

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА ІНФОРМАТИКИ І КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної бакалаврської роботи

на тему

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНИХ ІМУННИХ
СИСТЕМ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ
ОБРАЗІВ**

Виконав:

студент 2 курсу, група 2КНС
спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Копча Руслан Тарасович

Керівник: Лур'є І.А.

Рецензент: Райко Г.О.

Херсон - 2021

Факультет
Кафедра
Рівень вищої освіти
Галузь підготовки
Освітньо-професійна програма
Спеціальність

Інформаційних технологій та дизайну
Інформатики і комп'ютерних наук
перший (бакалаврський) рівень
12 «Інформаційні технології»
(шифр і назва)
Комп'ютерні науки
(назва)
122 «Комп'ютерні науки»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІКН,
професор

В.І. Литвиненко

« ____ » _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Копча Руслан Тарасович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Застосування методів штучних імунних систем для розв'язання задач розпізнавання образів

керівник роботи Лур'є Ірина Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ХНТУ від «26» листопада 2020 року №643-с.

2. Строк подання студентом роботи 04.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Матеріали та результати, отримані під час проходження переддипломної практики, методичні вказівки, технічна література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Поняття імунної системи основні принципи імунних систем: теорія імунних систем, клональний відбір і афінне дозрівання. Математичний апарат розв'язання поставленої задачі. Описання програми та аналіз результатів. Охорона праці. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
В роботі наведено:

Рисунки -

Таблиці -

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 5	к.с.н., доцент Малєєв В.О.		

7. Дата видачі завдання 08.02.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір інформації. Аналіз існуючих аналогів.	09.02.2021-09.03.2021	Виконано
2	Вивчення базових рекомендаційних алгоритмів та вибір варіанту для програмування	10.03.2021-24.03.2021	Виконано
3	Аналіз сервісів що використовують РС	25.03.2021-09.04.2021	Виконано
4	Розробка алгоритму та структури системи. Розробка програми	12.04.2021-10.05.2021	Виконано
5	Тестування додатку та отримання результатів. Оформлення роботи.	11.05.2021-04.06.2021	Виконано

Студент _____ Р.Т. Копча
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ І.А. Лур'є
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

<u>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ</u>	7
<u>ВСТУП</u>	8
<u>РОЗДІЛ 1. ПОНЯТТЯ ІМУННОЇ СИСТЕМИ</u>	12
<u>1.1. Аналіз стану проблеми</u>	14
<u>1.2. Коротка хронологія</u>	16
<u>1.3. Анатомія імунної системи</u>	18
<u>1.4. Імунні клітки</u>	20
<u>1.4.1. Лімфоцити</u>	21
<u>1.4.2. Фагоцити, гранулоцити і їх близькі форми</u>	23
<u>1.4.3. Система компліменту</u>	24
<u>1.5. Засоби запобігання тіла імунною системою</u>	24
<u>1.6. Молекула антитіла</u>	26
<u>1.7. Висновки до розділу</u>	28
<u>РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ІМУННИХ СИСТЕМ: ТЕОРІЯ</u> <u>ІМУННИХ СИСТЕМ, КЛОНАЛЬНИЙ ВІДБІР І АФІННЕ ДОЗРІВАННЯ</u> ...	30
<u>2.1. Навчання і пам'ять імунної системи</u>	36
<u>2.2. Соматична гіпермутація, редагування рецептора і різноманітність</u> <u>репертуару</u>	39
<u>2.3. Регулювання механізму гіпермутації</u>	41
<u>2.4. Обчислювальні аспекти принципу клональної селекції</u>	42
<u>2.5. Висновки до розділу</u>	46
<u>РОЗДІЛ 3. МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ</u> <u>ЗАДАЧІ</u>	49

<u>3.1. Основні поняття задачі розпізнавання образів</u>	49
<u>3.2. Імунні аспекти розпізнавання образів</u>	51
<u>3.2.1. Комплекс МНС</u>	52
<u>3.2.2. Модель форми-простір, Ag-Ab представлення і подібність</u>	53
<u>3.3. Математична модель</u>	56
<u>3.3.1. Зростання мережі</u>	58
<u>3.3.2. Відсікання мережі</u>	60
<u>3.3.3. Відновлення вагових коефіцієнтів</u>	62
<u>3.4. Висновки до розділу</u>	63
<u>РОЗДІЛ 4. ОПИСАННЯ ПРОГРАМИ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ</u>	64
<u>4.1. Обґрунтування вибору мови реалізації</u>	64
<u>4.2. Алгоритм програми</u>	67
<u>4.3. Описання програмного комплексу</u>	69
<u>4.4. Вхідні і вихідні дані</u>	77
<u>4.5. Тестові приклади</u>	79
<u>4.6. Висновки до розділу</u>	83
<u>РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ</u>	84
<u>5.1. Правила по виробничій санітарії й гігієна праці</u>	84
<u>5.2. Електробезпеку</u>	87
<u>5.3. Оздоровлення повітряної середовища</u>	89
<u>5.4. Захист від шуму і вібрації</u>	90
<u>5.5. Захист від електромагнітних випромінювань</u>	91
<u>5.6. Пожежна безпека</u>	92
<u>5.7. Розрахунки захисного заземлення</u>	93
<u>ВИСНОВОК</u>	97
<u>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</u>	98
<u>ДОДАТОК А ТЕКСТ ПРОГРАМИ</u>	103

РЕФЕРАТ

Дана кваліфікаційна бакалаврська робота присвячена розробці штучної імунної системи (ШИС) для розв'язання задач розпізнавання образів.

Пояснювальна записка дипломного проекту складається з 5 розділів і 1 додатку. У тексті присутні: 1 таблиця, 26 формул, 28 рисунків. При написанні дипломного проекту було використано 53 джерел.

Розроблена ШИС призначена для розв'язання задач розпізнавання образів. Ця система здатна розпізнавати не тільки графічне зображення але також матричний образи. Система здатна до навчання. Для розробки була використана мова програмування C ++ Builder.

Дана робота висвітлює досить нову парадигму штучних імунних систем, дає їхній аналіз, а так само описує застосування цих систем до задач розпізнавання образів.

Ключові слова: розпізнавання, штучна імунна система, антитіло, антиген, гіпермутація, дозрівання афінності.

ABSTRACT

This qualifying bachelor's thesis is devoted to the development of an artificial immune system (SIS) to solve image recognition problems. The explanatory note of the diploma project consists of 5 sections and 1 appendix. The text contains: 1 table, 26 formulas, 28 figures. 53 sources were used in writing the thesis project. The developed SIS is designed to solve image recognition problems. This system is able to recognize not only graphic images but also matrix images. The system is capable of learning. The C ++ Builder programming language was used for development. This work covers a fairly new paradigm of artificial immune systems, gives their analysis, as well as describes the application of these systems to image recognition

tasks. Key words: recognition, artificial immune system, antibody, antigen, hypermutation, affinity maturation.

Копча Р.Т.ЗКНС

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АПК	Антигенпредставляючі клітки
АВК	Антигенвмістовні клітки
ОІ	Обчислювальний інтелект
ІОС	Імунізована обчислювальна система
ШІ	Штучний інтелект
ШІС	Штучна імунна система
ІС	Імунна система
КС	Система, що класифікує
НМ	Нейронні мережі
НС	Нечіткі системи
ВВО	Область, що визначає взаємозалежність
ПАМШ	Патогенні асоційовані молекулярні шаблони
РРШ	Рецептори розпізнавання шаблонів
ЕА	Еволюційні алгоритми
ТСR	Рецептор Т - Клітки

ВСТУП

Актуальність дослідження. В останні кілька років відчувається значне збільшення інтересу до вивчення систем, заснованих на біологічних механізмах і закономірностях. Серед них, необхідно виділити штучні нейронні мережі, еволюційне обчислення, ДНК-обчислення і штучні імунні системи. Штучні імунні системи (ШИС) - комплекс кліток, молекул і органів, який довів, що здатний до виконання деяких завдань, таких як розпізнавання образів, навчання, запам'ятовування, генерація рознесення, шумового допуску, узагальнення, розподіленого виявлення і оптимізації. Базовані на імунних принципах, нові обчислювальні методи розбудовуються, прагнучи не тільки до кращого розуміння системи, але також до розв'язання технічних проблем.

Ще зовсім недавно обчислювальні методи використовувалися лише для того, щоб забезпечити краще розуміння змісту біологічних процесів і функцій, використовуючи методи математичного моделювання біологічних, екологічних систем і процесів, що відбуваються в них.

Натхнення від природи - головний стимул для розвитку штучних імунних систем. Результатом таких двосторонніх взаємодій між біологією і обчислювальними методами, можна виділити три різні підходи, а саме: біологічно мотивоване обчислення, біологія, мотивована обчисленнями і обчислення із використанням біологічних механізмів. Нас цікавить в основному перший із цих підходів тому що біологія на наш погляд є джерелом появи різних моделей і служить натхненням для розвитку і створення різних обчислювальних систем, таких як нейронні мережі і еволюційні алгоритми. При другому підході створюються моделі необхідні для біологічних наук, прикладами можуть служити моделі штучного життя і клітинних автоматів. При третьому підході використовується здатності біологічних систем в

обробці інформації, які можуть хоча б, у крайній мері, додати або розширити деякі можливості сучасних комп'ютерів, прикладами даного напрямку є Квантові і ДНК-обчислення.

Цікавість до вивчення імунної системи (ІС) збільшується протягом останніх років. Вчені, які займаються комп'ютерним моделюванням, інженери, математики, філософи й інші дослідники особливо зацікавлені можливостями цієї системи, чия складність порівнянна зі складністю мозку.

Багато властивостей імунної системи мають великий інтерес для вчених, що займаються комп'ютерним моделюванням і інженерів:

- 1) унікальність: кожний індивід має його власну імунну систему, з його специфічними уразливістю й можливостями;
- 2) розпізнавання антитіл: молекули, які не властиві тілу, розпізнаються й відщеплюються імунною системою;
- 3) виявлення відхилень: імунна система може виявляти й реагувати на хвороботворні організми, з якими тіло ніколи не зустрічалося колись;
- 4) рівномірне розташування кліток: клітки системи розподілені на всьому протязі тіла й, що найбільше важливо, не підлеглі ніякому централізованому керуванню;
- 5) допуск відхилень: абсолютне розпізнавання хвороботворних організмів не потрібно, отже, система є гнучкою;
- б) навчання й пам'ять: система може «вивчати» структури патогенів, у такий спосіб майбутні реакції на ті ж патогени стають швидшими й більш сильними.

Відомо, що парадигма обчислювального інтелекту (ОІ) складена із систем, здатних до адаптації своєї поведінки при досягненні цілей, тобто здатність їх навчатися навіть у відсутності людини, на відміну від систем, заснованих на символічному вирахуванні, нездатних до самонавчання взагалі. Таке визначення обчислювального інтелекту засноване на міркуванні Девіда Фогеля, де він представляє еволюційні обчислення як новий підхід ОІ. Під

цією обчислювальною парадигмою, розуміються нейронні мережі (НМ), еволюційні алгоритми (ЕА), нечіткі системи (НС), міркування на основі прецедентів (СВР) системи, що й класифікують (КС).

Мета даної кваліфікаційної роботи полягає в розробці прикладних систем, призначених для розв'язання задачі розпізнавання образів на основі обчислювальної парадигми штучних імунних систем. Ці системи повинні бути здатні до розв'язання задач розпізнавання образів, заданих графічно, а також заданих у матричному виді.

Це вимагає подальших досліджень в області розробки алгоритмів, представлення і обробки інформації штучною імунною системою, порівняльних досліджень можливостей штучної імунної системи на стандартних тестових завданнях, ефективності використання системи у відповідних додатках (яка повинна бути ідентифікована і досліджена на основі результатів, отриманих при аналізі тестових завдань).

У даній роботі представлений формалізм для моделювання молекул рецептора і приклади того, як використовувати імунологічні явища для розробки інженерних і обчислювальних інструментальних засобів. Акцентується системне представлення імунної системи з фокусом на клональному правилі відбору і засобах розвитку імунної реакції.

У роботі розглядається концепція клонального відбору разом із процесом дозрівання афінності (при цьому під афінністю в біологічному змісті будемо розуміти силу зв'язку між двома ділянками, що зв'язуються, типу між паратопами і епитопами, в обчислювальному змісті - подібність, яка визначається відстанню, що вимірюється між двома точками даних, що містяться в межах В кліток), і продемонструємо, як ці біологічні принципи можуть бути використані для розвитку потужних обчислювальних інструментів. Алгоритм, який буде представлений у вигляді обчислювальної парадигми штучної імунної системи, не бере до уваги різні міжклітинні взаємодії. Ми ставили перед собою задачу не для того, щоб з точністю до

ізоморфізму моделювати будь-яке явище природної імунної системи, а прагнули показати, що деякі основні принципи роботи імунної системи можуть допомогти нам не тільки краще зрозуміти роботу імунної системи, а також і вирішувати на основі даної метафори складні технічні завдання.

Задачі дослідження: розвиток теорії ПС, формалізації теорії ПС для розуміння виконуваних операцій обробки інформації, розробка програмного інструментарію, розробка комплекту інструментів для побудови штучних імунних систем, конструкція системи для розв'язку реального завдання, демонстрація ефективності ПС на одній або більш реальних завдань.

Об'єкт дослідження: процеси функціонування технологічних систем, тестові завдання розпізнавання образів.

Предмет дослідження: методи і алгоритми на основі обчислювальної парадигми штучних імунних мереж.

Розв'язувані задачі: теоретичний аналіз обчислювальної парадигми штучних імунних мереж, концептуальний аналіз процесів на основі штучних імунних мереж, формалізація обчислювальних процесів на основі штучних імунних мереж, програмна реалізація на основі об'єктно-орієнтованої парадигми, дослідження роботи створених інструментальних засобів на тестових і реальних об'єктах.

У дипломній роботі використані: елементи теорії множин, елементи теорії графів, теорія моделювання комп'ютерних систем, теорія інформаційних технологій, теорія об'єктно-орієнтованого програмування, теоретичні основи імунології - для реалізації обчислювальної парадигми штучних імунних систем.