

УДК 621.376.9

УЛУЧШЕННЫЙ VBLAST MAP: НОВЫЙ АЛГОРИТМ ТОЧКА-ТОЧКА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ СИМВОЛОВ В СИСТЕМАХ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ MIMO

Д. В. ЧАУХАН¹, Д. К. БХАЛАНИ², И. Н. ТРИВЕДИ³

¹Чаротарский университет науки и техники,
Индия, Чанга, район Ананд, Гуджарат

²Технологический институт Бабария,
Индия, Вадодара, Гуджарат

³Университет Нирмы,
Индия, Ахмадабад, Гуджарат

Аннотация. Предложен новый алгоритм (точка–точка) для детектирования символов в системе со многими входами и многими выходами MIMO (multiple input multiple output). Этот алгоритм представляет собой улучшение двух популярных алгоритмов: вертикальный многоуровневый пространственно-временной алгоритм компании «Белл Лабораториз» VBLAST (vertical Bell laboratories layered spacetime) и алгоритм максимальной апостериорной вероятности MAP (maximum a-posteriori probability). В данном случае, уровни различаются или упорядочиваются на основе апостериорных вероятностей выходных символов, а не на основе отношения сигнал–шум SNR (signal-to-noise ratio). Для каждого уровня множество апостериорных вероятностей вычисляется для всех выходных символов при использовании всех возможных групп сигналов. Уровень, соответствующий выходному символу и имеющий минимальную апостериорную вероятность, выбирается первым из набора апостериорных вероятностей для детектирования посредством перебора всех возможных групп сигналов. Затем с помощью традиционного метода VBLAST MAP детектируются остальные слои. В работе представлена зависимость частоты появления ошибочных символов SER (symbol error rate) MIMO как функция символьного SNR системы MIMO путем моделирования систем 16×16 MIMO и группы сигналов с модуляцией 16-QAM. Полученные результаты показывают, что предлагаемый алгоритм превосходит по эффективности традиционный алгоритм VBLAST MAP и улучшенный алгоритм (improved VBLAST).

Ключевые слова: MIMO; много входов и много выходов; минимальная среднеквадратичная ошибка; MMSE; вертикальный многоуровневый пространственно-временной алгоритм компании «Белл Лабораториз» с использованием максимальной апостериорной вероятности; VBLAST; улучшенный VBLAST

1. ВВЕДЕНИЕ

Современные требования высокой скорости передачи в системах беспроводной связи выполняются путем использования пространственного мультиплексирования в системах со многими входами и многими выходами MIMO (multiple input multiple output) [1]. Пространственное мультиплексирование может быть реализовано за счет использования информации о

состоянии канала, доступной на стороне передатчика. Однако это требует выделенного канала обратной связи, что усложняет общую систему. Поэтому, чтобы обойтись без канала обратной связи, применяется обнаружение по методу максимального правдоподобия ML (maximum likelihood) или сферический декодер SD (sphere decoder). Однако это существенно усложняет приемник при увеличении коли-

DOI: [10.20535/S0021347018050023](https://doi.org/10.20535/S0021347018050023)

© Д. В. Чаухан, Д. К. Бхалани, И. Н. Триведи, 2018

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Foschini, G. J. "Layered space-time architecture for wireless communication in a fading environment when using multi-element antennas," *Bell Labs Tech. J.*, Vol. 1, No. 2, P. 41-59, Autumn 1996. DOI: [10.1002/bltj.2015](https://doi.org/10.1002/bltj.2015).
2. Argell, E.; Eriksson, T.; Vardy, A.; Zeger, K. "Closest point search in lattices," *IEEE Trans. Inf. Theory*, Vol. 48, No. 8, P. 2201-2214, Aug. 2002. DOI: [10.1109/TIT.2002.800499](https://doi.org/10.1109/TIT.2002.800499).
3. Gupta, Vipul; Sah, Abhay Kumar; Chaturvedi, A. K. "Approximate matrix inversion based low complexity sphere decoding in MIMO systems," 8 September 2015. URI: <https://arxiv.org/abs/1509.02405>.
4. Kanthimathi, M.; Amutha, R. "Reduced complexity maximum likelihood detection for DAPSK based relay communication systems," *Proc. of Int. Conf. on*

Computing and Communications Technologies, ICCCT, 26-27 Feb. 2015, Chennai, India. IEEE, 2015. DOI: [10.1109/ICCCT2.2015.7292763](https://doi.org/10.1109/ICCCT2.2015.7292763).

5. Golden, G. D.; Foschini, C. J.; Valenzuela, R. A.; Wolniansky, P. W. "Detection algorithm and initial laboratory results using V-BLAST space-time communication architecture," *Electron. Lett.*, Vol. 35, No. 1, P. 14-16, Jan. 1999. DOI: [10.1049/el:19990058](https://doi.org/10.1049/el:19990058).

6. Yapici, Yavuz. "A new symbol detection algorithm for MIMO channels," A thesis submitted to the department of electrical and electronics engineering. Institute of Engineering and Science of Bilkent University, Jan. 2005.

7. Wolniansky, P. W.; Foschini, G. J.; Golden, G. D.; Valenzuela, R. A. "V-BLAST: An architecture for realizing very high data rates over the rich-scattering wireless channel," *Proc. of Int. Symp. on Signals, Systems, and Electronics*, 2 Oct. 1998, Pisa, Italy. IEEE, 1998, pp. 295-300. DOI: [10.1109/ISSSE.1998.738086](https://doi.org/10.1109/ISSSE.1998.738086).

8. Alimohammad, A.; Fard, S. F.; Cockburn, B. F. "Improved layered MIMO detection algorithm with near-optimal performance," *Electron. Lett.*, Vol. 45, No. 13, P. 675-677, 18 June 2009. DOI: [10.1049/el.2009.0373](https://doi.org/10.1049/el.2009.0373).

9. Chauhan, D. V.; Bhalani, J. K. "Performance of nonlinear detectors in spatial multiplexing for spatially correlated channels," *Radioelectron. Commun. Syst.*, Vol. 60, No. 7, P. 297-302, 2017. DOI: [10.3103/S0735272717070020](https://doi.org/10.3103/S0735272717070020).

Поступила в редакцию 23.08.2017