

АДАПТИВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПОРОГА ВОСПРИЯТИЯ РЕЧИ

Щербина Д. Н.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

НИТЦ Нейротехнологий

г. Ростов-на-Дону

E-mail: dnshepbina@sfnedu.ru

Проблема измерения порогов слухового восприятия хорошо разработана в клинической практике [1]. В наши дни процедуры постепенного уточнения порогов («лесенка») при восприятии одного или нескольких слуховых потоков описаны и стандартизированы [2]. Проблема определения порогов распознавания речи на слух отличается от детекции шума ввиду сложности стандартизации способов произношения звуко сочетаний в разных языках (в частности создаются аудиозаписи списков фраз со скорректированными отношениями сигнал/шум) [3–5].

В наших исследованиях стояла задача определения порога распознавания речи (SRT) у здоровых взрослых людей на фоне шума в приложении с *веб-интерфейсом*. Спектр программных возможностей сводился к изменению громкости при генерации фразы с помощью системного движка синтеза речи. При этом громкость проигрываемого из аудиофайла шума была зафиксирована на уровне 0.5 от максимальной. Заметим, что эти значения громкости условны, поскольку используются как верхний порог для шкалирования сигнала, извлекаемого из звукозаписи (условный уровень в пределах от -1 до 1) программными средствами для создания реального звукового давления, получаемого в наушниках.

Разработанный алгоритм адаптивного подбора порога распознавания речевых вставок на фоне шума представлял собой улучшение взвешенной процедуры "2 вверх–1 вниз по лестнице", используемой в адаптивном слуховом речевом тесте (AAST). Первое улучшение связано с адаптивным снижением шага изменения громкости. Начальное значение шага в 0.16 уменьшалось вдвое при каждом ложном ответе, быстро достигая минимального требуемого уровня в 0.01 в районе истинного порога. Это позволяло начинать подбор громкости с уровня 0.9, намного превышающего порог. Четко различимые целевые стимулы в начале процедуры, которые отчетливо становились тише с каждым шагом, позволяли испытуемому быстро приспособиться к выполнению задачи выбора. Нами использовалась задача выбора из девяти альтернатив (числа 1...9). Невозможность какого-либо выравнивания уровня громкости отдельных слов при использовании движка синтеза речи и различия в вероятности угадывания целевого ответа по количеству слогов и ударению в произносимых словах, служили дополнительными источниками вариативности теста. Это приводило к тому, что при отладке процедуры встречались

случаи неправильных ответов на стимулы с громкостью на 3-4 ступени выше предполагаемого порога. В результате уровень громкости поднимался так высоко, что требовалось до 5 повторных успешных ответов, чтобы снова спуститься к уровню случайных угадываний. Другими словами, наличие нескольких источников вариативности при выборе ответа могло приводить к нестабильности «спуска по лестнице». Невозможность растягивания процедуры во времени ограничивало возможность получения классического паттерна многократного «биения» между успешными и неуспешными ответами на уровне, близком к искомому порогу. Поэтому было применено второе улучшение, в котором мы заменили классическую процедуру простого усреднения многих использованных значений громкости (например, после семи неправильных ответов в процедуре, рекомендованной Американской слуховой ассоциацией <https://www.asha.org/policy/GL1988-00008/>) на детекцию специального паттерна в функции «движения по лестнице». В нашем тесте после семи ошибок, когда шаг изменения громкости гарантированно снижался до 0.01, процедура подбора останавливалась в случае возникновения паттерна -1-1-0-1, где 1 – успех, 0 – ошибка. При этом в качестве порога фиксировался промежуточный уровень между ошибкой и минимальным уровнем успешного распознавания. Именно данный паттерн давал стабильную оценку порога при минимальном количестве шагов в условиях высокой неоднородности распознавания целевых стимулов.

В результате описанных улучшений была разработана процедура устойчивого определения SRT на языке JavaScript, занимающая относительно небольшое время по сравнению с измерением более теоретически обоснованных психометрических функций, которые требуют большого количества повторных предъявлений стимулов.

Литература

1. Бобошко М., Риехакайнен Е. Речевая аудиометрия в клинической практике. – Litres, 2022.
2. Spielmann M., Schröger E., Kotz S., Pechmann T., Bendixen A. Using a staircase procedure for the objective measurement of auditory stream integration and segregation thresholds//Frontiers in Psychology, 2013, Т. 4.
3. Killion M. C., Niquette P. A., Gudmundsen G. I., Revit L. J., Banerjee S. Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners//The Journal of the Acoustical Society of America, 2004, Т. 116, N 4, С. 2395–2405.
4. Practice guidance: Assessment of speech understanding in noise in adults with hearing difficulties. - British Society of Audiology (BSA), 2019.
5. Billings C. J., Olsen T. M., Charney L., Madsen B. M., Holmes C. E. Speech-in-Noise Testing: An Introduction for Audiologists//Seminars in Hearing, 2023, Т. 45, N 1, С. 55–82.