

ПОРТАТИВНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОРИГУВАННЯ ДЕФЕКТІВ МОВЛЕННЯ

А.А. Воропай, В.М. Сарана

(Україна, Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара)

Постановка проблеми. Близько 1% населення планети страждає через дефекти мовлення (логоневроз) [1]. Ці дефекти можна виправляти за допомогою альтернативного зворотного зв'язку (АЗЗ), який зазвичай реалізують наступними методами: маскування зворотного зв'язку; зворотній зв'язок с затримкою (10-200 мілісекунд); зсув частоти голосу пацієнта в навушниках в порівнянні з його нормальним голосом [2].

Обробка звуку в реальному часі на побутових системах є доволі специфічним завданням. Незважаючи на велику обчислювальну потужність сучасних персональних комп'ютерів та мобільних пристроїв, архітектура їх операційних систем та звукових драйверів часто не дозволяє працювати зі звуком в реальному часі, що може бути значною перешкодою для лікування логоневрозу методами альтернативного зворотного зв'язку. Тому є потреба в створенні сучасного портативного пристрою, здатного забезпечити АЗЗ і коригування дефектів мовлення.

Розробка і тестування пристрою. Проведені дослідження звукової системи смартфонів на базі операційної системи Android свідчать про нестабільність та значну затримку звуку від 200 мілісекунд між вхідним каналом (мікрофоном) та вихідним (навушниками). Отримані результати підштовхнули до пошуку сучасного технічного рішення у вигляді автономного пристрою з доступною ціною і конкурентними параметрами. Запропонований пристрій (рис. 1.) має потужні можливості для реалізації АЗЗ-методів, обробки звуку в реальному часі та підключення зовнішніх обчислювальних систем для обробки та візуалізації мови.

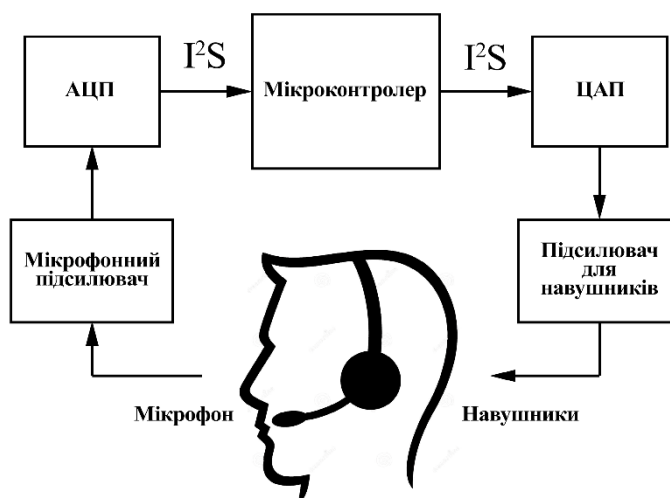


Рис. 1. Структурна схема пристрою

Пристрій створено на базі мікроконтролера STM32F107RC з використанням зовнішніх АЦП NXP UDA1361 і ЦАП Cirrus Logic CS4341A, підключених через інтерфейс I2S (Inter-IC Sound Bus) з частотою дискретизації до 96 kHz, та квантуванням з розрядністю 24 біта. Мікроконтролер STM32F107RC має вбудований модуль USB, який можна використовувати для оновлення програмного забезпечення без спеціального програматора чи інших приладів, а також передавати через USB звук в обидва напрямки. Схема живлення приладу має функцію заряду акумулятора і зібрана на спеціалізованій мікросхемі заряду Li-Ion акумуляторів MAX1555 та на регуляторі напруги MAX8881 з падінням напругу всього 100 мілівольт. Програмне забезпечення мікроконтролера було написано на мові C та інтегрованою середі розробки було обрано Eclipse Kepler з компілятором ARM-GCC. З метою перевірки працездатності пристрою та програмного забезпечення перший прототип приладу було зібрано на відповідній макетній платі.

Пристрій дозволяє лінійно контролювати затримку від 10 мікросекунд до 200 мілісекунд та робити зсув частоти звуку від -1 до +1 октави з кроком 0,5. Експериментальні дослідження проводилися з максимальною комфортною затримкою для користувача, яка складала 80 мілісекунд.

Ефективність пристрою підтверджується наступними результатами. Якщо без використання будь-яких засобів користувачу, що страждає логоневрозом, важко вимовити 39% слів, то з пристроєм цей відсоток зменшується до 4%. Навіть після відключення приладу впродовж 5 хвилин кількість слів, які важко вимовити, не перевищує 14%.

Висновки. Отриманий пристрій є повністю функціональним та портативним, одного заряду вистачає на 5 днів користування по 2-3 години. Ефект дії пристрою відчутно одразу, а його застосування не потребує спеціальної підготовки користувача. Після короткочасного використання позитивний ефект продовжується декілька днів, мова користувача стає більш стабільною та плавною.

Подальші дослідження у даному напрямку базуються на застосуванні біологічного зворотного зв'язку з використанням безперервного відеомоніторингу в режимі реального часу ключових показників мови і свідоме управління ними за допомогою мультимедійних, ігрових та інших прийомів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Hargrave S, Kalinowski J, Stuart A, Armson J, Jones K. Effect of frequency-altered feedback on stuttering frequency at normal and fast speech rates. *Journal of Speech and Hearing Research*. 1994.
2. Broca's Area in Language, Action, and Music, Luciano Fadiga, Laila Craighero, and Alessandro D'Ausilio 2009.