УДК 519.7-8

Применение методов динамической теории графов для проектирования топологий сетей подвижных абонентов

А.А. Кочкаров[1,2,3]

[1]Московский физико-технический институт

[2]«РТИ»

[3]Финансовый университет при Правительстве РФ

Динамический граф, как модель динамической сети, представляет собой последовательность «классических» графов, не имеющих параллельных ребер и петель, переход между которыми описывается различными теоретико-графовыми операциями (удаление/ добавление ребра [1], удаление/ добавление вершины [1], замена вершины затравкой [2], приоритетное присоединение вершин и ребер [3] и т.д.). В общем случае динамический граф представляет собой последовательность конечных невзвешенных (не всегда связных) графов, в которой переход к последующему графу осуществляется применение четко определенной операции.

Если в классической теории графов ключевой экстремальной задачей является поиск подграфа (или остова) с заданными характеристиками (например, поиск дерева минимального веса), то для динамической теории графов основная задача – установление связи между решениями экстремальной задачи на различных «классических» («стационарных») графах, составляющих динамических граф. Если решения на различных графах сопоставимы по заданным критериям, то можно говорить о свойстве *наследственности в классе динамических графов*, объединенных общими правилами перехода в образующих их последовательностях графах. Логичным продолжением этой задачи становится задача установление формализованной связи между свойством наследственности и операциями перехода в траектории, образующими динамический граф. В случае установления такой связи можно говорить о программируемой самоорганизации [4], т.е. получении гарантированных наследственных структурных свойств и характеристик динамических графов.

Идеология и методы динамической теории графов особенно полезны при конструировании командно-информационного взаимодействия подвижных абонентов в сетевых системах [4]. Сетевые системы следует понимать как технические системы, в основе функционирования которых лежат сети. В этом смысле сетевые системы – в большей степени инженерное понятие, чем строгое математическое. Особый интерес представляют сети с подвижными абонентами (датчиками, сенсорами). Обеспечение качественной связи в таких сетях – чрезвычайно актуальная задача. Решение этой задачи повысит связность и скорость передачи информации между мобильными абонентами, сократит затраты на наземный сегмент сети за счет маршрутизации и ретрансляции между подвижными узлами. Трудоемкость этой задачи растет с увеличение количества абонентов сети. При этом очевиден тот факт, что наибольшей эффективности работы систем можно добиться при помощи скоординированных действий абонентов сети. В последнее десятилетие в трудах зарубежных и отечественных теоретиков все чаще можно встретить разработки в областях, связанных с совершенно новой концепцией организации действий стай и команд. Вместе с тем подавляющая часть существующих алгоритмов сетевого взаимодействия имеют очень ограниченную область приложения, по сути, представляя собой конкретные инженерные решения.

Зарождающаяся динамическая теория графов может стать теоретической базой для конструирования алгоритмов командно-информационного взаимодействия подвижных абонентов в сетевых системах. Топология сети подвижных абонентов (роботов) не может быть строго фиксированной. Более того, топология вынуждена претерпевать изменения в силу различных обстоятельств, например, увеличения количества абонентов в сети. Поскольку передача информации в сети зависит от длины цепочки абонентов, то разумно при увеличении числа абонентов в сети не допускать увеличения его диаметра при присоединении каждого нового абонента. Это можно сделать, следуя алгоритму, сконструированному в самом тривиальном случае согласно требованиям теоремы 1.

Теорема 1. Для динамического графа, операция перехода которого в траектории определена как присоединение новой вершины к любому количеству непериферийных [1] вершин графа, диаметр не увеличивается, если в есть хотя бы она непериферийная вершина.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №13-01-00617).

Литература

1. *Емеличев В.А., Мельников О.И., Сарванов В.И., Тышкевич Р.И.* Лекции по теории графов. – М.: УРСС, 2009. – 392 с.

2. *Кочкаров А.А.* Структурная динамика: свойства и количественные характеристики предфрактальных графов. – М.: Вега-Инфо, 2012. – 120 с.

3. *Подлазов А.В., Щетинина Д.П.* Модель роста социальной сети // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2013. № 95. – 16 с.

4. *Малинецкий Г.Г.* Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. – М. : Эдиториал УРСС, 2012.