

Теоретико-игровой алгоритм формирования беспроводной сети с учетом помехН.И. Базенков¹¹ Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Рассматривается задача формирования топологии беспроводной ad hoc сети. Сеть состоит из расположенных на плоскости беспроводных узлов, которые могут изменять мощности своих передатчиков. Необходимо каждому узлу сети назначить такую мощность, чтобы сеть была связна, а сумма мощностей узлов – минимальна. Эта задача является *NP*-трудной, поэтому в литературе рассматриваются в основном эвристические алгоритмы, обеспечивающие приемлемое качество сети [1]. Близкая задача регулирования мощности рассматривалась в [2], но без учета топологии сети.

Один из подходов к разработке алгоритмов формирования топологии сети основан на применении методов теории игр [3], [4]. Каждый узел рассматривается как рациональный агент, максимизирующий свою функцию полезности. Таким образом, беспроводная сеть представляется как коллектив эгоистичных агентов. Такой подход может приводить к решениям, далеким от оптимального, для задач, в которых существует много равновесий Нэша.

В данной работе продолжается исследование предложенного ранее [5] метода двойного наилучшего ответа. Метод основан на идеях теории рефлексивных игр [6]. Классический метод последовательных «близоруких» наилучших ответов (myopic best response) предполагает, что каждый агент максимизирует свою полезность, считая, что действия других агентов в будущем останутся неизменными. В теории рефлексивных игр рассматриваются агенты, которые пытаются прогнозировать реакцию оппонентов на свои действия. Здесь эта идея формализована в виде метода выбора действия, названного двойным наилучшим ответом [5]. Узел сети предполагает, что его соседи будут реагировать на изменение мощности по правилу «близорукого» наилучшего ответа. При этом все узлы равноправны и каждый узел в свой ход выбирает, использовать ли ему двойной наилучший ответ или «близорукий». Агента, который использует двойной наилучший ответ, в дальнейшем будем называть лидером. Агента, использующего «близорукий» наилучший ответ – ведомым. В алгоритме двойной наилучший ответ используется, когда полезность уже нельзя увеличить с помощью «близорукого» правила выбора мощности.

Мы рассматриваем алгоритм формирования топологии, в котором агент-лидер учитывает в функции полезности не только собственную мощность, но и мощности соседних с ним узлов. Это можно интерпретировать как стремление снизить помехи, которые создают соседние передатчики. Показано с помощью вычислительных экспериментов, что такая модификация функций полезности снижает общие затраты в сети на 16%.

Полученные результаты показывают, что метод двойного наилучшего ответа позволяет агентам находить более эффективные с точки зрения коллективного блага решения при наличии в функциях полезности компонент, которые не зависят от действий самого агента. Этот результат потенциально может быть использован в других задачах с координацией большого количества агентов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 14-01-00422, 15-07-02488)

Литература

1. *Santi P.* Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks // Journal ACM Computing Surveys (CSUR). 2005. Vol. 37, Issue 2. P. 164-194
2. *Стефанюк В.Л., Цетлин М.Л.* О регулировке мощности в коллективе радиостанций // Проблемы передачи информации. 1967. Т.3, Вып.4. С. 49-57
3. *Komali R.S., MacKenzie A.B., Gilles R.P.* Effect of Selfish Node Behavior on Efficient Topology Design // IEEE Transactions on Mobile Computing. 2008. Vol.7, № 9. P. 1057-1070
4. *Xue M., Yang Q., Kwak K.S.* Algebraic connectivity aided energy-efficient topology control in selfish ad hoc networks // Wireless Networks. 2016. P. 1-11
5. *Базенков Н.И.* Динамика двойных наилучших ответов в игре формирования топологии беспроводной ad hoc сети // Управление большими системами. 2013. Вып. 43. С. 217-239
6. *Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г.* Рефлексивные игры. М.: СИНТЕГ, 2003. 149 с.