

УДК 004.9

Золотенкова Т. С., студентка
Національний авіаційний університет, м. Київ, Taiszet@gmail.com

АНАЛІЗ РЕКУРЕНТНИХ ДІАГРАМ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ХВОРОБИ АЛЬЦГЕЙМЕРА НА РАННІХ СТАДІЯХ

Хвороба Альцгеймера є поширеним нейродегенеративним захворюванням, що впливає на функції пам'яті та пізнавальні процеси людини. Виявлення цієї хвороби на ранніх стадіях є надзвичайно важливим для її успішного лікування та збереження якості життя пацієнтів. Моделювання мозку, як динамічної системи означає розглядати його як систему, що розвивається з часом, де зміна стану впливає на подальшу динаміку системи, така модель є нелінійною.

Рекурентні діаграми та кількісний аналіз рекурентності є методами нелінійної динаміки, вони дають змогу отримати додаткову інформацію про зміни в мозковій активності людини за рахунок виявлення структурних зв'язків між біологічними сигналами. Таку додаткову інформацію складно отримати іншими методами.

Рекурентна діаграма є двовимірним графіком, що відображає значення елементів рекурентної матриці і показує повторення станів (рекурентність) динамічної системи. Елементи рекурентної матриці обчислюють за формулою:

$$R_{i,j}^{m,\varepsilon_i} = \theta(\varepsilon_i - \|x_i - x_j\|), \quad i, j = 1 \dots N,$$

де N – кількість розглянутих станів;

x_i ; ε_i – розмір околиці точки x в момент i ;

$\| \ \|$ – норма вектора;

$\theta(\)$ – функція Хевісайда [1, 2].

Кожна точка на діаграмі представляє окремий стан динамічної системи. Точки, відстань між яким не перевищує попередньо встановлений поріг ε_i , вважаються рекурентними.

Рекурентна діаграма – графічний інструмент для візуалізації рекурентних залежностей, що створюється у середовищі MATLAB. Для побудови рекурентних діаграм і обчислення їх кількісних характеристик використовується програмне забезпечення [3] з додатковими розробленими скриптами.

Після побудови рекурентних діаграм і обчислення їх кількісних характеристик на основі даних пацієнтів, проводиться аналіз між різними групами, виявлення відмінностей у характеристиках рекурентних діаграм, або кольорового спектру на діаграмах. Для аналізу результатів застосовуються статистичні методи або інструменти доступні у MATLAB середовищі.

Переваги методу аналізу рекурентних діаграм:

- виявлення хвороби на ранніх етапах;
- візуалізація зв'язків між станами системи;
- отримання додаткової інформації про характеристики мозкової активності.

Одним із важливих аспектів використання методу є напрацювання більшої бази даних для достовірності отриманих аналізів. Використання аналізу рекурентних діаграм може покращити статистику прогнозів та результатів лікування людей із хворобою Альцгеймера.

Список посилань

1. Knight A. P., Kennedy D. M. & McComb S. A. (2016). Using recurrence analysis to examine group dynamics. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 20, 230-240.
2. N. Marwan, M. C. Romano, M. Thiel, J. Kurths: Recurrence Plots for the Analysis of Complex Systems, *Physics Reports*, 438(5–6), 237–329 (2007). DOI:10.1016/j.physrep.2006.11.001
3. Cross Recurrence Plot Toolbox 5.24. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tocsy.pik-potsdam.de/CRPtoolbox/>