

УДК 621.391.833.44; 004.416.6

С.В.Булатнов (5 курс, каф. РВиКС), П.В.Трифонов, асп.

АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОЙ ПЕРЕДАЧИ В МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ (МС-CDMA)

При исследовании современной высокоскоростной беспроводной передачи данных одно из центральных мест занимает вопрос использования таких методов передачи, которые бы наиболее эффективно использовали такой ценный ресурс, как пропускная способность канала. Кроме того, эти методы должны обеспечивать передачу данных от одной станции к другой без искажений, что представляет собой естественную сложность, так как радиосигнал распространяется во всех направлениях, искажается внешними источниками излучения, отражается от препятствий и т.д.

Рассматривается система передачи данных по радиоканалу с использованием нескольких несущих частот передачи и кодовым разделением доступа (МС-CDMA). Если при передаче приёмник может оценить состояние канала и эта информация может быть передана источнику, схема передачи может быть адаптирована, исходя из текущего состояния канала. Большинство методов модуляции и кодирования не адаптируются к затухающим условиям передачи. Неадаптивные методы должны иметь некоторый запас устойчивости для передачи с приемлемым качеством при плохом состоянии канала. Следовательно, такие системы разрабатываются для наихудших условий, что приводит к недостаточному использованию всей пропускной способности канала. Стоит задача разработать алгоритмы адаптивной передачи данных, улучшающие показатели системы по сравнению с неадаптивными методами.

Рассматриваются следующие алгоритмы адаптивной передачи: адаптивный выбор подчастот, позволяющий снизить вероятность ошибки; адаптивная загрузка подканалов, максимизирующая пропускную способность системы; адаптивное декодирование, снижающее среднюю сложность обработки сигнала в приёмнике.

В силу частотной селективности канала в различных подканалах наблюдаются различные отношения сигнал-шум (ОСШ). Алгоритм адаптивного выбора подчастот состоит в использовании для передачи только подканалов с высоким ОСШ. Этот алгоритм приводит к существенному уменьшению вероятности ошибки на бит при постоянной энергии сигнала (т.е. к энергетическому выигрышу), но при этом естественно снижается и скорость передачи.

Большинство опубликованных алгоритмов битовой загрузки подканалов, реализующих адаптивную модуляцию в многоканальных системах, максимизируют либо скорость, либо запас по мощности передачи. В случае адаптивного кодирования более адекватной характеристикой является средняя пропускная способность. Её можно определить следующим образом. Декодирование принятого кодового слова может быть успешным, т.е. если кодовое слово успешно восстановлено, или безуспешным, т.е. если обнаружена неисправляемая конфигурация ошибок. Таким образом, для многоканальной системы передачи данных средняя пропускная способность может быть определена

$$T(k_1, \dots, k_L, S_1, \dots, S_L) = \frac{\sum_{i=1:L} k_i s (1 - P_e(n, k, s, S))}{N},$$

где кодирование осуществляется линейным (n, k) – кодом над $GF(2^s)$, k_i – размерности кодов используемых в подканалах, S_i – ОСШ в этих подканалах, $P_e(n, k, s, S)$ – вероятность ошибки декодирования при данном ОСШ S , а N – количество временных интервалов, в течение

которых передаётся кодовое слово. Другими словами, мы определяем среднюю пропускную способность канала как среднее успешно переданных битов за один отсчёт времени. Алгоритм адаптивной загрузки позволяет получить пропускную способность системы выше, чем при кодировании с любой постоянной скоростью при любой энергии сигнала.

Алгоритмы списочного декодирования, применяемые в MC-CDMA для восстановления на приёмном конце искажённой информации, переданной по каналу, отличаются высокой вычислительной сложностью. Сложность алгоритмов зависит от некоторого параметра декодирования. Алгоритм адаптивного декодирования управляет этой сложностью, изменяя параметр на основании оценки состояния подканала. В результате при незначительном ухудшении качества работы системы достигается существенное снижение вычислительной сложности процедуры передачи.

Таким образом, разработаны и реализованы алгоритмы адаптивной передачи данных в MC-CDMA, проведено имитационное моделирование системы для сравнения качества передачи данных неадаптивных методов с предложенными адаптивными алгоритмами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Прокис Дж. Цифровая связь. - М.: Радио и связь, 2000.
2. R. Koetter and A. Vardy. "A Complexity Reducing Transformation in Algebraic List Decoding of Reed-Solomon Codes" ITW2003, Paris, France, March 31 - April 4, 2003.
3. R. Refslund Nielsen and T. Hoholdt. "Decoding Reed-Solomon codes beyond half the minimum distance". In Proceedings of the International Conference on Coding Theory and Cryptography, Mexico 1998. Springer-Verlag, 1998.
4. R. Roth and G. Ruckenstein. "Efficient decoding of Reed-Solomon codes beyond half the minimum distance". IEEE Transactions on Information Theory, 46(1):246–257, 2000.
5. V. Guruswami, M. Sudan "Improved Decoding of Reed-Solomon and Algebraic-Geometric Codes", IEEE Transactions on Information Theory 45(6), September, 1998.
6. V. Guruswami, M. Sudan, "List Decoding Algorithms for certain Concatenated Codes" Proc. of STOC 2000, pp. 181-190.
7. M. Sudan. "Decoding of Reed-Solomon codes beyond the error-correction diameter". Proceedings of the 35th Annual Allerton Conference on Communication, Control and computing, 1997. Also appears in Journal of Complexity, 13(1):180-193, 1997.