

ОТЗЫВ

Члена диссертационного совета Гуртова Андрея Валерьевича 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. Диссертационная работа Хитрой Виталии Андреевны посвящена методам анализа структуры графов, где в качестве вершин выступают игроки. В работе автора рассматривается проблема оценки центральности вершин в графах, которая является фундаментальной для анализа сложных сетей в различных областях. Предлагается теоретико-игровой подход к нахождению значения центральности вершин как неориентированных, так и ориентированных графов. Большое внимание уделено применению данных методов к транспортным сетям, с их помощью проведено исследование существующей транспортной сети г. Петрозаводск.

Научная новизна. Автором предлагается ряд новых подходов к вычислению значений центральности вершин графа. В работе описаны методы нахождения центральности вершин в ориентированных и неориентированных графах, основанные на числе появлений вершин в путях фиксированной длины, вводится понятие интегральной центральности как значения определенного интеграла от функции дележа. Также в работе предложен метод оценки центральности вершин графа, основанный на значениях абсолютных потенциалов узлов электрической цепи, вычисленных с помощью матрицы Лапласа, и метод оценки центральности вершин графа с взвешенными вершинами, основанный на суммарной работе по переносу зарядов между узлами электрической цепи.

Содержание работы. Объем работы составляет 126 страниц в версии на русском языке, включает введение, три главы, заключение, список литературы и приложение. Работа содержит большое число рисунков, иллюстрирующих примеры, в которых автор демонстрирует полученные теоретические результаты.

В первой главе описан теоретико-игровой подход к вычислению центральности вершин графа, основанного на числе появлений вершин в путях. Описано использование вектора Майерсона в качестве меры центральности для ориентированных графов, предложена модификация вектора Майерсона для неориентированных графов. Вводится понятие интегральной центральности, как определенного интеграла от функции дележа в кооперативной игре, где характеристическая функция определяется с помощью числа суммарного появления вершины графа в простых путях.

Во второй главе при работе с графом используется модель электрической цепи. Предложена двухэтапная процедура ранжирования вершин графа с

взвешенными ребрами, где на первом этапе вершины ранжируются на основании абсолютных потенциалов при последовательной подаче тока во все узлы цепи, на втором этапе используются методы теории голосования. Также для графа с взвешенными ребрами и вершинами предлагается процедура ранжирования, основанная на суммарной работе, необходимой для переноса заряда между узлами электрической цепи.

В третьей главе автор описывает применение предложенных в работе методов для исследования реальных систем. Подробно описан процесс построения модели транспортной системы Петрозаводска.

Степень достоверности. Все результаты диссертационного исследования представлены достаточно полно, автор корректно использует математические методы. Ссылки на использованную литературу расставлены верно. Результаты работы Хитрой В.А. докладывались на международных и Всероссийских конференциях, в том числе The Sixteenth International Conference on Game Theory and Management (GTM2023), а также на семинарах Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН и на семинаре Института проблем управления РАН. Кафедра математической теории игр и статистических решений СПбГУ рекомендовала диссертацию к защите. Результаты диссертационного исследования достаточно полно представлены в научной печати, в том числе в известных в области теории игр изданиях: Математическая теория игр и ее приложения, Automation and Remote Control. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработка новых методов вычисления центральности вершин графа позволяет не только более точно определять важность каждого элемента сети, но также способствует оптимизации и улучшению работы сети в целом. Такие методы применимы для анализа сложных систем, включая социальные сети, транспортные системы, биоинформатику и многие другие области. Предложенные автором методы могут стать основой для дальнейших теоретических исследований в области сетевого анализа. Результаты работы могут быть применены для решения конкретных прикладных задач. Также при написании работы были получены аналитические выражения для нахождения значений центральности вершин для ряда частных случаев.

Замечания по содержанию работы.

1. Модель дорог г. Петрозаводска не рассматривает улицы с односторонним движением и количество полос для движения. Динамика модели не используется для анализа эффекта закрытия ключевых дорог, например для ремонта мостов.
2. Не дана оценка вычислительной сложности предложенных алгоритмов (например NP класс). Каковы практические размеры данных, которые могут быть обработаны в сжатые сроки или в реальном времени?

Отмеченные замечания не влияют на общее положительное впечатление от работы и могут быть учтены автором при дальнейших исследованиях.

Заключение. Диссертация Хитрой Виталии Андреевны «Теоретико-игровые меры центральности в сетях и приложения» посвящена решению актуальной проблемы, содержит новые теоретические результаты, которые могут быть применены на практике при анализе сетевых структур. Диссертационная работа соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Хитрая В.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета

Ученая степень, ученое звание, должность



Доктор философии, профессор

Гуртов А.В.

Дата

Линчепинг, 26 июня 2024.