

SUCCESSIVE INTERFERENCE CANCELLATION METHODS IN TREE ALGORITHMS OF RANDOM MULTIPLE ACCESS

Tur B.S., Kobrin A.V.
Kharkiv National University of Radioelectronics
14, Lenina Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine
Ph.: (057) 7025592, e-mail: bogdan.tur19882gmail.com

Abstract — Nowadays Wireless Broadband Networks (WBN) are dynamically developed sphere of science and technology. The given work concerns the analysis of Random Multiple Access method called Successive Interference Cancellation (SIC), which is widely used in IEEE 802.16 standard. The direction of research is rather up-to-date and its importance is very high.

МЕТОДЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ИСКАЖЕНИЙ В ДРЕВОВИДНЫХ АЛГОРИТМАХ СЛУЧАЙНОГО МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА

Тур Б. С., Кобрин А. В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
просп. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина
тел.: (057) 7025592, e-mail: bogdan.tur19882gmail.com

Аннотация — В настоящее время беспроводные широкополосные сети (WBN) динамично развиваются в сфере науки и техники. Данная работа посвящена анализу метода случайного множественного доступа, который называется последовательным подавлением помех (SIC). Данный метод широко используется в стандарте IEEE 802.16. Направление исследований соответствует современным требованиям и его значение очень велико.

I. Введение

Среди различных методов множественного (многостанционного) доступа в беспроводных системах связи наибольшую популярность приобрели методы случайного множественного доступа (СМД). К числу таких относятся алгоритмы АЛОХА, методы двойного экспоненциального отката (Binary Exponential Backoff), древовидные алгоритмы [1]. Наиболее важной характеристикой этих методов является время разрешения конфликта, наступающего вследствие того, что два или более абонента одновременно претендуют на предоставление ресурса ретранслятора или базовой станции (БС). Показателем скорости разрешения конфликта является отношение [2]:

$$V = \frac{k}{T_k},$$

где k — кратность конфликта, T_k — время разрешения конфликта.

Исторически первым был предложен алгоритм АЛОХА, который с различными модификациями используется до настоящего времени. У этого алгоритма из-за включения механизма выбора случайной задержки при повторной передаче время достаточно велико и в современных широкополосных беспроводных системах типа WiMax, LTE вместо этих алгоритмов рекомендуется использовать ВЕВ или древовидные алгоритмы, где указанное время в значительной мере детерминировано, а скорость достигает значений 0,3-0,4. При дополнительных мерах, при использовании последовательной компенсации помех (Successive Interference Cancellation - SIC) эта скорость может достичь 0,6 и более [2]. Рассмотрим более подробно процедуру древовидного алгоритма и оценим возможность ее эффективно использования.

II. Функционирование древовидных алгоритмов

Для успешной работы методов СМД типа ВЕВ и древовидных алгоритмов в системе беспроводной связи требуется жесткая синхронизация работы всех абонентских станций (АС) и БС. Другим важным ограничением является то, что к концу передачи абонентом информационного пакета, от БС поступают данные об успешном или неуспешном приеме этого пакета. Все дальнейшие действия в системе зависят от выбранного метода СМД.

При использовании традиционных древовидных алгоритмов и при наличии конфликтной ситуации на БС происходит идентификация конфликтующих АС. После обнаружения конфликта БС дает разрешение одной из АС передать в следующем слоте свой пакет. Остальные конфликтующие пакеты (или пакет) передаются уже в третьем слоте (рис. 1).

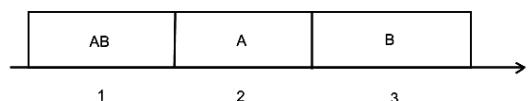


Рис. 1. Структура передачи пакетов A и B при возникновении конфликтов в первом слоте.

Fig. 1. Packets A and B transfer structure in case of conflicts in the 1st slot

Особенностью алгоритма SIC является то, применительно к ситуации на рис.1, что в третьем слоте отсутствует необходимость в передаче пакета. Этот пакет может быть получен (вычислен) из сигналов конфликтующих пакетов A+B, путем вычитания (компенсации) из этой суммы сигнала, относящегося к пакету A, принятого во втором слоте. Очевидно, что для выполнения данных операций необходимо выполнить ряд условий:

1) вся информация, принятая в 1-м слоте должна быть сохранена в памяти до завершения конфликта;

2) шумы, всегда присутствующие в канале приема не должны существенно искажать структуру принимаемых сигналов, то есть отношение С/Ш должно обеспечивать уверенный прием с вероятностью ошибки $P_{io} \leq 10^{-5} - 10^{-6}$;

3) амплитудно-фазовая структура сигналов А, принятых в 1-м и 2-м слотах должна быть идентична.

Первое требование может быть выполнено с помощью соответствующей элементной базы. Второе ограничение связано с наличием внешних и внутренних тепловых шумов. Имеется ряд методов, например, на основе криогеники, способных решить задачу минимизации внутренних шумов. Предметом более детального обсуждения третьего ограничения посвящены дальнейшие материалы.

III. Обоснование выбора структуры устройства коррекции принятых сигналов

При выборе структуры устройства коррекции возникает вопрос об ограничениях, в рамках которых может быть решена оптимизационная задача минимизации уровня искажений $\Delta y(t)$. Важным фактором является выбор необходимого числа ветвей корреляции N . Очевидно, должно выполняться условие: $N \geq 2$, что при соответствующем выборе амплитуд и фаз весовых коэффициентов в ветвях коррекции позволит получить взаимную компенсацию искажений. При $N = 2$ искажения отображают ситуацию с плоским фазовым фронтом в элементах пространственного сигнала $x_i(t)$. При $N = 3$ может отображаться нелинейная параболическая форма фазового фронта. Если же приемное устройство реализуется в виде N — элементной антенной решетки, то размер апертуры D необходимо сопоставлять с радиусом пространственной корреляции ρ . Очевидно, если $D \ll \rho$, то при любой пространственной структуре сигнала $x_i(t)$ фазовый фронт будет восприниматься как плоский. Вместе с тем и при использовании лишь одной приемной антенны, модель статистической структуры многолучевого сигнала должна выбираться исходя из рассмотренных представлений.

Другим ограничением, подлежащим выбору, является период следования тест-сигналов T_T . Данный параметр следует сопоставлять с интервалом корреляции или τ_K случайных изменений сигнала

$y(t)$. Очевидно для того, чтобы устройство корреляции успевало компенсировать случайные изменения искажений, период следования T_T должен быть таким, чтобы за это время не произошло заметных

изменений ядерных функций $K_i(t)$. Опыт практического использования аналогичных алгоритмов показывает, что допустимые результаты получаются, если этот период выбирать из условий

$$T_T = \frac{\tau_K}{10}.$$

Если же на интервале корреляции τ_K укладывается порядка 100 отсчетных значений, то результаты являются достаточно хорошими, некомпенсированными остаются менее 1% искажений.

IV. Заключение

1. Среди различных методов случайного множественного доступа наибольшим потенциалом по скорости разрешения конфликтов обладают древовидные алгоритмы с использованием последовательной компенсации помех SIC. Потенциальные возможности алгоритмов SIC могут быть реализованы при условии получения идентичности структур сигналов на соседних слотах, что достигается выбором амплитуднофазовых выравнителей.

2. Эффективный алгоритм амплитудно-фазового выравнителя может быть получен, если учтена статистическая структура принимаемых сигналов, с учетом корреляции этих сигналов на соседних слотах, степень когерентности принимаемых сигналов, что непосредственно определяет величину шага дискретизации для передачи эталонного сигнала и число отводов от линии задержки.

V. 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] Andreev S.D., Pustovalov E.V., Tjurlikov A.M. Drevovidnyj algoritm razreshenija konflikta, ustojchivij k nepolnomu pogasheniju interferencii [Tree algorithm of conflict resolution, which is resistant to partial suppression of interference]. *Avtomatika i telemehanika*, 2009, No 3, pp. 78-96.
- [3] Aparcin A.S. K issledovaniju ustojchivosti reshenij polinomial'nogo uravnenija Vol'terra 1 roda [On the investigation of stability of polynomial equation solution]. *Avtomatika i telemehanika*, 2011, No 6, pp. 95-114.