

УДК 621.397

## УСТОЙЧИВАЯ СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ ДЛЯ ВИДЕО НА ОСНОВЕ СЦЕН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРЕХУРОВНЕВОГО DWT: КОНЦЕПЦИЯ, ОЦЕНКА, ЭКСПЕРИМЕНТ

Д. ШУКЛА<sup>1</sup> и М. ШАРМА<sup>2</sup><sup>1</sup>*Инженерно-технологический факультет SSGI,  
Индия, Бхилаи, 490020*<sup>2</sup>*Технологический институт Бхилая,  
Индия, Дург, 491001*

**Аннотация.** Предложена устойчивая цифровая система водяных знаков для видео с целью защиты авторского права и защиты от копирования. Предложенный метод использует комбинацию дискретного вейвлет-преобразования DWT (discrete wavelet transform) и детектор изменения сцены. Для лучшего понимания данную концепцию можно представить в виде четырех этапов. Первый этап состоит в отыскании кадра, в который необходимо вставить водяной знак. Анализ технологии цифровых водяных знаков при использовании декомпозиции третьего уровня для поддиапазона LL (низкий–низкий) с помощью преобразования DWT описывается на втором этапе. На третьем этапе анализируются прозрачность и устойчивость при воздействии пятнадцати различных атак. На четвертом этапе производится расчет повышения устойчивости и прозрачности по сравнению с технологией цифровых водяных знаков при использовании различных уровней декомпозиции поддиапазона LL в терминах нормированной корреляции (NC) и структурированного индекса подобия. Результаты экспериментов показывают, что предложенный метод обеспечивает хорошее качество извлекаемого изображения водяного знака и хорошее качество видео с водяным знаком, и позволяет выдерживать атаки, связанные с различной обработкой изображений и сжатием JPEG, а также геометрические атаки. Эмпирические результаты доказывают улучшение рабочих характеристик при возрастании уровня декомпозиции от первого до третьего. Сравнительный анализ с существующими системами показывает улучшение устойчивости, улучшение скрытности и сокращение вычислительного времени предложенной системы.

**Ключевые слова:** водяной знак для видео; последовательная оценка статистической меры; поддиапазон; детектор изменения сцены; дискретное вейвлет-преобразование; DWT

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Защита авторских прав является важной проблемой в области защиты мультимедийных средств вследствие быстрого роста возможностей их распространения в интернете. Система защиты авторских прав и защиты от копирования необходима для того, чтобы бороться с различными видами незаконной деятельности, такими как аутентификация, копирование и

распространение информации без разрешения и т.п. [1].

Использование технологий шифрования является одним из классических подходов к проблеме защиты мультимедийных средств. Однако после дешифрования контента какая-либо его защита отсутствует. Поэтому появилась технология цифровых водяных знаков как способ защиты прав на интеллектуальную собственность, в частности защиты авторских

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Copyright>, 22 Jan. 2013.
2. Chung, Yuk Ying; Xu, Fang Fei. A secure digital watermarking scheme for MPEG-2 video copyright protection. *Proc. of Int. Conf. on Video and Signal Based Surveillance, AVSS'06*, 22-24 Nov. 2006, Sydney, Australia. IEEE, 2006, pp. 84-84. DOI: [10.1109/AVSS.2006.12](https://doi.org/10.1109/AVSS.2006.12).
3. Тивари, А.; Шарма, М. Новый алгоритм нанесения цифровых водяных знаков для аутентификации изображений с помощью метода векторного квантования. *Известия вузов. Радиоэлектроника*, Т. 60, № 4, С. 206-221, 2017. DOI: [10.20535/S0021347017040021](https://doi.org/10.20535/S0021347017040021).
4. Kim, Y.-W.; Moon, K.-A.; Oh, I.-S. A text watermarking algorithm based on word classification and inter-word space statistics. *Proc. of Seventh Int. Conf. on Document Analysis and Recognition*, 6 Aug. 2003, Edinburgh, UK. IEEE, 2003, pp. 775-779. DOI: [10.1109/ICDAR.2003.1227767](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2003.1227767).
5. Xuehua, J. Digital watermarking and its application in image copyright protection. *Proc. of Int. Conf. on Intelligent Computation Technology and Automation, ICICTA*, 11-12 May 2010, Changsha, China. IEEE, 2010, pp. 114-117. DOI: [10.1109/ICICTA.2010.625](https://doi.org/10.1109/ICICTA.2010.625).
6. Lee, Y.-Y.; Park, S.-U.; Kim, C.-S.; Lee, S.-U. Temporal feature modulation for video watermarking. *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, Vol. 19, No. 4, p. 603-608, 2009. DOI: [10.1109/TCSVT.2009.2014011](https://doi.org/10.1109/TCSVT.2009.2014011).
7. Wang, C.-X.; Nie, X.; Wan, X.; Wan, W. B.; Chao, F. A blind video watermarking scheme based on DWT. *Proc. of Fifth Int. Conf. on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, 12-14 Sept. 2009,

Kyoto, Japan. IEEE, 2009, pp. 434-437. DOI: [10.1109/IIH-MSP.2009.29](https://doi.org/10.1109/IIH-MSP.2009.29).

8. Thangadurai, K.; Devi, G. Sudha. An analysis of LSB based image steganography techniques. *Proc. of Int. Conf. on Computer Communication and Informatics*, ICCCI, 3-5 Jan. 2014, Coimbatore, India. IEEE, 2014. DOI: [10.1109/ICCCI.2014.6921751](https://doi.org/10.1109/ICCCI.2014.6921751).

9. Masoumi, Majid; Amiri, Shervin. A high capacity digital watermarking scheme for copyright protection of video data based on YCbCr color channels invariant to geometric and non-geometric attacks. *Int. J. Computer Applications*, Vol. 51, No. 13, Aug 2012, pp. 13-20. DOI: [10.5120/8101-1693](https://doi.org/10.5120/8101-1693).

10. Asikuzzaman, M.; Alam, M. J.; Lambert, A. J.; Pickering, M. R. A blind digital video watermarking scheme with enhanced robustness to geometric distortion. *Proc. of Int. Conf. on Digital Image Computing Techniques and Applications*, DICTA, 3-5 Dec. 2012, Fremantle, WA, Australia. IEEE, 2012, pp. 1-8. DOI: [10.1109/DICTA.2012.6411696](https://doi.org/10.1109/DICTA.2012.6411696).

11. Singh, Th. Rupachandra; Singh, Kh. Manglem; Roy, Sudipta. Robust video watermarking scheme based on visual cryptography. *Proc. of World Congress on Information and Communication Technologies*, WICT, 30 Oct.-2 Nov. 2012, Trivandrum, India. IEEE, 2012, pp. 872-877. DOI: [10.1109/WICT.2012.6409198](https://doi.org/10.1109/WICT.2012.6409198).

12. Liu, Yan; Zhao, Jiying. A new video watermarking algorithm based on 1D DFT and Radon transform. *Signal Processing*, Vol. 90, No. 2, pp. 626-639, 2010. DOI: [10.1016/j.sigpro.2009.08.001](https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2009.08.001).

13. Masoumi, M.; Amiri, Shervin. A blind scene-based watermarking for video copyright protection. *AEU - Int. J. Electron. Commun.*, Vol. 67, No. 6, p. 528-535, 2013. DOI: [10.1016/j.aeue.2012.11.009](https://doi.org/10.1016/j.aeue.2012.11.009).

14. Wassermann, Jakob. New robust video watermarking techniques based on DWT transform and spread spectrum of basis images of 2D Hadamard transform. *Proc. of Int. Conf. on Multimedia Communications, Services and Security*. Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 298-308. DOI: [10.1007/978-3-642-38559-9\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38559-9_26).

15. Singh, Th. Rupachandra; Singh, Kh. Manglem; Roy, Sudipta. Video watermarking scheme based on visual cryptography and scene change detection. *AEU - Int. J. Electron. Commun.*, Vol. 67, No. 8, p. 645-651, 2013. DOI: [10.1016/j.aeue.2013.01.008](https://doi.org/10.1016/j.aeue.2013.01.008).

16. Ko, Chien-Chuan; Kuo, Yung-Lung; Hsu, Jeng-Muh; Yang, Bo-Zhi. A multi-resolution video

watermarking scheme integrated with feature detection. *J. Chinese Institute Engineers*, Vol. 36, No. 7, p. 878-889, 2013. DOI: [10.1080/02533839.2012.747057](https://doi.org/10.1080/02533839.2012.747057).

17. Zhu, X.; Ding, J.; Dong, H.; Hu, K.; Zhang, X. Normalized correlation-based quantization modulation for robust watermarking. *IEEE Trans. Multimedia*, Vol. 16, No. 7, p. 1888-1904, 2014. DOI: [10.1109/TMM.2014.2340695](https://doi.org/10.1109/TMM.2014.2340695).

18. Agarwal, Charu; Mishra, Anurag; Sharma, Arpita; Chetty, Girija. A novel scene based robust video watermarking scheme in DWT domain using extreme learning machine. In *Extreme Learning Machines 2013: Algorithms and Applications*, Vol. 16, p. 209-225. Springer International Publishing, 2014. DOI: [10.1007/978-3-319-04741-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-04741-6_15).

19. Venugopala, P. S.; Sarojadevi, H.; Chiplunkar, Niranjan N.; Bhat, Vani. Video watermarking by adjusting the pixel values and using scene change detection. *Proc. of Fifth Int. Conf. on Signal and Image Processing*, ICSIP, 8-10 Jan. 2014, Bangalore, India, South Korea. IEEE, 2014, pp. 259-264. DOI: [10.1109/ICSIP.2014.47](https://doi.org/10.1109/ICSIP.2014.47).

20. Kelkoul, H.; Zaz, Y. Digital cinema watermarking state of art and comparison. *Int. J. Computer, Electrical, Automation, Control Inf. Eng.*, Vol. 11, No. 2, p. 287-292, 2017. URI: <http://scholar.waset.org/1307-6892/10006722>.

21. Shukla, D.; Sharma, M. A novel scene-based video watermarking scheme for Copyright Protection. *J. Intelligent Syst.*, pp. 1-20, 2017. DOI: [10.1515/jisys-2017-0039](https://doi.org/10.1515/jisys-2017-0039).

22. Adhikari, P.; Gargote, N.; Digge, J.; Hogade, B. G. Abrupt scene change detection. *Int. J. Computer, Electrical, Automation, Control Inf. Eng.*, Vol. 2, No. 6, pp. 1-6, 2008. URI: <http://scholar.waset.org/1307-6892/9318>.

23. Leelavathy, N.; Prasad, E. V.; Kumar, S. S. A scene based video watermarking in discrete multiwavelet domain. *Int. J. Multidisciplinary Sci. Eng.*, Vol. 3, No. 7, p. 12-16, 2012. URI: <http://www.ijmse.org/Volume3/Issue7/paper3.pdf>.

24. Shukla, D.; Sharma, M. Performance evaluation of video watermarking system using discrete wavelet transform for four subbands. *Proc. of Int. Conf. on Cyber Security*, ICCS, 13-14 Aug. 2016, Kota, India. Rajasthan Technical University, 2016.

Поступила в редакцию 10.06.2017

После переработки 30.11.2017