

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійних робіт з дисципліни
«Основи теорії інтелектуальних систем»
для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
за освітніми програмами «Комп'ютерні системи та мережі» та
«Спеціалізовані комп'ютерні системи»
усіх форм навчання

Методичні вказівки до самостійних робіт з дисципліни «Основи теорії інтелектуальних систем» для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» за освітніми програмами «Комп'ютерні системи та мережі» та «Спеціалізовані комп'ютерні системи» усіх форм навчання /Укл.: М.Ю. Тягунова – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 14 с.

Укладачі: М.Ю. Тягунова, к.т.н., доцент

Рецензент: М.Б. Ільяшенко, к.т.н., доцент

Відповідальний
за випуск: М.Ю. Тягунова, к.т.н., доцент

Затверджено:
На засіданні кафедри
«Комп'ютерні системи та мережі»
Протокол № 8
від 25 квітня 2018 р.

Рекомендовано до видання
НМК факультету КНТ
Протокол №9
від 27 квітня 2018 р.

ЗМІСТ

1 ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ	4
2 ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ	5
3 ЛІТЕРАТУРА	12

1. ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ

1. Тенденції розвитку штучного інтелекту
2. Вивчення інструментів моделювання нейронних мереж
3. Мережі RBF
4. Узагальнені нейронні мережі
5. Нейрокомп'ютери
6. Нейроемулятори
7. Особливості використання бібліотеки OpenCV для задачі розпізнавання образів
8. Робота операторів генетичного алгоритму з дійсними значеннями
9. Імовірнісні генетичні алгоритми
10. Компактні генетичні алгоритми
11. Коеволюційні генетичні алгоритми
12. Програмні пакети, що реалізують простий генетичний алгоритм
13. Програмні пакети розробки паралельних генетичних алгоритмів
14. Рівні експертних систем
15. Експертні системи реального часу
16. Методи пошуку рішень в експертних системах
17. Інструментарій створення експертних систем
18. Мови програмування, що використовуються при розробці експертних систем

2. ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

1. Для даних, представлених нижче, накресліть на око кілька прямих, які можуть відповідати цим даним. Запишіть рівняння цих прямих, вимірявши відповідні нахили і координати точок перетину прямих з віссю y . Для кожної прямої обчисліть середньоквадратичну помилку за умови, що для значень x вихід задається формулою:

$$\text{вихід} = tx + c.$$

X	Необхідний вихід
0.30	1.60
0.35	1.40
0.40	1.40
0.50	1.60
0.60	1.70
0.80	2.00
0.95	1.70
1.10	2.10

2. Для даних з завдання 1 знайдіть пряму, що одержується в результаті застосування методу найменших квадратів.

3. Для даних вправи 1 і заданих початкових вагових коефіцієнтів

$$\text{вихід} = 0.5x + 0.5$$

обчисліть нову пряму після одного проходу через дані, використовуючи правило навчання Відроу-Хоффа (дельта-правило) з нормою навчання, рівною 0.3. (Зауваження: після розгляду кожного навчального зразка виходить нова пряма.)

4. Обчисліть комбіноване мережеве введення для елемента на рис. 1 і відповідне вихідне значення при використанні порогової функції і вхідного вектора $[0,7 \ 2,5]$.

5. Обчисліть вихідне значення, використавши як функцію активності сигмоїдальну функцію. Вхідний вектор залишається таким же, як і в завданні 4.

6. Обчисліть комбіноване введення для мережі з архітектурою, показаної на рис. 1, але з набором вагових значень $[-0,2 \ 0,03 \ 1,2]$ і таким же вхідним вектором, як і в завданні 4.

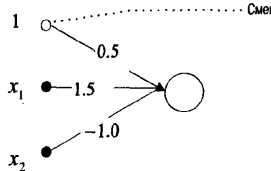


Рисунок 2.1 – Нейронна мережа

7. Знайти вагові коефіцієнти для моделі нейронної мережі, подібної показаної на рис. 1 та яка представлена наступним рівнянням:

$$2x_2 = -4x_1 + 8$$

8. Мережа типу 2-2-1 з радіальними базисними функціями використовується для вирішення проблеми XOR. Перший шар ваг заданий матрицею

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Для кожного введеного зразка XOR обчисліть значення активності для всіх прихованих елементів, якщо функція активності має вигляд

$$f(net) = \exp[-net^2],$$

де net є евклідової нормою.

9. На рис. 2 показано мережу зі зворотним поширенням помилок під час обробки навчального вектора $[1,0 \ 0,9 \ 0,9]$, для якого цільовим вихідним вектором є $[0,1 \ 0,9 \ 0,1]$. Нехай виходом елемента В є значення 0,6, а виходом елемента С - значення 0,8. Припустимо, що функцією активності є сигмоид.

1. Обчисліть фактичний вихідний вектор;
2. Обчисліть значення помилок для кожного вихідного елемента;
3. Обчисліть значення помилок для кожного прихованого елемента.

4. Обчисліть зміни вагових значень для зв'язків, що йдуть від елемента А. Норму навчання передбачається рівною 0,25.

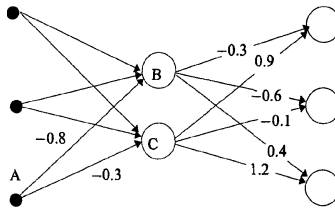


Рисунок 2.2 – Нейронна мережа

10. Проведіть обчислення завдання 9 для цільового вихідного вектора [0,1 0,9 0,9]

11. Припустимо, що точки $(-1,1)$, $(-1, -1)$, $(1, -1)$ належать класу А, а точки $(-2, -2)$, $(1,1)$, $(2,2)$, $(4,1)$ - класу В

1. Доведіть, що ці класи не є лінійно віддільними.

2. Припустивши, що вихід елементів мережі задається умовою

$$\text{вихід} = \begin{cases} 1, \text{якщо комбіноване введення} \geq 0 \\ 0, \text{якщо комбіноване введення} < 0 \end{cases}$$

покажіть, що визначений нижче матрицею w_1 перший шар вагових значень в мережі з трьома шарами перетворює проблему в лінійну (перший рядок матриці w_1 визначає вагові коефіцієнти зсуву):

$$w_1 = \begin{bmatrix} 1 & -6 \\ -2 & -2 \\ -1 & -3 \end{bmatrix}.$$

3. Визначіть значення другого шару ваг таким чином, щоб мережа правильно класифікувала зазначені вище зразки. Припустіть, що мережа має один вихідний елемент.

12. Точки $(4, -1)$, $(8, -2)$, $(1,1)$, $(3,6)$ належать класу А, а точки $(-8,4)$, $(-2, -3)$, $(-1, -1)$, $(2, -9)$ - класу В. Побудуйте мінімальну мережу, що правильно класифікує ці точки.

13. Покажіть, що мережа з радіальними базисними функціями з завдання 8 може вирішити проблему XOR, якщо значення першого шару ваг встановити рівними

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

14. Побудуйте другий шар ваг для вирішення завдання 13. Припустіть наявність зміщення для вихідного елемента.

15. Визначіть мережу з радіальними базисними функціями, яка вирішує проблему XOR, в припущенні, що функції активності прихованих елементів мають вигляд $f(r) \approx \sqrt{c^2 + r^2}$.

16. Побудуйте підходящу мережу з прямим зв'язком, що моделює операцію логічного AND.

17. Побудуйте графік похідної функції-сигмоїда і поясніть, як пов'язані відносна величина поновлення ваги і значення активності елемента.

18. На рис. 3 показані два класи, A і B, що утворюють трикутні області. Третій клас визначається як перетин класів A і B. Запропонуйте архітектуру мережі зі зворотним поширенням помилок, як вирішує таке завдання класифікації. Поясніть, чому ви вибрали саме таку архітектуру.

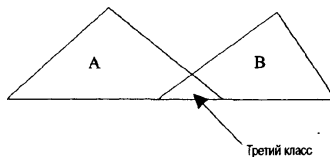


Рисунок 2.3 - Дві трикутні області та їх перетин

19. Поясніть, чому в мережі зі зворотним поширенням помилок вагові коефіцієнти ініціюються як позитивними, так і негативними випадковими значеннями, а не тільки позитивними.

20. Подумайте про те, чим відрізняється мережа зі зворотним поширенням помилок, в якій в якості функцій активності використовуються функції Гаусса, від мережі з радіальними базисними функціями.

21. Знайдіть квадрат евклідової відстані між векторами:

$$p = [-2, 3, 1, 4], x = [4, 5, 0, 6].$$

22. Знайдіть квадрат евклідової відстані між векторами:

$$p = [0, 4, 0, 3, 1, 1, 0, 9], x = [0, 6, 0, 7, -0, 5, 1, 1].$$

23. Нехай векторами на рис. 4 є

$$a = [1, 4],$$

$$p_1 = [2, 1],$$

$$p_2 = [6, 6].$$

1. Використовуючи скалярний добуток, покажіть, що a ближче до p_2 , ніж до p_1 .

2. Якщо p_2 виявляється прототипом-переможцем в деякій мережі SOFM, то покажіть, як повинен рухатися вектор p_2 в припущенні, що вектор a пропонується на розгляд мережі два рази поспіль (тобто у випадку, коли немає інших навчальних зразків). Вважайте, що $\eta = 1$.

24. Вектори x , p_1 і p_2 є наступними: $x = [0, 2, -1, 4, 2, 3]$, $p_1 = [0, 6, -4, 0, 7, 0]$, $p_2 = [0, 1, -1, 0, 2, 2]$.

1. До якого із прототипів виявляється ближче всього вектор x в сенсі евклідова відстані?

2. До якого із прототипів виявляється ближче всього вектор x в сенсі скалярного твору?

3. Скоректуйте ваговий вектор прототипу-переможця з п.1 відповідно до алгоритму навчання SOFM при нормі навчання 0,8.

4. Скоректуйте ваговий вектор прототипу-переможця з п. 1 відповідно до алгоритму навчання SOFM для випадку використання скалярного твору при нормі навчання 0,8.

25. Проведіть обчислення завдання 24 для наступних векторів; $x = [0, 2, -1, 4, -0, 3, 0, 8]$, $p_1 = [0, 3, -3, 0, 1, 0, 0, 2]$, $p_2 = [0, 4, -1, 4, -2, 0, 3, 0]$,

26. На рис. 4 показані два кластери даних (на малюнку вони зафарбовані). Незафарбована область у верхньому лівому квадранті містить кілька прототипів (одиничних вагових векторів), що виступають як початкових станів для мережі SOFM. Беручи радіус рівним нулю, поясніть, що може відбуватися з картою ознак, якщо почати навчання мережі з цими даними.

27. Всі вектори на рис. 5 лежать на одиничному колі. Припускаючи, що вектори завжди повинні приводитися до такого виду, чи буде різниця в оцінці прототипу-переможця при

використанні як міри близькості евклидова відстані і скалярного добутку? Обґрунтуйте свій висновок.

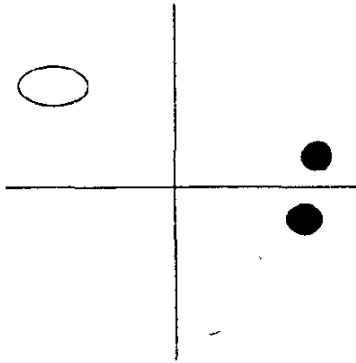


Рисунок 2.4 - Два кластери даних та прототипи для мережі SOFM

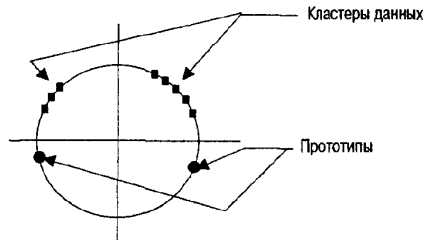


Рисунок 2.5 - Вектори на одиничному колі

28. Покажіть, що для довільного вектора x знаходження елемента-переможця за критерієм мінімуму евклидової відстані еквівалентно використанню критерію максимуму скалярного добутку для нормалізованих векторів. (Підказка. У евклидової матриці елемент-переможець може бути виражений через $\min\{\|x - p_j\|\}$. Розкрийте цей вираз і порівняйте з нормалізованим визначенням скалярного добутку.)

29. Знайдіть набір вагових значень мережі Хопфілда, відповідний збереженню зразка $[1 \ -1 \ 1 \ 1]$.

30. Знайдіть стійкий стан мережі Хопфілда з завдання 29 за умови, що вхідним зразком є $[-1 \ -1 \ -1 \ 1]$.

31. Визначте вагову матрицю мережі Хопфілда, відповідну збереженню наступних двох векторів $[-1 \ 1 \ -1]$, $[1 \ -1 \ 1]$.

32. Визначте вагові значення мережі Хопфілда, відповідні збереженню зразка $[1 \ 1 \ 1 \ -1]$.

33. Для мережі з завдання 32 розгляньте підказку у вигляді вхідного зразка $[1 \ 1 \ 1 \ -1]$ і перевірте, чи стабілізується мережа на збереженому зразку.

34. Проведіть обчислення задачі 33 для зразка $[-1 \ -1 \ 1 \ -1]$.

35. Скільки зразків можна викликати з мережі Хопфілда, якщо кожен збережений вектор має 10 елементів?

36. 1. Визначте вагові значення мережі Хопфілда для збереження наступних зразків:

$[-1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1]$, $[-1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1]$.

2. Перевірте стійкість мережі при наданні їй на вхід в якості підказок збережених зразків.

3. Перевірте стійкість мережі при наданні їй на вхід в якості підказок наступних зразків:

$[-1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1]$, $[-1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1]$.

37. Визначте вагові значення мережі Хопфілда для збереження наступних зразків:

$[-1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1]$, $[-1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1]$, $[1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1]$.

Перевірте стійкість мережі при наданні їй на вхід в якості підказки першого збереженого зразка.

3. ЛІТЕРАТУРА

1. Галушкин, А.И. Нейронные сети: история развития теории: Учебное пособие для вузов. / А.И. Галушкин, Я.З. Цыпкин. - М.: Альянс, 2015. - 840 с.
2. Редько, В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики / В.Г. Редько. - М.: Ленанд, 2015. - 224 с.
3. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. - М.: РиС, 2013. - 384 с.
4. Скобцов Ю.О. Основы эволюционных вычислений. Учебное пособие. Д.: ДонНТУ, 2008. – 326 с.
5. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.– М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1424 с.
6. С.Хайкин. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
7. Субботін С.О., Олійник А.О. Нейронні мережі.- ЗНТУ, 2014.Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и метод решения сложных проблем. - М, Вильямс, 2003. – 314 с.Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 287 с.
10. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. – М.: «Горячая линия – Телеком», 2004. – 452 с.: ил.
11. Дж. Джарратано, Г. Райли. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. Вильямс. – 2006. – 1152 с.
12. П. Джексон. Введение в экспертные системы — 3-е изд. — М.: «Вильямс», 2001. —624 с.
13. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях, 2003, No4, с.70-75.
14. Барский А. Б. Нейронные сети : распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.

15. Кондрашов С., Константинова Л., Будьонний М., Москаленко І., Рогов М. Концепція розвитку інтелектуальних систем управління якістю // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2008. – № 1. – С. 37-40.
16. Пупков К. А., Коньков В. Г. Интеллектуальные системы: исследование и создание. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 348 с.
17. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учеб. пособие. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
18. Комарцова Л. Г., Максимов А. В. Нейрокомпьютеры. – 2-е изд. – М.: МГТУ им. Баумана, 2004. – 400 с.
19. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. Матлаб 6. М.: Диалог МИФИ, 2002. – 496 с.
20. Тарков М.С. Нейрокомпьютерные системы. М.: БИНОМ, 2006. –142с.
21. Зайцевский И.В., Свиридов А.П., Слесарев Д.А. Нейронные сети и их приложения. М.: МЭИ, 2002. – 95 с.
22. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 456с.
23. Юрич М.Ю. Распределение заданий в компьютерной системе на базе нейронной сети / М.Ю. Юрич, Р.К. Кудерметов // Материалы Седьмой Международной конференции-семинара «Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах», 26–30 нояб. 2007 г., Нижний Новгород. – 2007. – с. 347-353.
24. Yurich M. An Optimal Distribution of Tasks in Parallel Computing System / M. Yurich // Proceedings of the International Conference «Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science», 19–23 Febr. 2008, Lviv–Slavsko, Ukraine. – 2008. – pp.585–587.
25. Юрич М.Ю. Гибридный алгоритм распределения задач в вычислительной системе / Юрич М.Ю. // Сборник научных трудов Донецкого национального технического университета. Серия: Информатика, кибернетика и вычислительная техника. – 2010. – с. 66–72.

26. Барский, А.Б. Логические нейронные сети: Учебное пособие / А.Б. Барский. - М.: БИНОМ. ЛЗ, ИНТУИТ.РУ, 2012. - 352 с.
27. Барский, А.Б. Логические нейронные сети: Учебное пособие / А.Б. Барский. - М.: Бином, 2013. - 352 с.
28. А.И. Галушкин. - М.: РиС, 2015. - 496 с.
29. Ширяев, В.И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика: Учебное пособие / В.И. Ширяев. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 232 с.
30. Ширяев, В.И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика / В.И. Ширяев. - М.: КД Либроком, 2016. - 232 с.
31. Яхьяева, Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: Учебное пособие / Г.Э. Яхьяева. - М.: БИНОМ. ЛЗ, ИНТУИТ.РУ, 2012. - 316 с.