

MATHEMATICAL MODELING OF TECHNOLOGICAL AND BUSINESS PROCESSES

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-153>

HYBRID TURBO-DECODING METHOD

ГІБРИДНИЙ МЕТОД ТУРБО-ДЕКОДУВАННЯ

Bodnarenko V.O.

*Postgraduate Student,
Vinnytsia National
Technical University,
Vinnytsia, Ukraine*

Боднарєнко В.О.

*аспірант,
Вінницький національний технічний
університет,
м. Вінниця, Україна*

Ivanov Yu.Yu.

*PhD (Engineering),
Associate Professor,
Vinnytsia National Technical
University, Vinnytsia, Ukraine*

Іванов Ю.Ю.

*к.т.н., доцент,
Вінницький національний технічний
університет,
м. Вінниця, Україна*

Skuratov S.M.

*Master's Student,
Vinnytsia National
Technical University,
Vinnytsia, Ukraine*

Скуратов С.М.

*магістрант,
Вінницький національний технічний
університет,
м. Вінниця, Україна*

In the work of modern information and communication systems software-defined radio (SDR) is actively developing and starting to play an increasingly important role. An SDR system can both receive and transmit almost any radio signal using a flexible and adaptable program [1]. One of the most effective modern codes used in the work of SDR systems is a convolutional turbo-code, for decoding of which several methods are used [2–6]. The *aim* of the paper is to consider an adaptive decoding method, which can use turbo-decoding methods depending on the requirements of the system.

It is necessary to include in such a system a communication channel quality indicator (CQI), which, based on the measurement of the signal-to-noise ratio E_b/N_0 in the channel, can take values from 0 to 15. An indicator value equal to 0 means that there is no useful signal or the channel is out of order; 1–5, 6–10, 11–15 – channel with high, medium and low noise levels, respectively. The hybrid decoding method includes log-MAP (works in the

logarithmic domain) [2, 5], max-log-MAP (excludes the correction function from calculations) [5] and quadratic log-MAP with a correction function from argument z [6] in such form:

$$f_{cor}(z) \approx \begin{cases} 0,058 \cdot z^2 - 0,392 \cdot z + 0,678, & \text{if } 0 \leq z \leq 4; \\ 0,000, & \text{if } z > 4. \end{cases} \quad (1)$$

The mathematical model can be specified as follows:

$$\Delta = \begin{cases} \text{log-MAP}, & \text{if } CQI = [1, 5] \text{ or } E_b / N_0 = [0, 1); \\ \text{quadratic log-MAP}, & \text{if } CQI = [6, 10] \text{ or } E_b / N_0 = [1, 2); \\ \text{max-log-MAP}, & \text{if } CQI = [11, 15] \text{ or } E_b / N_0 = [2, +\infty). \end{cases} \quad (2)$$

Additionally, SDR includes an error detection method based on automatic repeat request (ARQ), which uses an acknowledgement signal and a timeout to ensure reliable transmission over unreliable communication channels [1]. If the data transmitter does not receive an acknowledgement before the timeout expires, it retransmits the frame until the specified number of retransmissions is exceeded. In this procedure, only the incorrect message is retransmitted, and then the transmitter resumes transmission from where it was interrupted without retransmitting correctly received frames.

This hybrid method makes it possible to increase the efficiency of the programmable radio system, that is, to reduce the computational complexity of decoding or to obtain an energy gain.

Bibliography

1. Fast Converging Generalized Turbo Decoding Scheme with Enhanced Throughput for Mobile Radio / A.K. Shankhwar, S. Sharma, R. Tripathi, A. Prakash, A. Singh. *Scientific Research. Communications and Network*. 2013. V. 5. № 1. P. 9–15.
2. Kovtun V., Ivanov Yu. Crypto Coding System Based on the Turbo Codes with Secret Keys. *ICT Express*. The Korean Institute of Communications and Information Sciences, 2023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405959523001091?via%3Dihub> (access mode 21.09.2023).
3. Woodard J., Hanzo L. Comparative Study of Turbo Decoding Techniques: An Overview. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 2000. V. 49. № 6. P. 2208–2233.
4. Іванов Ю.Ю. Експериментальне дослідження завадостійкості турбо-кодів: числові оцінки та імітаційне моделювання нового

субоптимального алгоритма PL-log-MAP. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. Вінниця, 2016. № 5. С. 76–84.

5. Robertson P., Villebrun P., Hoehner P. Optimal and Sub-Optimal Maximum A Posteriori Algorithms Suitable for Turbo Decoding. *European Transactions on Telecommunications*. 1997. V. 8. P. 119–125.

6. Zhang L., Yu S.-Z. A Simplified log-MAP Turbo Decoder by Fitting Method. *Proceedings in IEEE International Conference on Advanced Communication Technology*. 2005. V. 2. P. 854–857.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-154>

**MATHEMATICAL SIMULATION OF ROLLING PROCESSES
BY PRESSURE USING MAPLE COMPUTER
MATHEMATICS SYSTEMS**

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОКАТКИ
ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ
МАТЕМАТИКИ MAPLE**

Hrudkina N.S.

*DSc (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Грудкіна Н.С.

*д.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Malii Kh.V.

*PhD (Engineering),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Малій Х.В.

*к.т.н.,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Parazov V.M.

*student (group 136R-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Папазов В.М.

*студент гр. 136П-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Однією з умов підвищення ефективності навчання у закладах вищої освіти є вдосконалення математичної підготовки та активне