использование и других способов, которые могут обладать даже большей точностью, нежели опросы населения. К ним можно отнести использование в реальном времени информации о геолокации устройств пользователя или же использование информации с транспортных карт пассажиров, регистрирующих начальный и конечный пункт перевозки (в ряде метрополитенов и некоторых других видах наземного общественного транспорта).
4. Стр. 77: *«...на приблизительном количестве сотрудников, обычно работающих в организациях такого типа, так и на привлекательности подобных организаций для посетителей»*. Здесь формально не приводятся количественные оценки веса организаций и их привлекательность для посетителей. Используются слова «приблизительный», «обычно».
5. В работе не хватает анализа (в том числе статистического) близости ранжировок, опирающихся на разные подходы к определению центральности вершины. Это осо-

бенно заметно в третьей главе диссертации, где используется статистическая информация.

6. В работе нет какого-то либо руководства к использованию предлагаемых методов ранжировок и обсуждению того, как они могут помочь при принятии управленческих решений. Есть, впрочем, некоторые попытки, как, например, для «...оценки более выгодных мест для размещения рекламы» (стр. 100). В ближайшие два года запланировано открытие новых станций Санкт-Петербургского метрополитена. Интересно было бы понять, как их открытие изменит ранги станций (это также относится и к станциям, временно закрывающимся на реконструкцию и капитальный ремонт, что приводит к изменению графа и, как следствие, рангов станций). Этот комментарий в равной степени имеет отношение и к сети автодорог города Петрозаводска.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Хитрой Виталии Андреевны на тему «Теоретико-игровые меры центральности в сетях и приложения» соответствует специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем ученой степени мною не установлено.

Диссертация соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ.

Председатель диссертационного совета,
Доктор физико-математических наук, доцент,
профессор Кафедры математической теории игр
и статистических решений Санкт-Петербургского
государственного университета

25 июня 2024 г.



А. А. Седаков