

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТ-НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭЭГ В ДИАГНОСТИКЕ ЭПИЛЕПСИИ

Пен О.В.

научные руководители: канд. техн. наук Виденин С.А., д-р. мед. наук

Шнайдер Н.А.

Сибирский федеральный университет

Красноярский государственный медицинский университет

Анализ ЭЭГ на предмет наличия определенных паттернов – эпилептоформ – на сегодняшний момент является основным способом диагностики эпилепсии, однако в большинстве случаев до сих пор выполняется вручную. Существующие методы когерентного и спектрального анализа, основывающиеся на Фурье-преобразовании, не дают достаточно точного результата, который позволил бы создать полностью автоматизированную систему обнаружения паттернов эпилептоформ и отделения их от артефактов [1]. Использование нейронной сети, основанной на методе вейвлетов, может решить эту проблему [2].

Предполагаемая схема обработки ЭЭГ с целью обнаружения эпилептоформ представлена на рисунке 1.

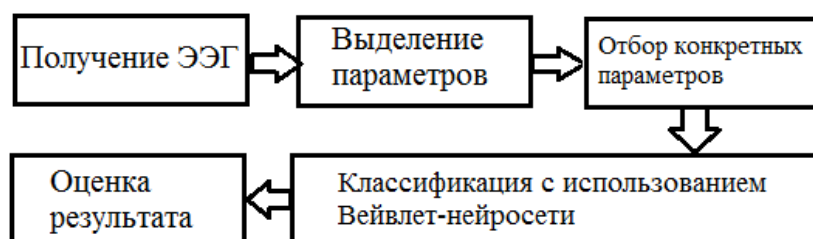


Рисунок 1 – Алгоритм автоматизированной обработки ЭЭГ

Выделение параметров с помощью дискретного вейвлет-преобразования, в противовес принятому в настоящий момент простому Фурье-преобразованию, позволит получить более гибкую и точную функцию частоты по времени. Дальнейшее использование вейвлет-нейросетей для классификации также должно увеличивать эффективность методики. Общая схема подобной нейросети может быть представлена на рисунке 2

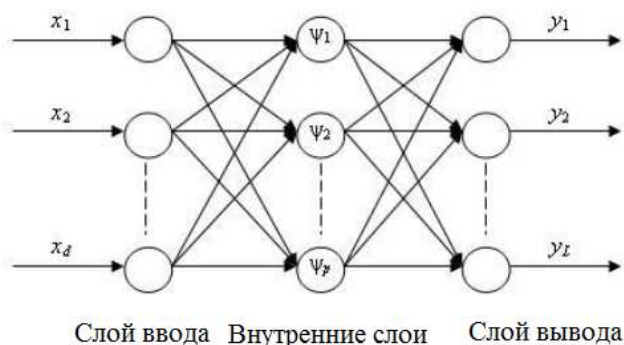


Рисунок 2 – Схема вейвлет-нейросети

Здесь сеть имеет три слоя: слой ввода, внутренние слои, слой вывода. Архитектура внутренних слоев включает в себя ряд непрерывных вейвлет-функций, таких как гауссов вейвлет, вейвлет Морле, вейвлет Габора. Математически, вейвлет-нейросеть может быть смоделирована с помощью следующего выражения:

$$y(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^p w_{ij} \psi\left(\frac{\mathbf{x} - \mathbf{t}_i}{d}\right) + \mathbf{b}, \quad (1)$$

Здесь y – желаемый результат, $x \in \mathbb{R}^m$ – входной вектор, состоящий из m параметров, p – число скрытых нейронов, w_{ij} – вес матрицы с итерационно настраиваемыми значениями, ψ – функция активации вейвлета, t – вектор перевода, b – столбец базовых параметров.

Использование специальных алгоритмов подгонки параметров нейросети, а также подгонка архитектуры внутренних слоев позволят лучше приспособить нейросеть для решения конкретной задачи обнаружения эпилептических паттернов [3]. Особое значение имеют параметры вектора перевода, так как именно они сильнее всего влияют на скорость обучения сети и оптимальность находимых решений. Нами было предложено использование алгоритма кластеризации fuzzy C-means второго типа в силу его высокой эффективности и робастности в отношении шума. Формула для нахождения центров кластеров c_{ij} , используемая в нем, выглядит следующим образом:

$$c_i = \frac{\sum_{j=1}^N a_{ij}^m x_j}{\sum_{j=1}^N a_{ij}^m}, \quad (2)$$

Где, в свою очередь, используется функция принадлежности, позволяющая отделить сигнал от шума.

$$a_{ij} = u_{ij} - \left(\frac{1 - u_{ij}}{2} \right), \quad (3)$$

Здесь u_{ij} и a_{ij} представляют собой значения принадлежности первого и второго типа для входного сигнала j и центра кластера i соответственно.

На настоящий момент проводятся исследования по сравнению эффективности традиционных методов и экспертной программы, построенной по предложенной модели, на основе базы данных неврологического центра Красноярского государственного медицинского университета.

-
1. Кулаичев А.П. Об информативности когерентного анализа // Журнал высшей нервной деятельности, 2009, том 59, № 6, с. 766–775
 2. O.A. Rosso, M.T. Martin, A. Figliola, K. Keller, A. Plastino, EEG analysis using wavelet-based information tools, Journal of Neuroscience Methods 153 (2009) 163–182
 3. Есауленко И.Э. Распознавание паттернов электроэнцефалограмм с использованием вейвлет-анализа // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2009. – Т.8, №4. – С.855-857