

Суб-оптимальные распределения миграционных потоков средствами chip-firing сетей.

Кондрашов И.С. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Гусарова Н.Ф. (ИТМО)

Введение. Chip-firing сеть представляет собой вариацию сети распределения некоторого потока от вершины к ее соседям, основой которой является принудительная релокация «излишков» потока на вершине, если он равен или превышает сумму весов между этой вершиной и ее соседями. Такие сети удобны для репрезентации пограничных миграций и миграций внутри замкнутого контура (например, экономического объединения) и позволяют гибко задавать условия для релокации, используя в основе методы экономического планирования. Значимость описанного подхода исходит из факта, что на данный момент регулировка миграционных потоков осуществляется силами отдельных государств и зачастую не отвечает требованиям рынков экономических объединений в части дефицита рабочей силы. Данная работа призвана представить концепт суб-оптимального распределения потока мигрантов по контуру экономического сообщества с учетом требования оптимальности для каждого агента сети и сообщества агентов как коалиционной структуры.

Основная часть. С помощью теоретико-игровых моделей на графе решаются следующие задачи:

- 1) Chip-firing сеть приводится к виду модели агентов и границ с вычислением вводных параметров вершин и ребер графа. Все базовые компоненты берутся из БД соответствующей экономической зоны и приводятся к виду параметров агента сети¹;
- 2) Моделируются функции выигрышей и потерь, основанные на конечном значении потока на вершине, на базе существующих экономических моделей (модель Солоу)² или вычисляются по методу минимального RMSE/MAE³ на базе четырех последних лет;
- 3) Программируется поведение агентов внутри модели и закладываются принципы «голосования» на итерациях игры (в базовой модели обыгрывается ситуация «эгоистичного» агента с одной исторической итерацией);
- 4) Вычисляется суб-оптимальное распределение потока на вершинах исходя из сальдо прибыли сообщества агентов при достижении квоты голосования за прекращение игры.

¹ <https://gborjas.scholars.harvard.edu/sites/g/files/omnuum4696/files/gborjas/files/jole2026a.pdf>

² <https://gborjas.scholars.harvard.edu/sites/g/files/omnuum4696/files/gborjas/files/w25836.pdf>

³ <https://www.int-res.com/articles/cr2005/30/c030p079.pdf>

Выводы. Получена базовая теоретико-игровая модель распределения миграционного потока внутри экономической структуры с опорой на самостоятельных агентов в сети равноправного голосования. Представляется возможным развитие и интеграция модели в практические системы распределения миграционных потоков с целью заполнения и контроля рынков труда стран внутри экономической зоны/объединения.

Список использованных источников:

[1] Cort J. Willmott, Kenji Matsuura. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance // CLIMATE RESEARCH. – 2005, – Vol. 30: 79–82 p.

[2] George J. Borjas and Anthony Edo. Gender, Selection into Employment, and the Wage Impact of Immigration // JOURNAL OF LABOR ECONOMICS. – 2026. – Working paper.

[3] George J. Borjas. Immigration and economic growth // NBER WORKING PAPER SERIES. – 2019. – Working paper 25836.