

УДК 621.391.7: 004.934.2

ОБЪЕКТИВНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА АЛГОРИТМОВ РАДИКАЛЬНОГО ШУМОПОДАВЛЕНИЯ

ПРОДЕУС А. Н., ДИДКОВСКИЙ В. С.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»,
Украина, Киев, 03056, пр-т Победы 37*

Аннотация. Сопоставлены шесть алгоритмов шумоподавления с использованием объективных показателей качества речевого сигнала, а также с использованием сквозного показателя качества системы автоматического распознавания речи в виде точности распознавания речи. Показано, что алгоритмы радикального шумоподавления уступают традиционным алгоритмам шумоподавления как по качеству восстановленной речи, так и по точности распознавания речи, вследствие значительных искажений речевого сигнала.

Ключевые слова: шумовая помеха; алгоритм шумоподавления; объективное оценивание; качество речевого сигнала; точность распознавания речи; noise; noise suppression algorithm; objective evaluation; speech signal quality; speech recognition accuracy

ВВЕДЕНИЕ

Одним из способов обеспечения приемлемого качества речи в системах связи и устройствах компенсации недостатков слуха, а также повышения робастности систем автоматического распознавания речи (АРР) при наличии шумовых помех, является использование алгоритмов шумоподавления [1–4].

К традиционно используемым алгоритмам шумоподавления могут быть отнесены алгоритмы спектрального вычитания SpecSub (Spectral Subtraction), винеровской фильтрации (Wiener), фильтрации с минимизацией среднеквадратичной ошибки оценки кратковременного амплитудного спектра MMSE (minimal mean square error) и фильтрации с минимизацией среднеквадратичной ошибки логарифма оценки кратковременного амплитудного спектра logMMSE (logarithmic minimal mean square error) [1–4]. В 2004–2006 предложены два но-

вых алгоритма шумоподавления: алгоритм двухэтапного шумоподавления Wiener-TSNR (Wiener two-step noise reduction) и алгоритм шумоподавления с регенерацией гармоник Wiener-HRNR (Wiener harmonic regeneration noise reduction) [5, 6]. Эти алгоритмы обеспечивают очень низкий уровень остаточного шума, что позволяет отнести их к классу алгоритмов радикального шумоподавления.

Результаты оценивания качества алгоритмов Wiener-TSNR и Wiener-HRNR, приведенные их авторами, положительны. Так, в [5] показано, что при использовании алгоритма Wiener-TSNR в системе АРР, в условиях умеренной согласованности данных в режимах обучения и тестирования, удалось на 9% понизить количество ошибок распознавания типа «замена» и на 22% понизить количество ошибок распознавания типа «вставка». В [6] приведены результаты оценивания качества новых алгоритмов с использованием объективных

DOI: [10.20535/S0021347016110042](https://doi.org/10.20535/S0021347016110042)

© Продеус А. Н., Дидковский В. С., 2016

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Noise Reduction in Speech Processing / J. Benesty, J. Chen, Y. Huang, I. Cohen. — Berlin–Heidelberg : Springer-Verlag, 2009.
2. Ephraim Y. Speech enhancement using a minimum-mean square error short-time spectral amplitude estimator / Y. Ephraim, D. Malah // IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Process. — Dec. 1984. — Vol. 32, No. 6. — P. 1109–1121. — DOI : [10.1109/TASSP.1984.1164453](https://doi.org/10.1109/TASSP.1984.1164453).
3. Ephraim Y. Speech enhancement using a minimum mean-square error log-spectral amplitude estimator / Y. Ephraim, D. Malah // IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Process. — Apr. 1985. — Vol. 33, No. 2. — P. 443–445. — DOI : [10.1109/TASSP.1985.1164550](https://doi.org/10.1109/TASSP.1985.1164550).
4. Brooks M. VOICEBOX: Speech Processing Toolbox for MATLAB / M. Brooks // Imperial College London, Electrical Engineering Department. — Режим доступа : <http://www.ee.ic.ac.uk/hp/staff/dmb/voicebox/voicebox.html>. — Дата доступа : 20.08.2015.
5. A two-step noise reduction technique / C. Plapous, C. Marro, L. Mauuary, P. Scalart // Acoustics, Speech and Signal Processing : IEEE Int. Conf. ICASSP, 17–21 May 2004. — IEEE, 2004. — Vol. 1. — P. 289–292. — DOI : [10.1109/ICASSP.2004.1325979](https://doi.org/10.1109/ICASSP.2004.1325979).
6. Plapous C. Improved signal-to-noise ratio estimation for speech enhancement / C. Plapous, C. Marro, P. Scalart // IEEE Trans. Audio, Speech, Language Process. — Nov. 2006. — Vol. 14, No. 6. — P. 2098–2108. — DOI : [10.1109/TASL.2006.872621](https://doi.org/10.1109/TASL.2006.872621).
7. Hu Y. Evaluation of objective quality measures for speech enhancement / Y. Hu, Philipos C. Loizou // IEEE Trans. Audio, Speech, Language Process. — Jan. 2008. — Vol. 16, No. 1. — P. 229–238. — DOI : [10.1109/TASL.2007.911054](https://doi.org/10.1109/TASL.2007.911054).
8. Ma J. Objective measures for predicting speech intelligibility in noisy conditions based on new band-importance functions / Jianfen Ma, Yi Hu, Philipos C. Loizou // J. Acoust. Soc. Am. — May 2009. — Vol. 125, No. 5. — P. 3387–3405. — DOI : [10.1121/1.3097493](https://doi.org/10.1121/1.3097493).
9. The HTK Book / S. Young, G. Evermann, M. Gales, [et al.]. — Cambridge : University Engineering Department, 2009. — 375 p.
10. Ellis D. PLP and RASTA (and MFCC, and inversion) in Matlab / D. Ellis. — Режим доступа : <http://www.ee.columbia.edu/~dpwe/resources/matlab/rastamat/>. — Дата доступа : 20.08.2015.
11. Recommendation P.862 (2001) Amendment 2 (11/05). — Режим доступа : <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.862-200511-I!Amd2/en>. — Дата доступа : 20.08.2015.
12. Продеус А. Вычисления показателя качества речи WB-PESQ в среде MATLAB / А. Продеус // Новейшие сетевые технологии в Украине : 14-я междунар. научн.-практ. конф., 17–19 сентября 2012, Партемит, Украина // Вестник УНИИС. — 2012. — С. 70–76. — Режим доступа : <https://www.>

researchgate.net/publication/309488833_Vycislenia_pokazatelya_kachestva_reci_PESQ_v_srede_Matlab. — Дата доступа : 28.10.2016.

Поступила в редакцию 02.03.2015

После переработки 04.03.2016
