

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
Інститут інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних систем і мереж



ПЛАНІ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ
з дисципліни

ПЕРЦЕПТРОННІ СТРУКТУРИ

(назва навчальної дисципліни)

для аспірантів спеціальності

F7(123) - Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва)

Плани семінарських занять містить рекомендації щодо їх проведення та перелік питань, що розглядаються в межах обраних тем з дисципліни: **"Перцептронні структури"**. Для студентів, що навчаються за освітньо-науковою програмою на здобуття ступеня **доктор філософії** за спеціальністю **"F7(123) - Комп'ютерна інженерія"** / Мельничук С.І. - Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2025. – 9с.

Укладач:

проф. кафедри комп'ютерних систем
і мереж, д.т.н., професор

_____ Степан МЕЛЬНИЧУК

Рецензент:

професор кафедри інженерії програмного
забезпечення, д.т.н., професор

_____ Василь ШЕКЕТА

Відповідальний за випуск:

зав. кафедри комп'ютерних систем
і мереж, д.т.н., професор

_____ Степан МЕЛЬНИЧУК

ЗМІСТ

1. Рекомендації щодо проведення семінарських занять	- 3
2. Тематичний план семінарських занять	- 3
3. План семінарського заняття №1	- 4
4. План семінарського заняття №2	- 5
5. План семінарського заняття №3	- 6
6. План семінарського заняття №4	- 7
7. План семінарського заняття №5	- 8
Література	- 9

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Основною метою семінарських занять є поглиблення та закріплення знань, отриманих як на заняттях так і під час самостійного вивчення відповідних тем курсу.

Опитування студентів на семінарі проходить як за бажанням студента, так і за ініціативою викладача. Крім основних виступів студентів на семінарі, викладач оцінює також істотні доповнення до викладеної проблеми.

На семінарських заняттях можуть обговорюватися повідомлення, доповіді та реферати. У кінці заняття викладач підводить підсумки роботи, оцінює виступи і доповнення кожного студента, акцентуючи увагу на найбільш вдалим відповідях, недоліках у висвітленні теми. Крім цього, студенти отримують завдання щодо підготовки до наступного семінарського заняття.

Готуючись до семінарського заняття, студент повинен опрацювати рекомендовані до даної теми джерела та літературу, продумати відповіді на кожне питання, скласти план і стислі тези свого виступу. Важливе значення у підготовці до семінару мають консультації викладачів та наукового керівника, час і місце проведення яких доводиться до відома студентів.

Готуватися до семінарського заняття необхідно заздалегідь. Всебічна та ґрунтовна підготовка – важлива передумова створення творчої атмосфери при обговоренні передбачених планом семінару питань, змістовних виступів і доповнень.

На семінарі студенти повинні доповнювати свої записи новим матеріалом з виступів своїх товаришів та викладача.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

	Теми семінарських занять	Обсяг годин
М 1	Особливості функціонування перцептронних структур	40
1	Основні поняття теорії перцептронів, структура перцептрону, багат шарові перцептрони (MLP)	8
2	Функції агрегації сигналів: сума, середнє, максимум, мінімум, медіана, ентропія тощо та особливості їх застосування	8
3	Функції активації: сигмоїдна, ReLU, тангенс гіперболічний, та особливості їх застосування	8
4	Способи навчання: з учителем та без учителя, функції втрат та їх роль у навчанні перцептронів	8
5	Використання перцептронів в різних задачах класифікації, прогнозування та кластеризації	8

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №1

Тема № 1. Основні поняття теорії перцептронів, структура перцептрону, багатошарові перцептрони (MLP).

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення з основними аспектами теорії перцептронів та багатошарових нейронних мереж, розуміти принципи функціонування як одношарових, так і багатошарових перцептронних структур для вирішення практичних задач класифікації, прогнозування та регресії. Завдання семінару: зрозуміти особливості функціонування одношарового перцептрону, зокрема його структури: входи, ваги, функцію активації та вихід, а також базову структуру багатошарових перцептронів.

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Структура перцептрону та особливості його функціонування.
2. Обмеження одношарового перцептрону.
3. Які типи задач можна вирішити за допомогою одношарового перцептрону?
4. Базова архітектура MLP, призначення шарів: вхідного, прихованого, вихідного.
5. Принцип форвард-прогону (forward pass) і як він реалізується в MLP?
6. Принцип зворотного поширення помилки (backpropagation) і як він використовується для навчання MLP?
7. Обчислювальна складність реалізації одношарового та багатошарового перцептронів.

План семінару:

1. Основні поняття теорії перцептронів:
 - концепція перцептрону, значення перцептронів у розвитку нейронних мереж;
 - ключові складові перцептрону: входи, ваги, функція активації, вихід;
 - особливості функціонування одношарового перцептрону;
 - приклади задач, які вирішуються за допомогою перцептронів;
 - особливості програмної та апаратної реалізації перцептрону.
2. Багатошарові перцептронні структури (MLP):
 - базова архітектура MLP;
 - принципи роботи форвард-прогону (forward pass);
 - принципи роботи зворотного поширення помилки (backpropagation);
 - актуальні задачі для MLP: класифікація, регресія, прогнозування;
 - особливості програмної та апаратної реалізації MLP.

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №2

Тема № 2. Функції агрегації сигналів: сума, середнє, максимум, мінімум, медіана, ентропія тощо та особливості їх застосування.

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення з механізмом агрегації сигналів у перцептронних структурах для вдосконалення розуміння процесів обчислення в нейронних мережах, а також знати типи функцій агрегації та їхній вплив на точність і ефективність навчання моделей. Завдання семінару: ознайомитися з типовими (лінійними) функціями агрегації, такими як сума та середнє, у процесі обчислення зважених входів перцептрону, а також нелінійними функціями, включаючи максимум, мінімум, медіану, ентропію тощо. Розуміти вплив вибору функції агрегації на точність навчання та прогнозування нейронних мереж.

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Роль агрегації у функціонуванні моделі перцептрону.
2. Особливості застосування лінійних та нелінійних функцій агрегації.
3. Врахування ваг сигналів при агрегації, різницю між пропорційним і пріоритетним методами.
4. В чому аналогія між функціями агрегації перцептрону та операціями кореляції та згортки?
5. Максимум, мінімум, медіана як функція агрегації, особливості застосування у перцептронах.
6. Ентропія як функція агрегації, особливості розрахунку та застосування у перцептронах.
7. Як вибір функції агрегації впливає на прогнозування?

План семінару:

1. Агрегація входних сигналів у перцептроні:
 - особливості агрегація сигналів у перцептронних структурах;
 - типові функцій агрегації (сума, середнє) в обчисленні зважених входів перцептрону;
 - аналогія з операціями кореляції та згортки.
2. Типи функцій агрегації перцептрону:
 - лінійні: сума сигналів, середнє значення;
 - нелінійні: максимум, мінімум, медіана, ентропія тощо;
 - вага сигналів у агрегації: пропорційне та пріоритетне врахування окремих сигналів;
 - порівняння ефективності різних функцій агрегації у моделях перцептрону;
 - вплив вибору функції на точність навчання та прогнозування.

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №3

Тема № 3. Функції активації: сигмоїдна, ReLU, тангенс гіперболічний, та особливості їх застосування.

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення з теоретичними основи функцій активації (лінійні та нелінійні) перцептрону, їх класифікацію та вплив на продуктивність нейронних мереж, аргументовано вибирати оптимальні функції активації для конкретних завдань, враховуючи їхні переваги та недоліки. Завдання семінару: розуміти призначення, механізм роботи, переваги та недоліки функцій активації: Leaky ReLU, Parametric ReLU, Softmax, ELU, Swish, GELU, а також аргументовано обирати у функції активації, залежно від конкретного завдання.

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Функції активації, різниця між лінійними та нелінійними функціями.
2. Призначення Leaky ReLU та Parametric ReLU (PReLU), принцип роботи.
3. Призначення ELU (Exponential Linear Unit), принцип роботи.
4. Призначення GELU (Gaussian Error Linear Unit), принцип роботи.
5. Переваги та недоліки основних функцій активації ReLU, Softmax, Swish та GELU.
6. Як вибір функції активації впливає на точність прогнозів та продуктивність перцептрону?
7. Які функції активації використовують в задачах обробки текстів та зображень і чому?

План семінару:

1. Функції активації перцептрону:
 - поняття та класифікація функцій активації: лінійні та нелінійні;
 - Leaky ReLU (Leaky Rectified Linear Unit): призначення, переваги / недоліки;
 - Parametric ReLU (PReLU): розрахунок, призначення, переваги / недоліки;
 - Softmax: розрахунок, призначення, переваги / недоліки;
 - ELU (Exponential Linear Unit): розрахунок, призначення, переваги / недоліки;
 - Swish: розрахунок, призначення, переваги / недоліки;
 - GELU (Gaussian Error Linear Unit): розрахунок, призначення, переваги / недоліки.
2. Вибір функцій активації:
 - як обрати правильну функцію активації для конкретного завдання?
 - порівняння переваг / недоліків різних функцій активації;
 - вплив вибору функції активації на навчання та продуктивність перцептрону;
 - застосування функцій активації у різних сферах (комп'ютерний зір, обробка тексту тощо).

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №4

Тема № 4. Способи навчання: з учителем та без учителя, функції втрат та їх роль у навчанні перцептронів.

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення з методами підготовки даних та навчання перцептронів, щоб ефективно застосовувати їх у практичних завданнях, розуміти принципи роботи з даними на всіх етапах: від підготовки до аналізу, враховуючи потенційні проблеми та способи їх вирішення. Завдання семінару: розуміти основи попереднього опрацювання даних: нормалізацію, стандартизацію, заповнення пропущених значень, виявлення та усунення викидів, знати особливості розбивки вибірки даних на навчальну, тестову та валідаційну частини, а також розуміти основні проблеми підготовки даних: недостатній обсяг, шум, незбалансовані вибірки.

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Нормалізація та стандартизація даних, у чому між ними різниця.
2. Як заповнюють пропущені значення в даних і які методи є найпоширенішими?
3. Викиди у даних, їх вплив на результати моделі перцептронів та методи для їх усунення.
4. Принципи розбиття даних на навчальну, тестову та валідаційну вибірки.
5. Алгоритм навчання з учителем, роль навчальної вибірки у цьому процесі.
6. Перенавчання (overfitting) і як його уникнути під час навчання перцептронів?
7. Алгоритми k-means та ієрархічної кластеризації у навчанні без учителя, і як визначається кількість кластерів?
8. Принцип роботи методу градієнтного спуску, обчислення градієнту функції помилки.
9. Переваги і недоліки стохастичного градієнтного спуску (SGD) та міні-пакетного градієнтного спуском.

План семінару:

1. Підготовка даних для машинного навчання:
 - особливості підготовки даних, джерела даних, перевірка їх достовірності;
 - попереднє опрацювання: нормалізація та стандартизація, заповнення пропущених значень, виявлення та усунення викидів;
 - розбиття вибірки даних: навчальна, тестова та валідаційна вибірки;
 - проблеми у підготовці даних: недостатній обсяг, шум, незбалансовані вибірки;
 - інструменти для підготовки даних (Python-бібліотеки: Pandas, NumPy, Scikit-learn тощо).
2. Загальні принципи навчання перцептронів:
 - алгоритм навчання з учителем, роль навчальної вибірки, проблеми (перенавчання, неправильна підготовка даних);
 - алгоритми навчання без учителя (k-means, ієрархічної кластеризації), проблеми (визначення кількості кластерів, складність аналізу результатів).
3. Основні методи навчання перцептронів:
 - метод градієнтного спуску (принцип роботи, обчислення градієнта функції помилки);
 - стохастичний градієнтний спуск (SGD);
 - міні-пакетний градієнтний спуск, баланс між швидкістю та точністю;
 - адаптивні методи навчання (Adam, RMSProp, Adagrad);
 - порівняння різних алгоритмів навчання, переваги / недоліки.

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №5

Тема № 5. Використання перцептронів в різних задачах класифікації, прогнозування та кластеризації.

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення з основними процесами навчання MLP, включаючи вибір функцій активації та функцій втрат, а також їхній вплив на продуктивність моделі, а також розуміти алгоритм зворотного поширення помилки для оптимізації ваг та підвищення точності моделі. Завдання семінару: знати архітектуру та принципи роботи багатошарових перцептронів, розуміти основи навчання MLP, зокрема початкове встановлення ваг, обчислення вихідних значень із використанням функцій активації, а також ознайомитися з функціями втрат, такими як MSE та крос-ентропія і обґрунтовано обирати функцію залежно від задачі (класифікація чи регресія).

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Архітектура та ключові компоненти MLP, роль вхідного, прихованого та вихідного шарів.
2. Як реалізує початкове встановлення ваг у MLP?
3. Як обчислюють вихідні значення в MLP на основі функцій активації?
4. Як вибір функції активації (ReLU, sigmoid, tanh тощо) впливає на продуктивність моделі?
5. Функція втрат, порівняйте функцію MSE (Mean Squared Error) та крос-ентропію.
6. Принцип роботи алгоритму зворотного поширення помилки.
7. Суть процесів Forward propagation та Backward propagation
8. Причини виникнення градієнтні згасання та градієнтного вибуху.
9. Причини виникнення перенавчання (overfitting) і недонавчання (underfitting).
10. Які задачі ефективно вирішуються за допомогою MLP?

План семінару:

1. Багатошарові перептрони (MLP):
 - архітектура та принципи роботи MLP;
 - основи навчання MLP: початкове встановлення ваг, обчислення вихідних значень на основі функцій активації;
 - вплив вибору функції активації на продуктивність моделі;
 - визначення помилки (різниця між передбаченим і фактичним значенням), корекція ваг для мінімізації помилки;
 - використання функцій втрат: функції MSE та крос-ентропія;
 - вибір функції втрат залежно від задачі (класифікація чи регресія).
2. Алгоритм зворотного поширення помилки:
 - принцип роботи (поширення вхідних даних вперед, обчислення градієнта помилки в зворотному напрямку, оновлення ваг на основі градієнтів);
 - покроковий опис: Forward propagation та Backward propagation;
 - проблеми з великою кількістю шарів: градієнтні згасання або вибухи;
 - проблеми перенавчання (overfitting) і недонавчання (underfitting), причини/методи вирішення.
3. Варіанти застосування MLP для задач:
 - класифікації: розпізнавання образів, аналіз текстів
 - регресійного аналізу: прогнозування числових значень, таких як ціни або тренди
 - кластеризації: вивчення схожості між об'єктами.

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ЛІТЕРАТУРА

4.1 Основна література

1. Haykin S. Neural networks and learning machines. Pearson Education, Limited, 2009. 937 p. – ISBN: 978-128-26458-2-0
2. Bishop, Christopher M., and Nasser M. Nasrabadi. Pattern recognition and machine learning. Vol. 4. No. 4. New York: Springer, 2006.
3. Bengio Y., Courville A., Goodfellow I. Deep learning. MIT Press, 2016. 800 p. – ISBN: 978-026-23373-7-3
4. Rosen-Zvi M., Kanter I. Training a perceptron in a discrete weight space. Physical Review E. 2001. Vol. 64, no. 4. URL: <https://doi.org/10.1103/physreve.64.046109>

4.2 Додаткова література

5. Liou, D.-R., Liou, J.-W., & Liou, C.-Y. (2013). Learning Behaviors of Perceptron. iConcept Press. ISBN 978-1-477554-73-9.
6. Anzai, Y. (2016). Pattern Recognition & Machine Learning. ISBN-10:0124121497.
7. Vorobel, R. (2010). Logarithmic type image processing algebras. In 2010 International Kharkov Symposium on Physics and Engineering of Microwaves, Millimeter and Submillimeter Waves (MSMW). IEEE, 1-3. <https://doi.org/10.1109/msmw.2010.5546157>.
8. Melnychuk S., Kuz M., Yakovyn S. Emulation of logical functions NOT, AND, OR, and XOR with a perceptron implemented using an information entropy function. 2018 14th international conference on advanced trends in radioelectronics, telecommunications and computer engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, 20–24 February 2018. 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/tcset.2018.8336337>
9. Thaler, D., Elezaj, L., Bamer, F., & Markert, B. (2022). Training Data Selection for Machine Learning-Enhanced Monte Carlo Simulations in Structural Dynamics. Appl. Sci., 12(2), 581. <https://doi.org/10.3390/app12020581>.

4.3 Інформаційні ресурси в Інтернеті

10. Що таке багаточаровий перцептрон (MLP)?. Електронний ресурс: <https://thetransmitted.com/adlucem/shho-take-mlp-u-mashynnomu-navchanni/>
11. What is a perceptron?. Електронний ресурс: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/perceptron>
12. Perceptron: Building Block of Artificial Neural Network. Електронний ресурс: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/10/perceptron-building-block-of-artificial-neural-network/>