

ANALYSIS OF PROBABILITY CHARACTERISTICS OF THE COMBINED MULTIPLE ACCESS

Moskalets N.V., Vasylenko Yu.A.
Kharkiv National University of Radio Electronics
Department of "Telecommunications Systems"
14, Lenina Ave., Kharkov, 61166, Ukraine.
Ph.: (057) 7021320, e-mail: tcs@kture.kharkov.ua

Abstract — We consider the probabilistic model of a channel utility factor in a case of combined multiple access, which allows assessing and analyzing the effectiveness of the access method with increasing user traffic.

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ МНОГОСТАНЦИОННОМ ДОСТУПЕ

Москалец Н. В., Василенко Ю. А.
Харьковский национальный университет радиозлектроники
кафедры «Телекоммуникационных систем»
пр. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина
тел.: (057) 7021320, e-mail: tcs@kture.kharkov.ua

Аннотация — Рассматривается вероятностная модель показателя полезного использования канала, при комбинированном многостанционном доступе, оценка которого дает возможность произвести анализ эффективности метода доступа при увеличении абонентской нагрузки.

I. Введение

Пропускная способность, эффективность использования канала, качество обслуживания QoS во многом зависит от выбора метода многостанционного доступа (МД). За последние годы МД как правило развивается в направлении модернизации методов с контролем несущей (CSMA Carrier Sense Multiple Access), берущих свое начало от метода ALOHA. Более перспективным оказывается комбинированный метод МД [1, 2], основанный на объединении CSMA и TDMA (Time Division Multiple Access) — метод доступа с разделением информационных потоков по времени. Бесконфликтность передачи при МД TDMA достигается за счет жесткой тактовой синхронизации сети и соблюдения последовательности передачи пакетов от каждого из объектов. На практике, когда не все абоненты оказываются активными, соответственно снижается производительность системы.

Рассматривается функционирование комбинированного метода МД. Следует отметить, что один из таких методов МД — метод двойного экспоненциального отката (BEV — Binary Exponential backoff) получил популярность у специалистов. Основная особенность метода BEV в том, что при очередной конфликтной ситуации для i -абонентской станции (сенсорного узла) повторный доступ разрешается через экспоненциальный временной интервал (откат). Известна и иная реализация отката, когда выбор успешного слота осуществляется по случайному закону. При этом слот выбирается на основе случайного распределения P_i , при котором выборе первых слотов $i = 1, 2, \dots$ назначается низкая вероятность, а для последующих $i = \dots, n-1, n$ вероятность пропорционально возрастает:

$$P_i = \frac{(1-d)d^n}{1-d^n} d^{-n}, \quad (1)$$

где $d < 1$ выбирается исходя из количества слотов [3].

II. Основная часть

Показателем полезного использования канала может служить отношение

$$k = \tau_y / \tau_n, \quad (2)$$

где τ_y — время, затрачиваемое на успешную передачу одного пакета, τ_n — среднее время, которое затрачивает система для передачи одного пакета. Очевидно, что $k \leq 1$.

Обозначим вероятности, связанные с временными характеристиками:

- P_k — вероятность возникновения конфликта;
- P_y — вероятность успешного исхода;
- P_p — вероятность ожидания пакета в очереди,

в периоды разрешения конфликта.

Данные вероятности образуют полную группу событий, поэтому

$$P = P_k + P_y + P_p = 1. \quad (3)$$

Несмотря на то, что в системе период T разделен на слоты, для абонентского узла (АУ) средний размер окна оказывается меньше из-за наличия откатов. Размер окна W является случайной величиной. Среднее его значение:

$$W_O = (W - 1) / 2.$$

Определим вероятность использования канала. Учитывая (2) имеем:

$$P(m, W) = \frac{\tau_y P_y}{\tau_n \cdot P_k + \tau_n \cdot P_y + \tau_p P_p}. \quad (4)$$

Вероятность того, что j -й успешный слот находится в режиме ожидания, равна вероятности того, что ни один из АУ не выбрал данный таймслот. Учи-

тывая то, что в конфликте может участвовать m узлов, вероятность того, что некий узел выберет данный слот во время t равна $1/W_O$, таким образом

$$P_t = (1 - 1/W_O)^m. \quad (5)$$

Каждый алгоритм МД как правило в свою очередь состоит из двух других алгоритмов: АДК — алгоритм доступа к каналу и АРК — алгоритм разрешения конфликта. АДК — регламентирует процедуру доступа абонентов к среде передачи, в то время как АРК — задает правило для разделения конфликтов между пакетами при одновременной передаче от двух или более объектов. Время разрешения конфликта τ_p .

Выведем следующие предположения, которые обычно выполняются на практике:

1. Пусть сотовая или сенсорная система имеет N -абонентских узлов. Время распространения сигнала t_p между каждым из i -узлов и базовой (центральной) станцией $t_p = R/C$ значительно меньше среднеквадратического значения нестабильности в системе тактовой синхронизации, где R — расстояние между AU_i и БС, C — скорость распространения света. Все АУ и БС находятся в синхронизме.

2. Каждый АУ имеет информационный пакет, готовый для передачи и пытается передать его на БС как можно быстрее в соответствии с MAC протоколом.

3. Передача пакета осуществляется после начального отката i -м АУ, если свободно соответствующее информационное пространство. Если канал занят, то АУ приостанавливает откат и принимает пакет от БС. В конце приема продолжается попытка передачи со случайным значением отката.

4. В протоколе MAC имеется два различных вида отката — начальный (перед приемом передачи) и перегрузочный для случаев, когда канал определяется как занятый.

Одновременно с этим, на тех же линиях определим вероятность того, что данный таймслот, который будет использоваться для успешной передачи, равен вероятности того, что один АУ выберет данный таймслот, а все остальные выберут другие таймслоты:

$$P_y = \sum_m (1/W_O) \cdot (1 - 1/W)^{m-1} = \quad (6)$$

$$= (m/W_O)(1 - 1/W_O)^{m-1}.$$

Значения вероятности столкновения найдем из (2):

$$P_k = 1 - P_y - P_p. \quad (7)$$

Подставляя (5) и (6) в (7) получаем распределение и находим соответствующее математическое ожидание по коэффициенту использования (2). Для получения численных данных в расчетах были использованы средние значения, подставив которые вместо $P(m, W_O)$ была получена оценка коэффициента k . Расчетные значения, полученные по итоговой вероятности представлены в виде графика на рис. 1.

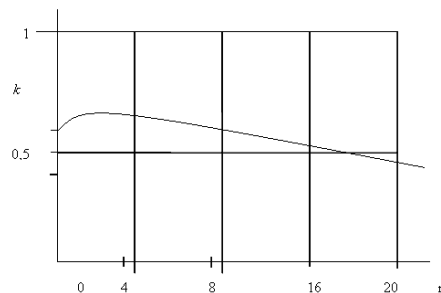


Рис. 1. График зависимости вероятности использования таймслота для успешной передачи от количества АУ.

Fig. 1. The probability dependence of timeslot use for successful transmission vs. quantity of user parts

Для определенности были взяты следующие исходные данные: окно начальное 32, окно перегрузки 16. Как и следовало ожидать, значения коэффициента k падает с увеличением активных АУ.

III. Заключение

1. Полученное значение вероятности полезного использования канала в комплексной технологии CSMA/TDMA, анализ которого показал, что с увеличением числа активных сенсорных датчиков, абонентских станций и др. происходит плавное снижение коэффициента использования.

2. Сравнительная эффективность технологии ВЕВ, относящийся к группе CSMA/TDMA показал, что данный метод случайного множественного доступа имеет преимущество в области относительно низких нагрузок. С увеличением нагрузки следует переходить к регулярным методам доступа (поллингу).

IV. References

- [1] Yu Y., Giannakis G.B. High-throughput random access using successive interference cancellation in a tree algorithm. *IEEE Transactions Inform. Theory*, 2007, vol. 53, No 12, pp. 4628-4639.
- [2] Tur B., Hussein Y. Successive Interference Cancellation Method in Tree Algorithms of Random Multiple Access. *TCSET-2012*. Lviv, Slavske, pp. 232.
- [3] Andreev S.D., Pustovalov E.M., Tyurlikov A.M. Conflict-resolving tree algorithm stable to incomplete interference damping. *Automation and Remote Control*, 2009, vol. 70, issue 3, pp. 417-433.