

А.В. ШОСТАК, канд. техн. наук, доц. НАУ «ХАИ»;
Ю.И. ДОРОШЕНКО, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ»

О ВЫБОРЕ КООРДИНАТ РАЗМЕЩЕНИЯ ТОЧЕК ДОСТУПА В WI-FI СЕТИ

Проанализированы два различных подхода к оптимизации взаимного расположения двух точек доступа в Wi-Fi сети с целью максимизации суммарной скорости передачи данных двумя группами абонентов посредством выбора координат двух точек доступа. Рассмотрено влияние способов расположения точек доступа, размеров области расположения абонентов и количества абонентов на суммарную скорость приема/передачи абонентов сети, при этом решалась задача разбиения n абонентов на две равные (с точностью до 1) части.

Ключевые слова: Wi-Fi сеть, точка доступа, оптимизация расположения.

Введение. Взаимное расположение работающих в разных частотных диапазонах точек доступа и абонентов в Wi-Fi сетях оказывает основное влияние на скорость приема/передачи данных абонентами. Поэтому задача размещения нескольких точек доступа в Wi-Fi сети является актуальной. В статье рассматриваются основные задачи, возникающие при размещении двух точек доступа, и приводятся результаты моделирования, позволяющие определить верхние границы скоростей приема/передачи для абонентов сети Wi-Fi.

Основная часть. Пусть точка доступа (ТД) в соответствии с протоколом 802.11a обеспечивает скорость до 54 Мбит/сек [1, 2], а абоненты сети осуществляют доступ к разделяемой среде с помощью метода CSMA/CA [2]. Кроме этого предположим, что скорость абонента обратно пропорциональна квадрату расстояния от абонента до ТД [1] и отсутствуют препятствия к распространению сигналов от ТД к абонентам. Пусть также расстояние между плоскостями расположения точек доступа и абонентов составляет h .

В общем случае задача выбора координат размещения двух точек доступа состоит в максимизации суммарной скорости передачи данных двумя группами абонентов посредством выбора координат двух точек доступа.

Алгоритм выбора координат размещения двух точек доступа реализует-ся посредством следующих шагов.

Первый шаг состоит в решении задачи разбиения n абонентов на две равные (с точностью до 1) части. При решении этой задачи было рассмотрено два способа ее реализации.

В первом способе прямоугольник, образованный минимальными и максимальными координатами абонентов, разбивается на две части по равному числу абонентов в каждой части (если высота прямоугольника больше ширины, то разбивка прямоугольника производится по координате X и по координате Y – в противном случае).

© А.В. Шостак, Ю.И. Дорошенко, 2015

Во втором способе решения задачи разбиения n абонентов на две примерно равные части на образованных абонентами n узлах неориентированного графа строится гамильтонов цикл минимальной длины. На основании этого цикла строится гамильтонова цепь посредством удаления из гамильтонова цикла ребра максимальной длины (гамильтонова цепь некоторым образом упорядочивает абонентов для их последующего разделения на части). Далее эта гамильтонова цепь делится на две связанные части. Число узлов в каждой части должно быть с точностью до 1 одинаково. При нечетном общем числе узлов также необходимо минимизировать суммарные длины частей гамильтоновой цепи.

В результате выполнения первого шага пронумерованное множество абонентов разбивается на два подмножества $n1$ и $n2$ примерно равных мощностей. Например, подмножество $n1$ будет обслуживаться первой точкой доступа и содержит номера абонентов, отнесенных к первой части

На втором шаге требуется определить координаты двух точек доступа, каждая из которых доставляет минимум сумме расстояний между соответствующей точкой доступа и абонентами ее группы при условии совмещения координат ТД с координатами одного из абонентов группы.

Математическая постановка данной задачи, например, для первой группы абонентов имеет следующий вид [3]:

$$(x_0^1, y_0^1) = \underset{(x_i^1, y_i^1) \in D^1}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^{\|n1\|} \sqrt{(x_i^1 - x_0^1)^2 + (y_i^1 - y_0^1)^2}, \quad (1)$$

где (x_0^1, y_0^1) – искомые координаты первой точки доступа;

(x_i^1, y_i^1) – координаты расположения i -го абонента первой группы абонентов;

D^1 – множество точек плоскости, задаваемых координатами расположения абонентов первой группы;

$\|n1\|$ – количество абонентов в первой группе.

В этом случае абонент, координаты которого совмещены с ТД, обладает максимальной скоростью и также максимизируется суммарная скорость абонентов группы. Задача выбора координат точки доступа в группе решалась с помощью метода полного перебора из всевозможных альтернатив и выбора решения, доставляющего минимум сумме расстояний между точкой доступа и абонентами ее группы. Например, число альтернатив для первой группы абонентов равно $\|n1\|$, где $\|n1\|$ – мощность множества $n1$.

Координаты выбранных таким образом центров двух звездообразных графов и являются координатами двух точек доступа.

В результате выполнения второго шага определяются координаты размещения двух точек доступа, рассчитываются скорости каждого абонента, суммарные скорости абонентов первой и второй частей и суммарная скорость всех абонентов.

Вычислительный эксперимент по исследованию алгоритмов поиска координат двух ТД позволил получить результаты, некоторые из которых приведены на рис. 1 и рис. 2.

На рис. 1 приведены результаты выбора координат двух точек доступа при разбиении абонентов на группы первым способом (на рис. 1 координаты абонентов приведены в метрах, их скорости – в Мбит/сек, скорость ТД – 54 Мбит/сек, $h=3$ м, точки доступа имеют пометки “N1” и “N2”).

На рис. 2 приведены результаты выбора координат двух точек доступа для тех же условий, что и на рис. 1, при разбиении абонентов на группы вторым способом (с использованием гамильтоновой цепи минимальной длины).

Из рис. 1 и 2 видно, что для данного расположения абонентов Wi-Fi сети первый способ разбиения абонентов на группы позволил получить суммарную скорость абонентов двух групп 12,202 Мбит/сек, а второй способ – 13,007 Мбит/сек.

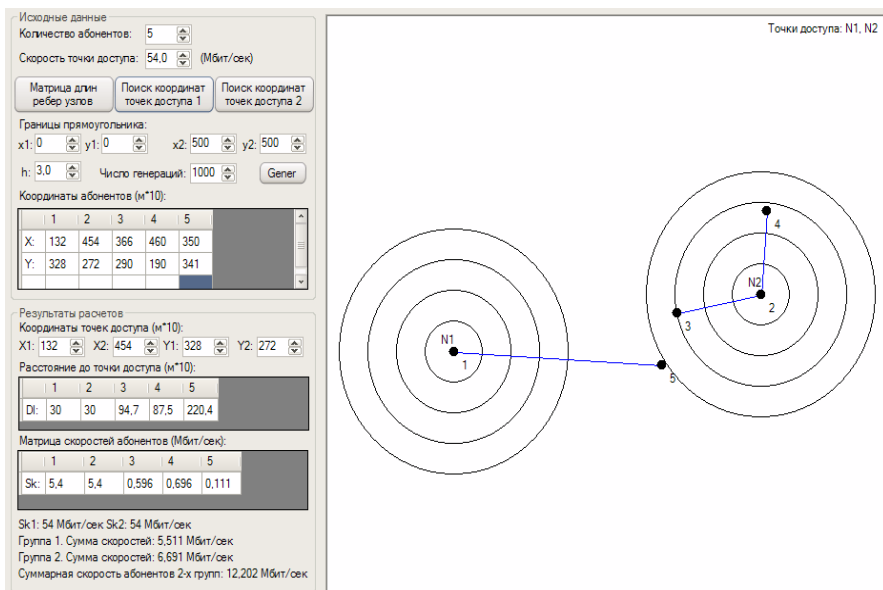


Рис. 1 – Результаты выбора координат двух точек доступа при разбиении абонентов на группы с использованием прямоугольника

В табл. 1 и 2 приведены результаты вычислительных экспериментов по исследованию влияния способа разбиения абонентов на две группы на суммарную скорость приема/передачи данных абонентами двух групп. При случае $S1=S2$ оба способа разбиения абонентов на группы дают одинаковые суммарные скорости приема/передачи данных, при случае $S1>S2$ – первый способ разбиения абонентов дает лучший результат, при случае $S1<S2$ – вто-

рой способ разбиения абонентов дает лучший результат, величина k равна отношению сторон прямоугольника, в котором расположены абоненты, величина n равна числу абонентов. Процент случаев $S1=S2$, $S1>S2$ и $S1<S2$ определялся как среднее арифметическое из $K=1000$ значений, то есть для каждого числа абонентов n их координаты генерировались случайным образом K раз.

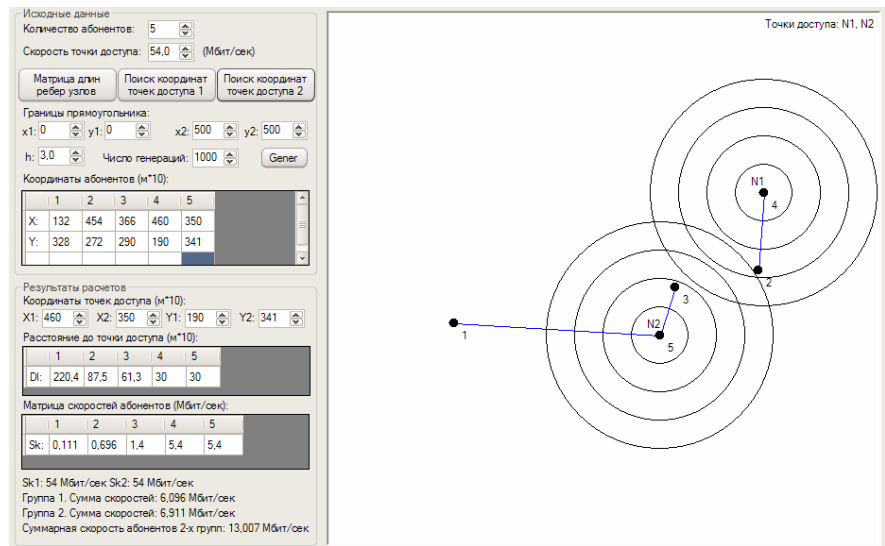


Рис. 2 – Результаты выбора координат двух точек доступа при разбиении абонентов на группы с использованием гамильтоновой цепи минимальной длины

Таблица 1 – Процент случаев $S1=S2$, $S1>S2$ и $S1<S2$ для $n=15$

Условие	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
$S1=S2$	5,9	19,1	20,3	26,6	26,6
$S1>S2$	43,2	39,5	37,4	35,5	33,7
$S1<S2$	50,9	41,4	42,3	37,9	39,7

Таблица 2 – Процент случаев $S1=S2$, $S1>S2$ и $S1<S2$ для $k=1,5$

Условие	n=5	n=10	n=15	n=20	n=25
$S1=S2$	36,8	38,3	12,7	14,3	6,8
$S1>S2$	4,5	30,5	41,5	47,6	50,9
$S1<S2$	58,7	31,2	45,8	38,1	42,3

На основании табл. 1 и табл. 2 построены графики на рис. 3 и рис. 4.

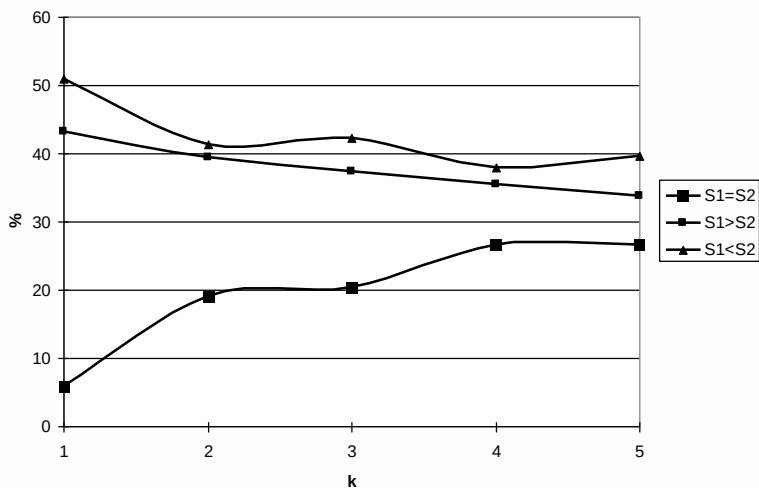


Рис. 3 – Процент случаев $S1=S2$, $S1>S2$ и $S1<S2$ в зависимости от величины отношения сторон прямоугольника k для $n=15$

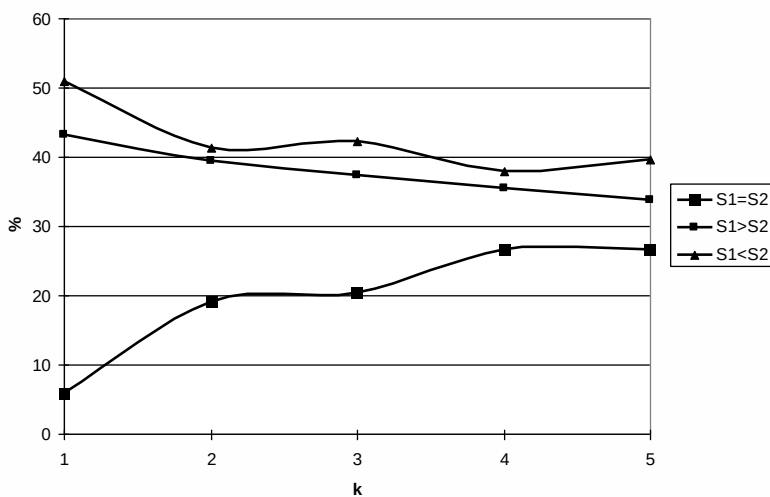


Рис. 4 – Процент случаев $S1=S2$, $S1>S2$ и $S1<S2$ в зависимости от от числа абонентов n

Выводы. Результаты вычислительных экспериментов показали, что разбиение абонентов на две группы с использованием минимальной гамильтоновой цепи является по сравнению с разбиением с помощью прямоугольника более трудоемкой процедурой. С ростом величины отношения сторон прямоугольника k процент случаев $S1=S2$ растет, а проценты случаев $S1>S2$ и $S1<S2$ убывают, незначительно отличаясь друг от друга (рис. 3). С ростом числа абонентов n процент случаев $S1=S2$ убывает, а проценты случаев $S1>S2$ и $S1<S2$ возрастают (рис. 4).

Перспективным направлением дальнейших исследований является построение и использование для выбора координат точек доступа более адекватной модели зависимости скорости приема/передачи абонента от расстояния и от условий распространения сигнала от него до точки доступа.

Список литературы: 1. Рошан П., Лиери Д. Основы построения беспроводных сетей стандарта 802.11. – М.: "Вильямс", 2004. – 304 с. 2. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.. 3. Шостак А. В. О размещении точки доступа в Wi-Fi сети / А. В. Шостак // Системи управління, навігації та зв'язку. Київ ЦНДІ НІУ. Випуск 2 (14), 2010. – С. 241 – 243.

Bibliography (transliterated): 1. Roshan P., Lieri D. *Osnovyi postroeniya besprovodnyih setey standarta 802.11.* – M.: "Vilyams", 2004. Print. 2. Olifer V. G., Olifer N. A. *Kompyuternyye seti. Printsipy, tehnologii, protokolyi.* – SPb.: Piter, 2006. Print.. 3. Shostak A. V. *O razmeschenii tochki dostupa v Wi-Fi seti* / A. V. Shostak // *Sistemi upravlinnya, navigatsiyi ta zv'yazku.* Kiev TsNDI NIU. Vipusk 2 (14), 2010. 241 – 243. Print.

Поступила (received) 05.02.2015