

УДК 629.735.083.2:620.179.1:004.032.26

Надія Бурау, д.т.н., професор, Сергій Рупіч, аспірант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОКЛАСОВОГО НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДІАГНОСТИЧНИМИ ОЗНАКАМИ РІЗНИХ ПОРЯДКІВ

Роботу присвячено дослідженню ефективності класифікатора на основі імовірнісної нейронної мережі для багатокласової діагностики складних просторових об'єктів з багатоосердковими пошкодженнями. Для розпізнавання технічного стану використовуються багатовимірні вектори діагностичних ознак, які, в загальному випадку, можуть мати значення різних порядків. У результаті навчання та тестування нейромережевого класифікатора визначено інтервал значень параметру впливу мережі для безпомилкового багатокласового розпізнавання технічного стану об'єкта.

Ключові слова: багатокласова діагностика, розпізнавання стану, вектор діагностичних ознак, нейромережевий класифікатор, параметр впливу, ефективність розпізнавання.

Nadiia Bouraou, Sergii Rupich
COMPARATIVE ANALYSIS OF EFFICIENCY OF THE NEURAL MULTI-CLASS RECOGNITION OF OBJECTS TECHNICAL CONDITION FOR DIAGNOSTIC FEATURES OF DIFFERENT ORDERS

The work is devoted to research efficiency classifier based on probabilistic neural network to multi-class diagnosis of complex spatial objects at the presence of multi-site damages. Multidimensional vectors of diagnostic features are used for recognition of technical condition, features are values of different order. The classifier is trained and tested, the values range of network influence parameter is obtained for correct multi-class recognition.

Key words: multi-class diagnosis, recognition, diagnostic features, neural network.

Оперування великими масивами нелінійної інформації є невід'ємною частиною розвитку сучасних інтелектуальних та / або інтелектуалізованих систем моніторингу складних технічних об'єктів, що вимагають використання інтелектуальних інформаційних інструментів (технологій). Розроблені методи, методики та технології діагностування як окремих елементів конструкції, так і об'єктів в цілому, надають можливість створити діагностичні системи нового класу – багатоканальні системи моніторингу. Важливим етапом моніторингу є розпізнавання технічного стану (ТС) об'єкта контролю (ОК) за результатами вимірювань та аналізу діагностичної інформації. Якщо зародження та розвиток пошкоджень в елементах конструкції складного просторового об'єкта призводять до багатокласовості об'єктів як у часовому, так і в просторовому вимірах, то для безаварійної та ефективної експлуатації таких об'єктів необхідно забезпечити багатокласову діагностику для своєчасного виявлення пошкоджень та моніторингу їхнього розвитку. Для вирішення цієї задачі пропонується розробка класифікатора стану ОК на основі імовірнісної нейронної мережі.

Розглядається задача багатокласової діагностики. Технічний стан складного об'єкту описується деяким вектором діагностичних ознак A_0 . Елементи вектору A_0 - діагностичні ознаки, визначені в результаті обробки діагностичної інформації. Загалом, стан ОК може характеризуватися різними ознаками a_i , такими як спектральні, кореляційні, фрактальні, статистичні характеристики вимірюваних сигналів.

У роботі розглянуто вектор діагностичних ознак A_0 , що містить 5 елементів. Відповідно, у загальному випадку ТС описується 6-ма класами: один бездефектний стан (S_0) та інші стани ($S_1 - S_5$), які характеризують появу та розвиток пошкодження. Діагностичні ознаки у векторі A_0 для різних класів характеризуються відхиленнями своїх значень, зокрема для дефектних станів відхилення перевищує допустиме значення $\Delta_0 = \pm 5\%$ від a_i , за якого ТС об'єкту вважається бездефектним.

Розглядається 2 випадки векторів діагностичних ознак, коли діагностичні ознаки відрізняються на порядок. У першому випадку величини діагностичних ознак a_i належать проміжку значень від 1 до 10. У другому – до проміжку значень від 0 до 1.

Для кожного випадку було сформовано вектори навчальних та тестових множин. Навчальними відхиленнями значень діагностичних ознак прийнято $\pm \Delta_M$: $\pm 5,5\%$; $\pm 10\%$; $\pm 15\%$; $\pm 20\%$; $\pm 25\%$; $\pm 50\%$. Було згенеровано вектори тестових множин з такими відхиленнями значень діагностичних ознак δ : $\pm 2,5\%$; $\pm 6\%$; $\pm 9\%$; $\pm 10\%$; $\pm 12\%$; $\pm 15\%$. Деякі з них ($\delta = \pm 10\%$; $\pm 15\%$) співпадають з навчальними Δ_M для того, щоб відтворити правильність класифікації за навчальними векторами.

Проведено навчання та визначено діапазон значень параметру впливу класифікатора (*spread*), за якого відбувається безпомилкове розпізнавання ТС об'єкту. Параметр *spread* накладає функціональні обмеження на точність та якість класифікації, його значення завжди лежить в межах діапазону $[0; 1]$ та визначається експериментально. Ефективність класифікатора оцінюємо коефіцієнтом K , який визначається у відсотках як відношення кількості векторів, які правильно класифікуються N_1 , до загальної кількості вхідних векторів N_0 . Результати досліджень наведено на рис. 1 та рис. 2.

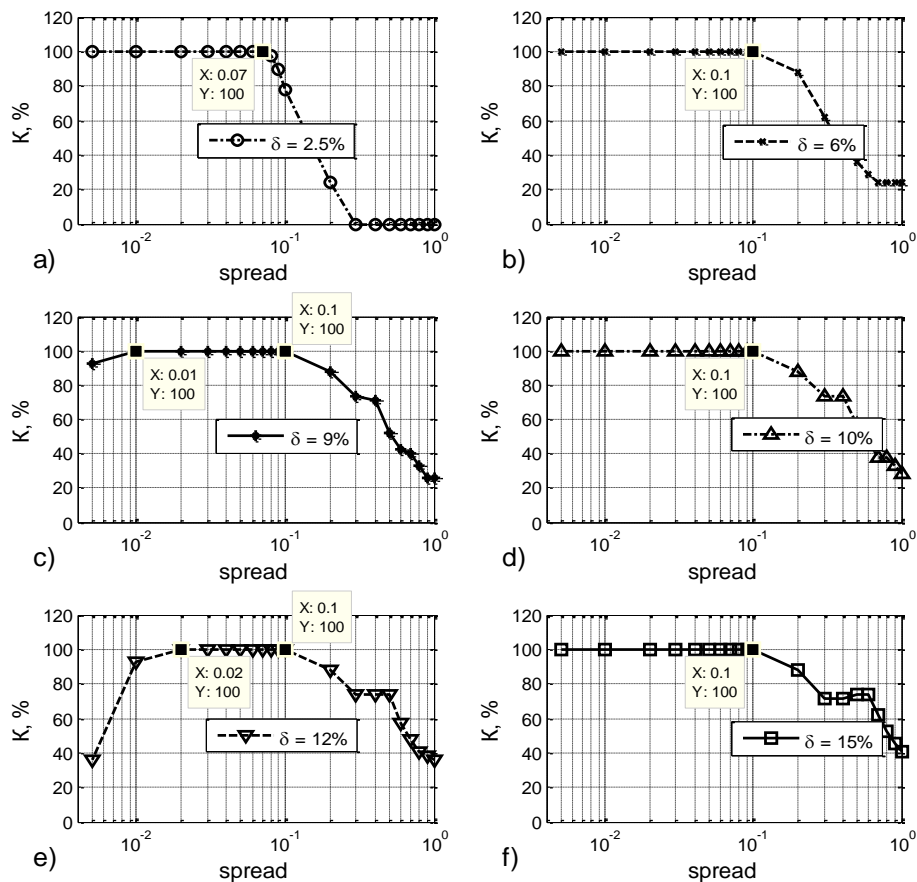


Рис. 1. Залежність параметра ефективності класифікатора від параметра впливу *spread* для діапазону значень діагностичних ознак a_i у від 1 до 10

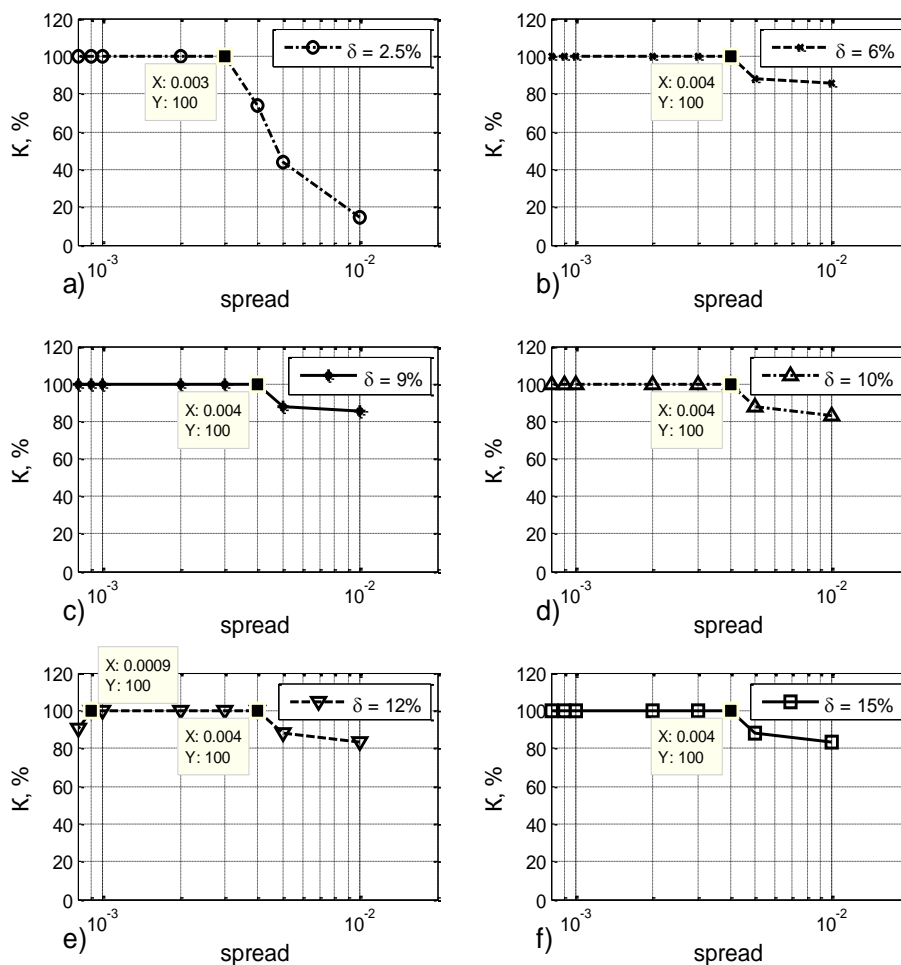


Рис. 2. Залежність параметра ефективності класифікатора від параметра впливу $spread$ для діапазону значень діагностичних ознак a_i від 0 до 1

Як видно з наведених на рис. 1 та рис. 2 графіків, параметр ефективності класифікатора залежить від інтервалів значень діагностичних ознак у вхідних векторах, величини відхилення значень діагностичних ознак δ та від параметру впливу $spread$ імовірнісної нейронної мережі. Для діагностичних ознак a_i , які можуть приймати значення від 1 до 10, безпомилкове розпізнавання станів ($K=100\%$) забезпечується при значеннях параметра мережі $spread$ в діапазоні від 0,02 до 0,07. Для діагностичних ознак a_i , які можуть приймати значення від 0 до 1, класифікатор виконує безпомилкове багато класове розпізнавання при значеннях параметра $spread$ в діапазоні від 0,0009 до 0,004. Проміжки значень параметра $spread$ не перекриваються між собою.

Отримані результати свідчать про те, що для векторів діагностичних ознак різних порядків необхідно мати окремо налаштований класифікатор для забезпечення безпомилкового багато класового розпізнавання ТС контрольованих об'єктів. Іншим шляхом може бути перетворення чи нормалізація діагностичних ознак. У будь-якому випадку для систем моніторингу та багатокласової діагностики складних просторових об'єктів в експлуатації важливим буде формування вимог до методів обробки діагностичної інформації та визначення діагностичних ознак.