

ОПРАЦЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЗВОРОТНОГО ГОРТАННОГО НЕРВА

Запропоновано спосіб виявлення і опрацювання інформаційного сигналу, який дозволяє візуалізувати гортанний нерв з інших тканин хірургічної рани при проведенні хірургічних операцій на щитоподібній залозі.

Ідентифікація зворотного гортанного нерва, інформаційний сигнал, інтервальна модель

Oleksandra Kozak

INFORMATION SIGNAL PROCESSING FOR VISUALIZATION OF RECURRENCE LARYNGEAL NERVE

The method for detecting and processing information signal is suggested. That allows to visualize recurrent nerve during surgical operations on the thyroid gland

Recurrent laryngeal nerves identification, interval model, information signal

При проведенні хірургічних операцій на щитоподібній залозі виникає проблема ідентифікації зворотного гортанного нерва, для того щоб запобігти його ушкодженню, оскільки це може привести до обмежень функцій гортанні і втрати голосу. У праці [1] описано спосіб та метод розв'язування даної проблеми. В основу способу покладено ідею збудження гортанного нерва зміним струмом на визначеній частоті для якого малопрвідними є м'язова та інші тканини рани і висока провідність електричного сигналу гортанними нервами, які керують натягом голосових зв'язок. Скорочення м'язів гортані у відповідь на подразнення струмом спричиняє до змін натягу голосових складок і просвіту голосової щілини, що викликає зміни шумових ефектів проходження повітря через голосову щілину при видиху. Отримані звукові сигнали реєструються звуковим сенсором, який перетворює їх у електричний сигнал.

Результати експериментів підтвердили, що чим більша відстань від точки подразнення до гортанного нерва, тим менша амплітуда інформаційного сигналу. Це пояснюється зменшенням провідності м'язової тканини при збільшенні відстані до зворотного гортанного нерва.

Для ідентифікації гортанного нерва в хірургічній рані використано засоби опрацювання інформаційного сигналу, структурна схема яких зображена на рис. 1.

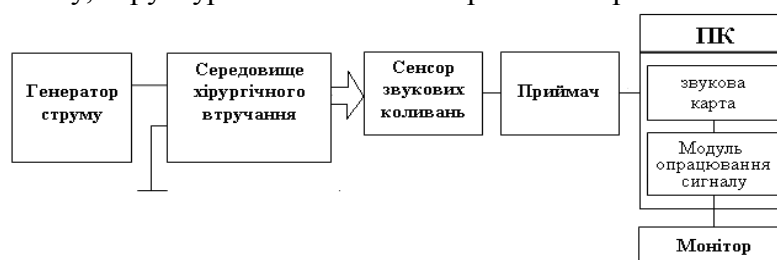


Рис. 1. Структурна схема засобів опрацювання інформаційного сигналу

Запропонований метод ідентифікації гортанного нерва з інших тканин [1] передбачає побудову інтервальної моделі, яка відображає провідні властивості середовища хірургічного втручання на основі опрацювання інформаційного сигналу отриманого в результаті подразнення тканин хірургічної рани.

Для визначення розміщення гортанного нерва використано програмний блок опрацювання інформаційного сигналу, який включає зчитування інформаційного сигналу та візуалізацію зворотного гортанного нерва. Модуль зчитування інформаційного сигналу передбачає фільтрацію сигналу на частоті подразнення, визначення максимальної амплітуди відфільтрованого сигналу для кожного проведеного спостереження та запис отриманих

даних. Модуль візуалізації включає побудову інтервальної моделі розподілу інформаційного сигналу на хірургічній рані та визначення розміщення зворотного гортанного нерва на основі аналізу моделі.

Для побудови інтервальної моделі розподілу максимальної амплітуди інформаційного сигналу позначимо максимальну амплітуду інформаційного сигналу $U_{\max}(x_i, y_i)$, де i - це індекс, який визначає точку з координатами (x_i, y_i) на області хірургічного втручання. Тоді отриманні на основі опрацювання інформаційного сигналу дані з врахуванням вимірювальних похибок та шумів представляємо в інтервальному вигляді

$$(x_i, y_i) \rightarrow [U_{\max i}^-, U_{\max i}^+], \quad i = 1, \dots, N,$$

де $U_{\max i}^-, U_{\max i}^+$ - відповідно нижня і верхня межі значення максимальної амплітуди отриманого сигналу.

Структуру моделі розглядатимемо у вигляді лінійно-параметричної функції :

$$\mathcal{U}_{\max}(x, y) = b_0 + b_1 \cdot \varphi_1(x, y) + \dots + b_m \cdot \varphi_m(x, y),$$

де $\varphi_1(x, y), \dots, \varphi_m(x, y)$ - базисні функції.

Для побудови моделі необхідно оцінити параметри $b_i, i = 1, \dots, m$, тобто знайти розв'язки інтервальної системи лінійних алгебричних рівнянь

$$U_{\max i}^- \leq b_1 \cdot \varphi_1(x, y)_i + b_2 \cdot \varphi_2(x, y)_i + \dots + b_m \cdot \varphi_m(x, y)_i \leq U_{\max i}^+, \quad i = 1, \dots, N, \quad m < N, \quad (1)$$

Використання методів допускового еліпсоїдного оцінювання параметрів інтервальної моделі [2] дозволить побудувати інтервальну модель розподілу максимальної амплітуди інформаційного сигналу з незначними часовими затратами.

Побудований коридор інтервальних моделей, що задають розподіл максимальної амплітуди інформаційного сигналу матиме такий вигляд:

$$[\mathcal{U}_{\max}^-(x, y); \mathcal{U}_{\max}^+(x, y)] \quad (2)$$

Аналіз коридору інтервальних моделей (2) дозволяє візуалізувати область розміщення гортанного нерва в хірургічній рані, визначивши область $\mathcal{U}_{\max}^+(x, y) > \underline{U}_{\max}$,

де $\underline{U}_{\max} = \max_{x, y \in \chi} \{\mathcal{U}_{\max}^-(x, y)\}$, χ - область хірургічного втручання.

Програмна реалізація запропонованого способу дозволяє візуалізувати розміщення гортанного нерва в хірургічній рані в реальному часі.

Запропоновані методи дозволяють візуалізувати область розміщення гортанного нерва, що спрощує процес ідентифікації гортанного нерва серед інших тканин хірургічної рани під час проведення хірургічних операцій в області шиї.

Література

1. Козак О.Л. Застосування методів допускового еліпсоїдного оцінювання параметрів інтервальних моделей для задачі візуалізації гортанного нерва / Козак О.Л., Дивак М.П., Пукас А.В. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Радіоелектроніка та телекомунікації- 2010. - №680. - С. 196-205.

2. Козак О.Л. Метод формування допускової еліпсоїдної оцінки параметрів інтервальних моделей на основі виділення із інтервальної системи лінійних алгебраїчних рівнянь основних активних обмежень / Козак О.Л., Дивак М.П. // Реєстрація, зберігання і обробка даних. - 2009. - Т. 11, № 2. - С.25-36.