

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Штучна імунна система для обробки та класифікації даних

Кваліфікаційна робота

Виконав:
студент гр. СПм-22-5
Прудіус М.А.

Керівник:
ст.викл. Фомічов О.О.

Аналіз проблеми

2

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз моделей та методів обробки та класифікації даних з використанням штучних імунних систем.

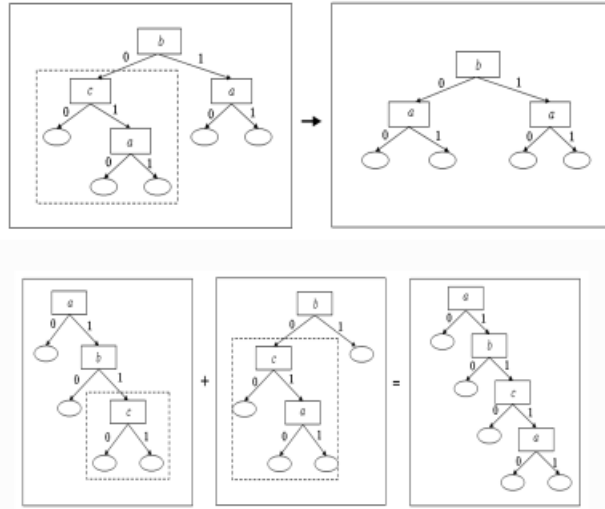
Об'єктом дослідження є функціонування штучних імунних систем.

Завдання:

- дослідження існуючих методів класифікації та розпізнавання символів на зображеннях;
- огляд алгоритмів штучних імунних систем;
- розробка моделі деревовидної штучної імунної системи для рішення подібних завдань.

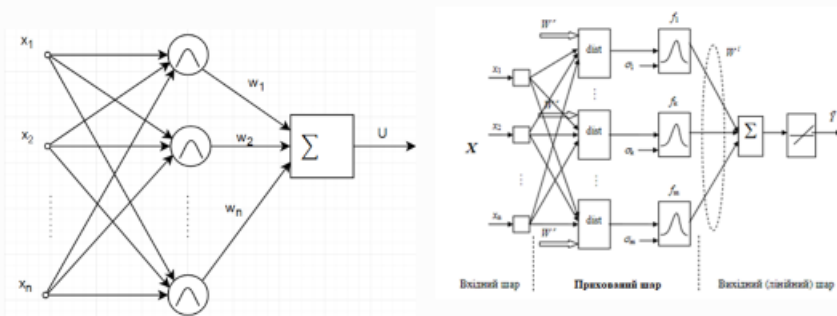
Представлення функції переходів деревами рішень для генерації автоматів з використанням ШС

3



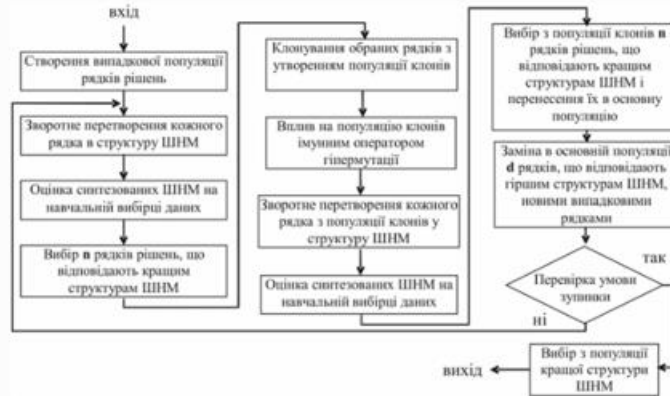
Узагальнена архітектура РБФ-мережі

4



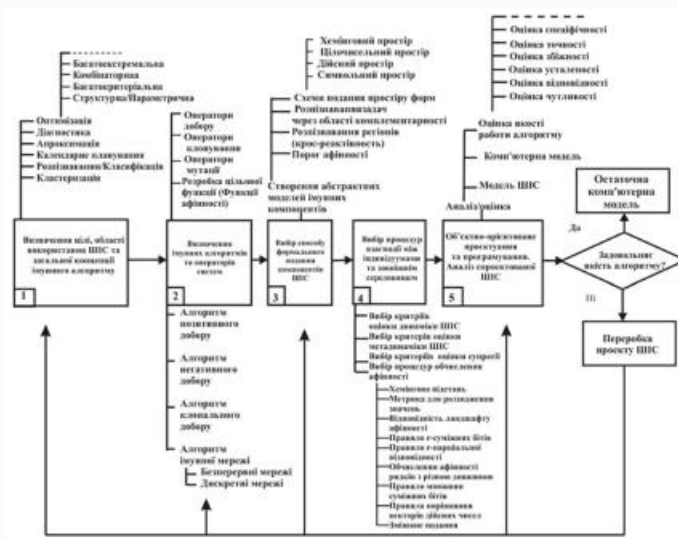
5

Алгоритм синтезу РБФ-нейронної мережі алгоритмом клонального відбору



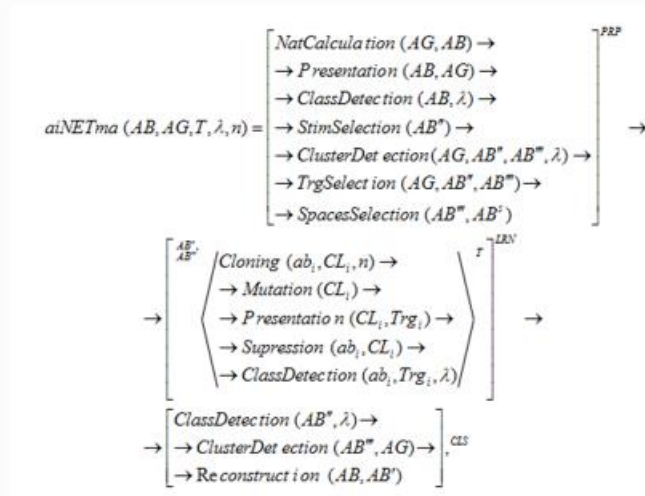
6

Процес проектування й оцінки ефективності ШНС



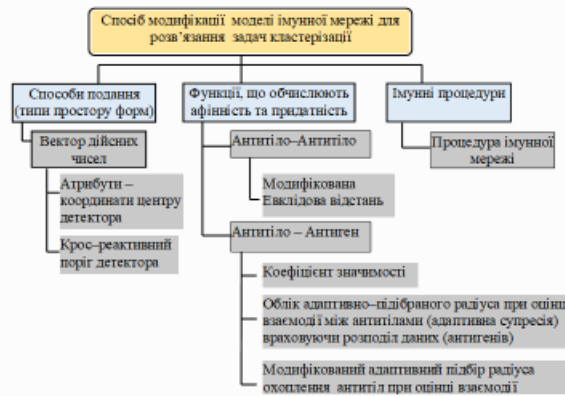
Модель автоматичної класифікації aiNETma на рівні імунних операторів

7



Спосіб модифікації моделі імунної мережі для розв'язання задач класифікації та кластеризації

8



Характеристики тестових наборів даних.
Результати моделювання методів класифікації
та кластеризації

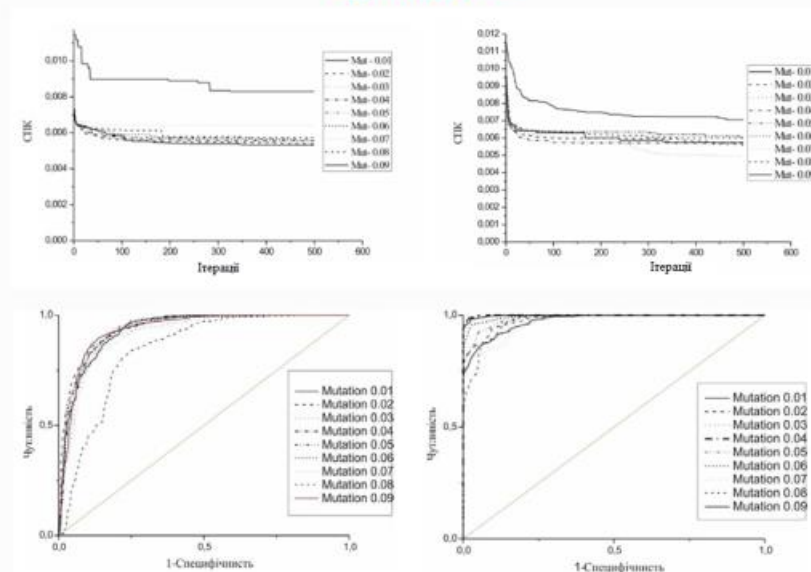
9

Набір	Кількість об'єктів, що класифікуються	Навчальна вибірка	Кількість класів	Матриця характеристик
H 1	5000	400	5	5 × 5
H 2	5000	400	5	10 × 10
H 3	10 000	500	10	5 × 5

Методи класифікації	Набори даних			Методи кластеризації	Набори даних				
	H 1	H 2	H 3		H 1	H 2	H 3		
kNN (k = 5)	T	22.3	22.9	23.9	k-means	T	74.7	75.1	75.3
	A	95.5	95.5	92.2		A	99.5	99.4	99.5
CART	T	71.3	74.1	68.5	MST	T	44.4	44.0	44.1
	A	96.1	96.2	96.3		A	98.0	98.1	98.0
SVM	T	97.9	96.8	96.6	aiNET	T	100	100	100
	A	99.8	99.9	99.9		A	65.3	65.0	64.9
aiNET	T	100	100	100	aiNETmc	T	69.1	68.0	68.2
	A	60.9	60.3	59.8		A	98.7	98.2	98.0
aiNETm	T	69.8	63.5	63.6	aiNETmkm	T	60.2	60.7	60.9
	A	98.5	98.4	98.3		A	99.3	99.2	99.3
aiNETmkn (k = 5)	T	68.0	61.6	61.2	aiNETmfc	T	61.3	61.5	61.4
	A	98.5	98.4	98.3		A	99.5	99.3	99.5

Збіжність алгоритму при різних рівнях мутації.
Крива ROC

10



Результати класифікації

№	Рівень мутації	% правильно розпізнаних об'єктів на тестовій вибірці <i>Clouds</i>	% правильно розпізнаних об'єктів на тестовій вибірці <i>Concentric</i>	AUC (Clouds)	AUC (Concentric)
1	0.01	84.62	96.71	0,9338	0,99722
2	0.02	84.22	94.71	0,9445	0,99694
3	0.03	84.62	96.57	0,91964	0,99864
4	0.04	83.82	96.43	0,93657	0,99656
5	0.05	84.62	95.29	0,93834	0,99751
6	0.06	81.62	96.14	0,93599	0,99757
7	0.07	81.02	90.71	0,91557	0,99565
8	0.08	71.63	94.29	0,84313	0,99555
9	0.09	83.32	92.57	0,93549	0,99371

Апробація

Вступ

Мета роботи: дослідити вплив рівня мутації на результати класифікації об'єктів на тестовій вибірці. Вивести залежності між рівнем мутації та показниками класифікації (AUC, % правильно розпізнаних об'єктів).

Методика

Використано методи машинного навчання для класифікації об'єктів на тестовій вибірці. Дані були розбиті на навчальну та тестову вибірки. Використано методи оцінки якості класифікації (AUC, % правильно розпізнаних об'єктів).

Результати

Результати класифікації об'єктів на тестовій вибірці за різних рівнів мутації. Дані представлені в таблиці на сторінці 11.

Висновки

Висновки з роботи: результати класифікації об'єктів на тестовій вибірці залежать від рівня мутації. Найкращі результати отримані при рівні мутації 0.01.

Результати класифікації об'єктів на тестовій вибірці за різних рівнів мутації. Дані представлені в таблиці на сторінці 11.

Література

Список використаних джерел: [1] Методи машинного навчання. [2] Методи оцінки якості класифікації.

Висновки

13

Проведено аналіз існуючих моделей та методів обробки та класифікації даних штучними імунними системами. Досліджені існуючі методи розпізнавання символів на зображеннях; проведено огляд алгоритмів штучних імунних систем; розроблена модель деревовидної штучної імунної системи для розпізнавання символів. Отримані результати показали доцільність використання розробленої моделі.

ДОДАТОК Б

Апробація

Control, Navigation and Communication Systems. 2024. No. 3

ISSN 2073-7394

УДК 004.9

doi: 10.26906/SUNZ.2023.3.100

А. С. Бурда, М. А. Прудіус, Я. Г. Стефанюк, О. О. Фомічов

Харківський національний технічний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

МЕТОДИ ОБРОБКИ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНИХ ІМУННИХ СИСТЕМ

Анотація. Актуальність. Штучні імунні системи зазнаються актуальними та перспективними для обробки та інтелектуального аналізу даних завдяки своїм унікальним характеристикам, які роблять їх особливо корисними у вирішенні складних завдань в умовах сучасного інформаційного середовища. У сучасному світі обсяги даних зростають експоненціально. Здатність штучних імунних систем ефективно обробляти великі масиви даних та виявляти складні патерни є великою перевагою. Наприклад, у сфері Big Data, вони можуть бути використані для кластеризації та аналізу неструктурованих даних. Виявлення аномалій є критичним завданням у багатьох сферах, таких як кібербезпека, фінанси, промисловість та охорона здоров'я. Штучні імунні системи, зокрема алгоритми негативного відбору та дендритні клітини, демонструють високу ефективність у виявленні рідкісних та невідомих аномалій. Розподілені обчислювальні системи та мережі вимагають ефективних методів моніторингу та захисту. Штучні імунні системи, завдяки своїй здатності працювати в розподіленому середовищі, можуть бути ефективно використані для виявлення та запобігання вторгненням у мережі. Штучні імунні системи здатні адаптуватися до змінюваних умов та нових загроз. Це особливо актуально в умовах швидких технологічних змін, де традиційні методи часто вимагають тривалого перенавчання. У медицині та біоінформатиці вони використовуються для аналізу складних біологічних даних, таких як геноміка та протеоміка. Їх здатність до розпізнавання специфічних патернів та класифікації медичних зображень робить їх незамінними в цих сферах. Також вони активно використовуються для виявлення та запобігання кіберзагрозам. Вони можуть аналізувати мережевий трафік, виявляти аномальні дії та забезпечувати захист у режимі реального часу. Таким чином, актуальність використання штучних імунних систем для обробки та класифікації даних полягає у їх унікальних властивостях адаптивності, здатності до розпізнавання складних патернів та аномалій, а також ефективній роботі в розподілених системах. **Метою даної роботи** є дослідження існуючих методів обробки та інтелектуального аналізу даних з використанням штучних імунних систем. **Об'єктом дослідження** є інтелектуальний аналіз даних штучними імунними системами. **Предметом дослідження** є методи інтелектуального аналізу даних штучними імунними системами. **Результати.** Проведено аналіз існуючих методів обробки та інтелектуального аналізу даних з використанням штучних імунних систем. Імунні алгоритми негативного відбору є потужним інструментом для виявлення аномалій та класифікації даних. Завдяки своїй здатності адаптуватися до змін та працювати в розподілених середовищах, вони зазнаються актуальними в сучасних умовах, забезпечуючи ефективні рішення для моніторингу та аналізу даних у різних сферах, від кібербезпеки до медичної діагностики. Імунні алгоритми кластеризації є потужним інструментом для аналізу та обробки даних. Вони дозволяють ефективно групувати дані, виявляти аномалії та адаптуватися до змін у середовищі даних, що робить їх цінними для широкого спектра застосувань, від маркетингу та медицини до фінансів і логістики. Артилерійні алгоритми є потужними інструментами для інтелектуального аналізу даних, які пропонують ефективні, точні та продуктивні методи оптимізації та аналізу. Вони знаходять застосування у багатьох галузях, від фінансів і логістики до медицини та кібербезпеки, забезпечуючи вирішення складних задач обробки даних і прийняття рішень. Дендритні клітинні алгоритми є потужним інструментом для інтелектуального аналізу даних, зокрема для виявлення аномалій і класифікації даних. Їх здатність агрегувати різні типи сигналів і приймати рішення на основі загального рівня небезпеки робить їх особливо ефективними в складних і динамічних середовищах, таких як кібербезпека та біоінформатика. Вони забезпечують високу чутливість і адаптивність, що дозволяє їх успішно застосовувати у різних сферах для вирішення задач обробки та аналізу даних.

Ключові слова: штучна імунна система, алгоритми негативного відбору, імунні алгоритми кластеризації, артилерійні алгоритми, дендритні клітинні алгоритми, кібербезпека, афінність, клональний відбір, патери.

Вступ

Штучні імунні системи (ШИС) – це обчислювальні моделі, натхненні біологічною імунною системою, які використовуються для вирішення різноманітних задач, включаючи обробку та класифікацію даних. Основними компонентами ШИС є імунні алгоритми [1], які імітують процеси розпізнавання і адаптації, що відбуваються в імунній системі живих організмів. Методами ШИС є імунні алгоритми негативного відбору (ІАНВ), імунні алгоритми кластеризації (ІАК), артилерійні алгоритми (АА), дендритні клітинні алгоритми (ДКА) [2]. ІАНВ імітують процес видалення незрілих Т-лімфоцитів, які розпізнають власні клітини організму (self-cells). У контексті обробки даних використовуються для виявлення аномалій та невідомих даних. ІАНВ є однією з ключових технік штучних імунних систем, що моделюють механізм негативного відбору

в біологічній імунній системі. Вони призначені для виявлення аномалій або невідомих патернів у даних шляхом навчання системи розрізняти "свої" (нормальні) дані від "чужих" (аномальних) даних. ІАК базуються на процесі клонального відбору та афінної зрілості В-лімфоцитів. Ці алгоритми створюють та зберігають популяцію антитіл, що розпізнають специфічні антигени (патогени). ІАК також є частиною штучних імунних систем, які моделюють процес клонального відбору та афінної зрілості в біологічній імунній системі. Ці алгоритми використовуються для кластеризації даних, оптимізації та інших задач, що вимагають розпізнавання патернів та адаптації. АА моделюють взаємодію між антитілами у мережі [3]. АІН використовуються для кластеризації даних, де мережа антитіл саморегулюється та адаптується до вхідних даних. АА, або штучні імунні мережі (Artificial Immune Networks, АІН), моделюють взаємодію між антитілами в