

Крак Ю.В., д.ф.-м.н., проф., Петрович В.М., к.т.н., Кузнецов В.О.
РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНОЇ
БІОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗА НАБОРОМ ПАРАМЕТРІВ

Будь-яка біологічна істота має певний набір характеристик, що можуть бути використані для опису поточного стану систем та процесів, що відбуваються в організмі. Аналіз цих процесів у реальному часі вимагає різних методів та засобів обробки даних. Найбільший інтерес для дослідження мають швидкі процеси, оскільки їх тривалість становить від долей до десятків секунд, що дозволяє сформувати потужну вибірку зразків за порівняно короткий проміжок часу [1,2]. Так, у роботі [1] показано, що задача аналізу таких сигналів при спостереженні інтервалу активності може бути зведена до аналогічної задачі, але в фіксований момент часу. Саме тому **актуальним** є вирішення задачі ідентифікації багатопараметричних біологічних систем.

Постановка задачі. Психофізіологічний стан біологічної істоти подається у вигляді вектора ознак, що описує значення показників активності даної істоти у фіксований момент часу та за фіксованих проміжках часу. Необхідно розробити метод ідентифікації, який на основі відомих алгоритмів показує найбільшу ефективність за показниками помилок першого і другого роду та часом виконання.

Для **розв'язання задачі** пропонується використати комбінацію методу сингулярного розкладу матриці навчальних зразків, методів лінійної класифікації та дерев рішень: багатопараметрична нейронна мережа (MLP), метод опорних векторів (SVM) з ядром RBF і лінійним ядром, K-найближчих сусідів (KNN), адаптивне підсилення (AdaBoost), дерево класифікації та регресії (CART), машина для підсилення градієнта (GBM).

Ці методи досліджувались за двома критеріями: середньою кількістю помилок першого (I) та другого роду (II) та часом виконання. Для проведення цього аналізу було розроблено експериментальне програмне забезпечення на мові Java.

З точки зору середніх помилок типу I та II, методи розташовані у порядку зростання (від більш точних до менш точних): CART, GBM, KNN, SVM (ядро RBF), MLP та SVM (лінійне ядро). Відповідно до цієї послідовності, нелінійні методи класифікації та дерева прийняття рішень дають більш точні гіпотези, на відміну від повністю лінійних методів, таких як SVM з лінійним ядром або штучна нейронна мережа. Однак деякі методи не можна застосовувати до всіх типів даних; наприклад, лінійні SVM та KNN навряд чи застосовуватимуться до просторових даних, таких як спостереження за даними за фіксованими відрізками часу.

За часом виконання методи розміщуються в такому порядку (від найшвидшого до найповільнішого): CART, KNN, SVM (ядро RBF), SVM (лінійне ядро), MLP, AdaBoost, GBM. Результати цікаві не лише з точки зору відсутності прямої кореляції між точністю методу та швидкістю його виконання, але й тим, що різні методи мають різний час виконання для різних типів даних. Наприклад, SVM (з ядром типу RBF) виконується швидше на багатовимірних даних, ніж на даних менших розмірів; навпаки - деякі методи мають протилежну поведінку - штучна нейронна мережа працює повільніше на даних більшої розмірності, так само як AdaBoost та GBM.

Наявність таких результатів дає змогу обрати методи, які здатні обробляти конкретні типи даних із заданою продуктивністю та точністю. Відповідно до цього показника, найбільш перспективним методом класифікації таких даних є метод CART, оскільки він має найкращий компроміс між точністю та часом виконання.

Висновки. На основі проведеного експерименту показано, що сингулярний розклад у комбінації із деревами рішень є найбільш застосовним для задачі ідентифікації багатопараметричних біологічних систем на прикладі аналізу психофізіологічного стану організму.

Література

1. Кириченко Н.Ф. Синтез систем нейрофункциональных преобразователей в решении задач классификации / Кириченко Н.Ф., Кривонос Ю.Г., Лепеха Н.П. - Кибернетика и системный анализ. – 2007 - № 3, с.47-57.
2. Кривонос Ю.Г. Информационная технология анализа мимических проявлений эмоциональных состояний человека / Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В., Бармак А.В., Тернов А.С., Кузнецов В.А. - Кибернетика и системный анализ. – 2015. - №1, с.30-39.