ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА МОБІЛЬНИХ ТА ВІДЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «**Розробка та дослідження методики побудови телекомунікаційної системи з використанням штучного інтелекту**»

на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності *172 - Електронні комунікації та радіотехніка*
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми *Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення*
(назва)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис) *Денис МИХНЮК*
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача

Виконав: здобувач(ка) вищої освіти гр. АРДМ-62
Денис МИХНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Керівник: Володимир ПАРХОМЕНКО
науковий ступінь, вчене звання *доцент кафедри кандидат технічних наук*
Рецензент: К. Лавриненко
науковий ступінь, вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Київ 2024

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут Телекомунікацій

Кафедра МОБІЛЬНИХ ТА ВІДЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 172 Електронні комунікації та радіотехніка

Освітньо-професійна програма Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою Мобільних та відеоінформаційних технологій
_____ Наталія РУДЕНКО
«____»_____20____ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Михнюк Денис Вячеславович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розробка та дослідження методики побудови телекомунікаційної системи з використанням штучного інтелекту

керівник кваліфікаційної роботи *Володимир ПАРХОМЕНКО, с.н.с., кандидат технічних наук*
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «___»_____20__ р. № ____

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «___»_____20___р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Телекомунікаційні системи, штучний інтелект, радіосигнал, системні завдання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Аналіз телекомунікаційних систем з використанням штучного інтелекту. 2. Розробка методики проектування телекомунікаційних систем із застосуванням штучного інтелекту. 3. Проектування імітаційних телекомунікаційних систем із штучним інтелектом.

5. Перелік ілюстративного матеріалу: *презентація*

6. Дата видачі завдання «___»_____20___ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір науково-технічної літератури		
2	Вступ		
3	Перший розділ		
4	Другий розділ		
5	Третій розділ		
6	Вступ, висновки, реферат		
7	Розробка обов‘язкових демонстраційних матеріалів		
8	Попередній захист роботи		

Здобувач(ка) вищої освіти _____ *Денис МИХНЮК*

(підпис) *(Ім’я, ПРІЗВИЩЕ)*

Керівник кваліфікаційної роботи _____ *Володимир ПАРХОМЕНКО*

(підпис) *(Ім’я, ПРІЗВИЩЕ)*

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут Телекомунікацій

ПОДАННЯ
ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ
ЩОДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
на здобуття освітнього ступеня магістра

Направляється здобувач(ка) *Михнюк Д.Ю.* до захисту кваліфікаційної роботи
(прізвище та ініціали)
за спеціальністю *172 Електронні комунікації та радіотехніка*
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми *Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення*
(назва)
на тему: «Розробка та дослідження методики побудови телекомунікаційної системи з використанням штучного інтелекту».

Кваліфікаційна робота і рецензія додаються.

Директор ННІ _____ *Владислав КРАВЧЕНКО*
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

Висновок керівника кваліфікаційної роботи

Здобувач(ка) Михнюк Д.Ю. завдання на кваліфікаційну роботу виконав вчасно та в повному обсязі, ґрунтовно дослідив тему магістерської роботи, вніс слушні пропозиції по покращенню існуючих методів та засобів вирішення проблем, що постають в цій галузі.

Все це дозволяє оцінити виконану кваліфікаційну роботу здобувача(ки) Михнюк Д.Ю. на оцінку «**відмінно**» та присвоїти йому(їй) кваліфікацію_____.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ *Володимир ПАРХОМЕНКО*
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

«____»_____20___року

Висновок кафедри про кваліфікаційну роботу

Кваліфікаційна робота розглянута. Здобувач(ка) Михнюк Д.Ю. допускається до захисту даної роботи в Екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедрою мобільних та відеоінформаційних технологій _____ *Наталія РУДЕНКО*
(назва) *(підпис)* *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА

на кваліфікаційну магістерську роботу

здобувача(ки) вищої освіти *Михнюк Денис Вячеславович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему «Розробка та дослідження методики побудови телекомунікаційної системи з використанням штучного інтелекту»

Актуальність.

Беззаперечно, що дана тема є надзвичайно актуальною та значущою, результати проведених досліджень в перспективі можуть бути використані в сучасних технічних пристроях та наукових дослідженнях.

Позитивні сторони.

1. Ґрунтовність та детальність проведеного дослідження.
2. Внесення раціональних пропозицій по покращенню існуючих технологій.
3. Підтвердження внесених пропозицій експериментальним шляхом.

Недоліки.

1. Не було розглянуто вирішення проблем в інших наукових галузях
2. Під час виконання роботи використовувалось мало іноземних джерел

Відзначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку кваліфікаційної магістерської роботи.

Висновок: *кваліфікаційна магістерська робота заслуговує оцінку "відмінно", а здобувач(ка)* Михнюк Денис Вячеславович *заслуговує присвоєння кваліфікації:* магістра телекомунікацій та радіотехніки

Рецензент: КТН, доцент _____ К. Лаврінець

науковий ступінь, вчене звання *підпис* *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

РЕФЕРАТ

Текстова частина пояснювальної записки містить 88 сторінок., 12 рисунків., 10 джерел

Об'єктом дослідження даної магістерської роботи є телекомунікаційна система, побудована з використанням штучного інтелекту. У фокусі дослідження знаходиться інтеграція штучного інтелекту в різні аспекти телекомунікаційної інфраструктури, такі як оптимізація мережевих процесів, автоматизація прийняття рішень та підвищення продуктивності системи.

Об'єкт дослідження охоплює архітектуру, компоненти та взаємодію всієї телекомунікаційної системи, в яку інтегрується штучний інтелект. Магістерська робота спрямована на розробку та вдосконалення методики побудови такої системи, а також на вивчення впливу використання штучного інтелекту на її ефективність та функціональні можливості.

Предметом дослідження є методика побудови та дослідження телекомунікаційної системи, яка використовує штучний інтелект. У цьому контексті вивчаються основні аспекти інтеграції штучного інтелекту в телекомунікаційні процеси, а також вплив цієї інтеграції на продуктивність, ефективність та можливості системи.

Предмет дослідження включає в себе аналіз архітектури та компонентів телекомунікаційної системи, розробку методів оптимізації роботи системи з використанням штучного інтелекту, а також вивчення взаємодії між телекомунікаційними процесами та інтелектуальними алгоритмами. Робота спрямована на створення ефективного та функціонального підходу до побудови та вдосконалення телекомунікаційних систем бездротової передачі інформації із застосуванням штучного інтелекту.

Метою роботи є розробка та дослідження методики побудови телекомунікаційної системи, в якій використовується штучний інтелект. Основним завданням є розкриття потенціалу інтеграції штучного інтелекту в телекомунікаційні процеси для підвищення ефективності, забезпечення

оптимальної роботи системи та покращення її функціональних можливостей з передачі інформації.

Мета включає в себе розробку нових підходів до організації та оптимізації телекомунікаційних систем, а також вивчення взаємодії між традиційними методами передачі інформації та різними аспектами штучного інтелекту, такими як машинне навчання та аналіз великих об'ємів даних. Магістерська робота покликана внести внесок у розвиток сучасних телекомунікаційних технологій та показати можливості оптимізації систем за допомогою алгоритмів штучного інтелекту.

На заключних етапах магістерської роботи буде проведено систематизацію та аналіз отриманих результатів. Зокрема, буде виконано наступне:

- Аналіз отриманих даних: Здійснено глибокий аналіз результатів досліджень, проведених під час створення імітаційної моделі та використання штучного інтелекту в телекомунікаційній системі.
- Оцінка ефективності методів: Проведено оцінку ефективності використаних методів та алгоритмів штучного інтелекту в контексті телекомунікаційних задач.
- Порівняльний аналіз із існуючими рішеннями: Порівняно отримані результати та підходи до розв'язання проблем телекомунікацій і телекомунікаційних систем за допомогою штучного інтелекту з існуючими технологіями та методами.
- Формулювання висновків: Сформульовано висновки щодо досягнень та можливих перспектив використання можливостей штучного інтелекту в телекомунікаціях.
- Розробка рекомендацій: На основі отриманих результатів розроблено рекомендації щодо подальшого вдосконалення та використання імітаційної моделі та штучного інтелекту в телекомунікаційних системах бездротової передачі інформації.

Ці кроки дозволять здобути повний обсяг знань та розуміння результатів досліджень і сприятимуть успішному виконанню кваліфікаційної магістерської роботи.

У процесі роботи реалізується комплекс завдань та процесів, що включають в себе:

- Літературний огляд:

  Проведення аналізу наукової літератури та публікацій, пов'язаних із застосуванням штучного інтелекту в телекомунікаційних системах.
- Визначення об'єкта та предмета дослідження:

  Чітке визначення того, що є об'єктом та предметом роботи, і визначення основних аспектів, які будуть досліджені.
- Створення імітаційної моделі:

  Проектування та реалізація імітаційної моделі телекомунікаційної системи, яка буде використовувати штучний інтелект.
- Використання штучного інтелекту:

  Інтеграція штучного інтелекту для вирішення конкретних завдань у телекомунікаційній системі, таких як оптимізація ресурсів, покращення продуктивності та інші.
- Аналіз та оцінка результатів:

  Проведення детального аналізу отриманих результатів та їх впливу на функціонування телекомунікаційної системи.
- Висновки та рекомендації:

  Формулювання висновків щодо досягнень та розробка рекомендацій для подальших кроків у використанні штучного інтелекту в телекомунікаціях.
- Підготовка звіту:

  Написання звіту про проведені дослідження.

Весь цей процес дозволяє систематизувати знання, отримати практичний досвід у роботі з штучним інтелектом в телекомунікаціях та внести власний внесок у розвиток цієї галузі.

Актуальність даної магістерської роботи визначається наявністю потреби у сучасному розвитку телекомунікацій. Застосування штучного інтелекту у цій галузі пропонує нові можливості для вирішення складних завдань, підвищення ефективності та адаптації до змін у середовищі. Робота має науковий внесок, допомагаючи розкрити потенціал штучного інтелекту для оптимізації ресурсів та покращення функціональності телекомунікаційних систем. Такий підхід сприяє розвитку інноваційних стратегій у галузі телекомунікацій та відповідає сучасним вимогам до високотехнологічних та ефективних рішень.

Магістерська робота вирішує ряд актуальних проблем у галузі телекомунікацій. Зокрема, вона спрямована на розробку та впровадження методики побудови телекомунікаційних систем, яка використовує штучний інтелект. Робота вирішує завдання оптимізації ресурсів та підвищення ефективності функціонування систем у різних умовах. Також вона спрямована на розв'язання проблеми адаптації телекомунікацій до змінних умов оточуючого середовища, що включає різноманітні фактори впливу. Застосування штучного інтелекту дозволяє вирішувати складні завдання та покращувати роботу систем з урахуванням динамічності сучасного інформаційного середовища. Таким чином, робота сприяє вдосконаленню та розвитку телекомунікаційних систем, враховуючи виклики та потреби сучасного світу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, РАДІОСИГНАЛ, СИСТЕМНІ ЗАВДАННЯ.

ABSTRACT

Text part of the master's qualification work:

83 pages,12pictures,10sources.

The purpose of the work includes an analysis of the architecture and components of the telecommunications system, the development of methods for optimizing system operation using artificial intelligence, and the study of interaction between telecommunications processes and intelligent algorithms. The thesis aims to create an efficient and functional approach to building and enhancing wireless information transmission telecommunications systems with the application of artificial intelligence.

Object of researchis is a telecommunication system built using artificial intelligence. The focus of the research is the integration of artificial intelligence into various aspects of the telecommunications infrastructure, such as optimizing network processes, automating decision-making, and enhancing system productivity.

Subject of research is a methodology for the construction and investigation of a telecommunications system that utilizes artificial intelligence. In this context, the primary aspects of integrating artificial intelligence into telecommunication processes are studied, as well as the impact of this integration on the system's productivity, efficiency, and capabilities.

The relevance of this master's thesis is determined by the need for modern development in telecommunications. The application of artificial intelligence in this field offers new opportunities to address complex tasks, enhance efficiency, and adapt to environmental changes. The work makes a scientific contribution by exploring the potential of artificial intelligence to optimize resources and improve the functionality of telecommunications systems. Such an approach contributes to the development of innovative strategies in the field of telecommunications and aligns with contemporary demands for high-tech and effective solutions.

Summary of the work: The master's thesis addresses a series of relevant problems

in the field of telecommunications. Specifically, it is aimed at the development and implementation of a methodology for building telecommunications systems that leverage artificial intelligence. The thesis addresses tasks related to resource optimization and enhancing the efficiency of system functioning under different conditions. It also focuses on addressing the adaptation challenges of telecommunications to changing environmental conditions, which encompass various influencing factors. The application of artificial intelligence enables the resolution of complex tasks and improves system performance considering the dynamic nature of the contemporary information environment. Thus, the thesis contributes to the improvement and development of telecommunications systems, taking into account the challenges and needs of the modern world.

KEYWORDS:TELECOMMUNICATION SYSTEMS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, RADIO SIGNAL, SYSTEM TASKS.

ЗМІСТ

ВСТУП.....9
1. АНАЛІЗ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....14
1.1. Бездротові телекомунікаційні системи та перспективні напрямки їх аналіз17
1.2. Штучний інтелект в телекомунікаційних системах та його особливості.....24
1.3. Перспективи розвитку штучного інтелекту.....26
1.4. Оптимальні умови впровадження штучного інтелекту в телекомунікаційні системи бездротової передачі інформації.....28
2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....32
2.1. Елементи бездротових телекомунікаційних систем, доступні для вдосконалення з використанням штучного інтелекту.....33
2.2. Зміни до будови телекомунікаційної системи для підтримки використання ШІ.....35
2.3. Вибір технічних рішень для застосування Штучного Інтелекту в телекомунікаційних системах.....40
3. ПРОЕКТУВАННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ.....47
3.1. Елементна база системи, необхідна для функціонування нейронної мережі53
3.2. Практичне застосування штучного інтелекту в імітаційній моделі.....56
3.3. Створення імітаційної моделі в MatLab.....59
3.4. Створення нейронної мережі як функції MatLab.....70
ВИСНОВКИ.....79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....81
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....83

ВСТУП

У сучасному інформаційному суспільстві розвиток телекомунікаційних систем є ключовим фактором для забезпечення надійного та ефективного обміну інформацією. Технологічні зрушення та високий попит на швидкі та надійні засоби комунікації вимагають постійного удосконалення та адаптації телекомунікаційних систем до різноманітних умов.

Дана кваліфікаційна магістерська робота присвячена дослідженню та розробці методики побудови телекомунікаційної системи з використанням штучного інтелекту. У фокусі нашого дослідження — аналіз поширення радіосигналу в різних умовах оточуючого середовища, зокрема, врахування впливу різних джерел завад. Робота спрямована на розробку імітаційної моделі та визначення ефективних технічних рішень для оптимізації функціонування телекомунікаційної системи.

Імплементація штучного інтелекту у телекомунікаційних системах може відкрити нові можливості для автоматизації та адаптації до змінних умов, покращуючи якість обслуговування та оптимізуючи використання ресурсів. У цьому контексті робота присвячена практичному застосуванню імітаційних моделей для вивчення та вдосконалення телекомунікаційних систем в умовах реального середовища.

Зазначений підхід визначає актуальність дослідження та роботи над впровадженням штучного інтелекту в телекомунікаційні системи, підкреслюючи важливість забезпечення стабільності та ефективності зв'язку в умовах зростаючої складності та динамічності сучасного інформаційного середовища.

Подальше дослідження цієї тематики відкриє нові перспективи для розвитку телекомунікаційних систем та використання штучного інтелекту в цьому контексті. Воно дозволить розширити розуміння впливу штучного інтелекту на ефективність та стійкість телекомунікаційних систем у різних умовах оточуючого середовища.

Дослідження може сприяти вдосконаленню методів моделювання та аналізу впливу різних факторів на телекомунікаційні системи. Визначення оптимальних параметрів імітаційних моделей та розробка нових алгоритмів для автоматизації процесів в умовах змінюючогося середовища можуть покращити якість та інші параметри передачі інформації та забезпечити стабільність систем в різних сценаріях використання.

Подальше дослідження також може вивести на розробку нових стратегій використання штучного інтелекту для оптимізації роботи телекомунікаційних систем. Інтеграція алгоритмів машинного навчання та аналізу даних може допомогти впроваджувати бездротові системи передачі інформації, які адаптуються до конкретних умов та вимог користувачів, підвищуючи ефективність та витрати ресурсів.

Такий підхід виведе дослідження на новий рівень, де телекомунікаційні системи можуть бути не лише засобом передачі інформації, але й інтелектуальними системами, що можуть адаптуватися до будь-яких змін у навколишньому середовищі та забезпечувати найоптимальніше використання ресурсів.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що сучасний розвиток телекомунікаційних систем та використання штучного інтелекту вимагають глибшого розуміння взаємодії між цими двома напрямками. З урахуванням постійних змін у технологічному оточенні та зростаючої складності вимог користувачів, важливо розробляти нові методи та стратегії для покращення функціональності та стійкості телекомунікаційних систем бездротової передачі інформації.

Дослідження поширення радіосигналу в різних умовах оточуючого середовища виявляється ключовим, оскільки воно визначає ефективність зв'язку та взаємодії систем у реальних умовах експлуатації. Розробка та використання імітаційних моделей та методів штучного інтелекту дозволять не лише ретельно вивчити ці процеси, але й розробити нові підходи до оптимізації та автоматизації

телекомунікаційних систем. Такий підхід має потенціал покращити якість обслуговування, забезпечити оптимальне використання ресурсів та зробити системи більш адаптивними до різноманітних умов.

Отже, дана робота є актуальною, оскільки вона спрямована на вирішення важливих завдань у сфері розвитку телекомунікацій та використання штучного інтелекту, що має велике значення для подальшого вдосконалення комунікаційних технологій.

Мета даної роботи полягає у вивченні та дослідженні взаємодії телекомунікаційних систем та штучного інтелекту для розробки нових методів, стратегій та імітаційних моделей. Основний акцент роботи спрямований на аналіз поширення радіосигналу в різних умовах оточуючого середовища та визначення впливу зовнішніх факторів на функціонування та продуктивність телекомунікаційних систем.

Мета включає в себе розробку та дослідження імітаційних моделей для ефективного моделювання процесів передачі інформації в бездротових телекомунікаційних системах. Крім того, дослідження спрямоване на визначення оптимальних стратегій використання штучного інтелекту для оптимізації функціональності та управління ресурсами в телекомунікаційних системах бездротової передачі інформації.

У цій роботі також ставиться завдання вивчення взаємодії різних складових систем, виявлення проблем та можливостей в їх оптимізації. Здійснення подальших досліджень та розробка нових підходів в області телекомунікацій і штучного інтелекту є ключовими аспектами досягнення поставленої мети даної роботи.

Результати даної роботи мають надзвичайно широкі практичні застосування в сучасному інформаційному суспільстві. Отримані в ході дослідження знання про взаємодію телекомунікаційних систем та штучного інтелекту можуть бути використані для розробки та вдосконалення бездротових технологій передачі інформації.

Це стосується не лише покращення якості зв'язку та продуктивності телекомунікаційних систем, але й розробки ефективних стратегій управління ресурсами, що важливо для оптимізації енергоспоживання та збільшення стійкості систем.

Додатково, розуміння впливу різних умов оточуючого середовища на поширення радіосигналу надає можливість розробки більш ефективних комунікаційних стратегій для різноманітних сценаріїв, таких як міське середовище, внутрішні приміщення або екстремальні умови оточуючого середовища.

Загалом, практичне застосування отриманих результатів може виявитися корисним для розробників технологій бездротового зв'язку, архітекторів мереж, а також для тих, хто працює у сферах розробки та впровадження штучного інтелекту в телекомунікаційних системах.

Практичні аспекти даної роботи полягають у використанні отриманих знань для розробки конкретних рішень та вдосконалення технічних аспектів телекомунікаційних систем. Дослідження поширення радіосигналу в системі та впливу різних умов оточуючого середовища надає можливість враховувати реальні аспекти при розробці та вдосконаленні бездротових комунікаційних систем.

Одним з практичних застосувань є оптимізація антенних систем та розміщення передавачів і приймачів для максимізації покриття і забезпечення стабільного зв'язку в різних умовах. Також, врахування впливу штучного інтелекту може допомогти розробити адаптивні стратегії управління мережею, що важливо для оптимізації ресурсів та забезпечення якісного обслуговування мережі передачі інформації.

Додатково, розробка імітаційних моделей для аналізу та експериментів може бути використана для вивчення різних сценаріїв та визначення оптимальних параметрів систем. Це сприяє покращенню функціональності та робустності телекомунікаційних рішень.

Отже, практичні аспекти роботи включають в себе реальне застосування отриманих знань для покращення бездротових телекомунікаційних систем і розробки нових технологій в цьому напрямку.

Практичні аспекти даної роботи полягають у використанні отриманих знань для розробки конкретних рішень та вдосконалення технічних аспектів телекомунікаційних систем. Дослідження поширення радіосигналу та впливу різних умов оточуючого середовища надає можливість враховувати реальні аспекти при розробці та вдосконаленні бездротових комунікаційних систем передачі інформації.

Одним з практичних застосувань є оптимізація антенних систем та розміщення передавачів і приймачів для максимізації покриття і забезпечення стабільного зв'язку в різних умовах. Також, врахування впливу штучного інтелекту може допомогти розробити адаптивні стратегії управління мережею, що важливо для оптимізації ресурсів та забезпечення якісного обслуговування та безперебійного зв'язку.

Додатково, розробка імітаційних моделей для аналізу та експериментів може бути використана для вивчення різних сценаріїв та визначення оптимальних параметрів систем. Це сприяє покращенню функціональності та робустності телекомунікаційних рішень.

Отже, практичні аспекти роботи включають в себе реальне застосування отриманих знань для покращення бездротових телекомунікаційних систем і розробки нових технологій в цьому напрямку.

1. АНАЛІЗ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Кваліфікаційна магістерська робота передбачає дослідження та оцінку впливу технологій штучного інтелекту на різноманітні аспекти телекомунікаційних систем. У цьому контексті, дослідження охоплює розгляд різних алгоритмів, методів та стратегій штучного інтелекту, які можуть бути впроваджені для покращення ефективності, безпеки та автоматизації телекомунікацій.

Одним із аспектів аналізу є використання алгоритмів машинного навчання для передбачення та оптимізації роботи мережі. Це може включати в себе автоматизоване управління ресурсами, прогнозування навантаження та виявлення аномалій в роботі системи.

Додатково, важливим аспектом є розробка систем штучного інтелекту для виявлення та обробки загроз безпеці телекомунікаційних систем. Це може включати в себе виявлення атак, захист від шкідливого програмного забезпечення та забезпечення конфіденційності даних.

Такий підхід дозволяє ефективно використовувати потенціал штучного інтелекту для підвищення рівня автоматизації, оптимізації та безпеки телекомунікаційних систем, покращення їх результатів у сучасному інформаційному середовищі.

Тема дослідження охоплює ряд важливих технічних аспектів. Дослідження передбачає аналіз різних методів Машинного Навчання та Штучного Інтелекту, врахування їх впливу на функціонування телекомунікаційних систем. Важливо розглядати можливості використання штучного інтелекту для оптимізації управління ресурсами мережі, а також для виявлення та усунення аномалій та загроз безпеці.

Дослідження також включає в себе аналіз великих обсягів даних трафіку для виявлення закономірностей та трендів, що дозволяє здійснювати прогнозування

змін в навантаженні на мережу. Іншим аспектом є захист інформації та виявлення загроз, де штучний інтелект може грати важливу роль у виявленні нових форм атак та ефективному їх протидії.

Особлива увага приділяється інтеграції рішень штучного інтелекту в існуючі телекомунікаційні інфраструктури.[1] Дослідження спрямоване на з'ясування можливостей оптимізації мережевих протоколів та розгляд взаємодії між людиною та машиною у контексті телекомунікацій.

Усі ці технічні аспекти формують комплексне розуміння викликів та можливостей, які виникають при використанні штучного інтелекту в телекомунікаційних системах. Це дослідження спрямоване на визначення шляхів подальшого розвитку та вдосконалення цієї галузі, а також на визначення перспектив використання штучного інтелекту для оптимізації телекомунікаційних процесів. Можливі отримані позитивні результати дослідження можуть призвести до покращення передачі системою радіосигналу в умовах значних електромагнітних завад [2].

Аналіз телекомунікаційних систем з використанням штучного інтелекту є сферою великого інтересу та великої наукової значущості в сучасному світі. Наукова новизна даної роботи полягає в розкритті потенціалу та впливу штучного інтелекту і нейроних мереж на розвиток та оптимізацію телекомунікаційних систем.

Штучний інтелект вносить новаторські рішення у вдосконалення та оптимізацію процесів телекомунікацій. Аналізуючи цю взаємодію, дослідники спрямовують свої зусилля на виявлення нових методів та стратегій використання штучного інтелекту для підвищення якості обслуговування, ефективності мереж та вдосконалення алгоритмів маршрутизації.

Нейронні мережі - це комп'ютерні системи, які намагаються відтворити роботу людського мозку в технологічному середовищі з метою вирішення завдань машинного навчання та штучного інтелекту.[3] Вони базуються на концепціях

нейробіології та моделюють взаємодію між штучними нейронами для вирішення різних завдань.

Основні компоненти нейронних мереж включають:

- Штучні нейрони:

Основна будівельна одиниця нейронних мереж. Вони приймають вхідні сигнали, обчислюють ваговану суму вхідних значень та застосовують активаційну функцію для генерації виходу.

- Ваги:

Кожен з'єднаний із нейроном вхід має асоційований ваговий коефіцієнт. Ваги визначають, наскільки важливим є кожен вхідний сигнал для обчислення виходу нейрона.

- Активаційні функції:

Активаційна функція визначає вихід нейрона на основі вагової суми вхідних значень. Різні активаційні функції використовуються для вирішення різних типів завдань.

- Шари:

Нейронні мережі складаються з різних шарів. Вхідний шар отримує дані, приймає рішення, а вихідний шар генерує кінцевий результат. Між ними можуть бути приховані шари, які використовуються для внутрішнього представлення інформації.

- Зв'язки:

Зв'язки визначають, як нейрони одного шару зв'язані з нейронами іншого шару. Кожен зв'язок має ваговий коефіцієнт, який визначає його вплив на вихід нейрона.

Типи нейронних мереж включають персептрон, рекурентні нейронні мережі (RNN), згорткові нейронні мережі (CNN), глибокі нейронні мережі (DNN) та багатошарові персептрони (MLP).

Нейронні мережі використовуються для різноманітних завдань, таких як класифікація зображень, розпізнавання мови, автономне водіння, прогнозування,

рекомендації та багато іншого.[4] Тренування нейронних мереж включає в себе подачу великої кількості даних для визначення оптимальних ваг та параметрів мережі через процес навчання.

Наукова новизна полягає також у вивченні можливостей впровадження машинного навчання та глибокого навчання в телекомунікаційні системи для прогнозування, управління ресурсами та автоматизації процесів у реальному часі. Дослідження в цьому напрямку вирішують питання адаптації та вдосконалення систем умовного доступу, покращення якості обслуговування та оптимізації мережевого трафіку.

Важливою складовою наукової новизни є вивчення етичних та безпекових аспектів використання штучного інтелекту в телекомунікаціях і новітніх системах. Врахування аспектів приватності, безпеки та відповідності законодавству є ключовим у контексті розвитку та впровадження інтелектуальних систем в телекомунікації.

Таким чином, аналіз телекомунікаційних систем з використанням штучного інтелекту спрямований на виявлення інноваційних підходів та розвиток нових стратегій для оптимізації функцій мережі, що робить цей розділ науково значущим та перспективним у контексті сучасних телекомунікаційних технологій, систем передачі та радіообміну.

1.1 Бездротові телекомунікаційні системи та перспективні напрямки їх аналізу

Цей розділ охоплює широкий спектр аспектів, пов'язаних з бездротовими технологіями передачі інформації. Дослідження спрямоване на розгляд еволюції бездротових телекомунікаційних систем передачі, визначення їхньої ролі у сучасному суспільстві та виявлення перспективних напрямків для подальшого розвитку.

Аналіз бездротових телекомунікаційних систем включає вивчення різних технологічних стандартів, таких як 5G, і їх вплив на продуктивність та зручність використання. Дослідження орієнтоване на розгляд викликів, з якими стикаються бездротові мережі, таких як обмеження пропускної здатності, стійкість до перешкод та завад зовнішнього середовища, та розробка нових методів для вирішення цих проблем.

Поглиблений аналіз взаємодії різних компонентів бездротових систем передачі інформації дозволяє виявити оптимальні шляхи їх інтеграції та оптимізації, зокрема врахування аспектів енергоефективності, безпеки та масштабованості.

Дослідження також включає аналіз впливу безпекових аспектів на бездротові телекомунікаційні системи та розробку методів захисту від потенційних загроз.[5] Загальна мета дослідження полягає в отриманні глибокого розуміння стану та перспектив розвитку бездротових телекомунікаційних систем передачі інформації з урахуванням сучасних технологічних та суспільних викликів.

Бездротові телекомунікаційні системи використовуються для безпровідного обміну інформацією між пристроями через радіохвилі, інфрачервоне випромінювання, або інші безпровідні технології. Формули для опису роботи бездротових телекомунікаційних систем можуть бути різними залежно від конкретного аспекту системи, але основною формулою для передачі бездротового сигналу є формула для розрахунку процесу розповсюдження радіохвиль у просторі.

$$P_r = P_t\left(\frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L}\right) \tag{1.1}$$

де:

P_r - отримана потужність сигналу на приймачі,

P_t - вихідна потужність передавача,

G_t - коефіцієнт підсилення антени передавача,

G_r - коефіцієнт підсилення антени приймача,

λ - довжина хвилі сигналу,

d - відстань між передавачем і приймачем,

L - системний втрати та втрати на джерелі.

Ця формула враховує ефекти втрат сигналу через розповсюдження в просторі, втрати від поглиблення та розсіювання сигналу, а також вплив антенної діаграми та інших параметрів.

Для оцінки продуктивності систем можуть використовуватися і інші формули, такі як швидкість передачі даних, індекси якості сигналу (SNR, Signal-to-Noise Ratio), а також формули для визначення імпульсної характеристики та інших параметрів.

формулу для розрахунку пропускної здатності (Throughput) у бездротовому каналі, що може бути виражена так:

$$T = W * log_2(1 + SNR) \quad (1.2)$$

де:

T - пропускна здатність каналу (Throughput),

W - ширина смуги каналу,

SNR - відношення сигнал-шум (Signal-to-Noise Ratio).

Ця формула ілюструє, як ширина смуги та відношення сигнал-шум впливають на пропускну здатність каналу. Вона вказує, що чим більше ширина смуги та вище відношення сигнал-шум, тим більша може бути пропускна здатність.

Слабкі місця телекомунікаційних систем можуть виникати з різних причин і вимагати уваги для забезпечення надійності та безпеки мереж. Ось кілька можливих слабких місць:

- Безпека мережі:
    - Неякісна шифрування: Використання слабкого шифрування може зробити систему вразливою до атак.

- Недостатній захист від зловживань: Відсутність ефективних заходів для захисту від атак, таких як перехоплення трафіку чи внутрішні атаки.

- Пропускна здатність та завантаження:
  - Перевантаження мережі: Велика кількість підключених пристроїв або інтенсивний трафік може призвести до перевантаження мережі.
  - Недостатній резерв пропускної здатності: Відсутність резерву пропускної здатності може ускладнити обробку додаткового трафіку в разі потреби.
- Стійкість до перешкод:
  - Несправжність сигналу: Проблеми з несправжністю сигналів можуть призвести до помилкового інтерпретування або втрати даних в процесі передачі.
  - Вплив електромагнітних перешкод: Електромагнітні смуги можуть стати джерелом перешкод для бездротового зв'язку.
- Енергоефективність:
  - Недостатній термін служби батарей: Деякі бездротові пристрої можуть мати обмежений термін служби батареї, що може впливати на надійність системи.
- Управління ресурсами:
  - Невірне управління ресурсами: Неправильне розподіл ресурсів може спричинити перевантаження деяких компонентів мережі та знизити продуктивність.
- Системна стабільність:
  - Відсутність резервування: Недостатня резервування ключових компонентів може призвести до втрати доступу до важливих послуг у разі відмови.
- Сумісність протоколів:

- Проблеми сумісності: Невірна реалізація або відсутність сумісності між різними протоколами може викликати проблеми з обміном даними між пристроями.

Детальний аналіз цих аспектів дозволяє визначити слабкі місця та розробляти стратегії для їх вирішення з метою покращення наступних версій продукту.

Телекомунікаційні системи розповсюджені по всьому світу та використовуються для передачі голосу, даних та інших видів інформації. Найрозповсюдженіші системи включають:

- Мобільна телефонія:
  - Системи стандарту GSM/3G/4G/5G: Забезпечують бездротовий доступ до голосу та інтернету для мобільних телефонів та інших користувацьких пристроїв.
- Інтернет:
  - Комутована телефонія та DSL: Забезпечують доступ до мережі Інтернет за допомогою традиційних телефонних ліній або DSL-технологію.
  - Кабельне телебачення: Використовує кабельні мережі для надання високошвидкісного Інтернет-з'єднання.
- Супутникові системи:
  - Супутникова телефонія та Інтернет: Дозволяють забезпечувати зв'язок в областях та на територіях, де інші інфраструктури можуть бути обмежені.
- Телевізійні та радіомовлення:
  - Аналогове та цифрове мовлення: Забезпечують трансляцію телевізійних та радіопрограм через радіоефір або звичайні кабельні мережі.
- Комп'ютерні мережі:

- Локальні та глобальні мережі: Забезпечують обмін даними та ресурсами між з'єднаними комп'ютерами та пристроями в різних місцях.

- Фіксована телефонія:
  - Класична телефонна мережа (PSTN): Використовується для голосового та інших типів обміну даними за допомогою стаціонарних телефонів.
- Бездротові мережі:
  - Wi-Fi: Забезпечує бездротовий доступ до мережі для пристроїв в обмеженому радіусі.
  - Bluetooth: Використовується для короткодіючого бездротового з'єднання між пристроями.
- Інтернет речей (IoT):
  - Мережі для IoT: Включають різноманітні пристрої, які можуть обмінюватися даними безпосередньо знаходячись поруч або через Інтернет.

Ці системи взаємодіють між собою, створюючи глобальну телекомунікаційну інфраструктуру для ефективного обміну інформацією на значних відстанях.

Штучний інтелект може бути використаний у різних телекомунікаційних системах для оптимізації функцій та поліпшення взаємодії між користувачами та пристроями. Будова системи обумовлює можливість використання ШІ, тож до таких систем входять:

- Мобільна телефонія (5G):

  Управління ресурсами: Штучний інтелект може оптимізувати використання ресурсів, таких як пропускна здатність та енергія, для забезпечення кращої якості обслуговування.
- Інтернет речей (IoT):

Аналіз даних: Штучний інтелект дозволяє виробникам бездротових систем передачі здійснювати аналіз великих обсягів даних, отриманих від підключених пристроїв IoT, для виявлення залежностей та покращення ефективності систем.

- Бездротові мережі (Wi-Fi, Bluetooth):

  Динамічне управління ресурсами: Штучний інтелект може регулювати параметри мережі, такі як частоти та потужності сигналу, для оптимізації з'єднань та мінімізації перешкод.

- Супутникові системи:

  Прогнозування погоди: Штучний інтелект може використовуватися для аналізу погодних умов і попередження можливих збоїв у роботі супутникових систем.

- Фіксована телефонія (PSTN):

  Класифікація звернень: Системи штучного інтелекту можуть автоматично класифікувати та направляти телефонні виклики до відповідних служб або відділень.

- Інтернет та мережі передачі даних:

  Оптимізація маршрутизації: Штучний інтелект може аналізувати поточні умови телекомунікаційної мережі та вибирати оптимальні маршрути для передачі даних.

- Телевізійні та радіомовлення:

  Персоналізований контент: Штучний інтелект використовує аналіз вподобань користувачів для рекомендацій та підбору персоналізованого контенту.

Штучний інтелект може внести можливість покращення результату у різні аспекти телекомунікаційних систем, сприяючи оптимізації та підвищенню ефективності їхньої роботи.

1.2 Штучний інтелект в телекомунікаційних системах та його особливості

Тема впровадження штучного інтелекту є актуальною і високотехнологічною, оскільки впровадження ШІ в телекомунікації може призвести до значного покращення функціональності та продуктивності систем передачі інформації. Розглянемо основні аспекти функціонування штучного інтелекту в телекомунікаційних системах.

Штучний інтелект в телекомунікаційних системах визначається своєрідним способом, яким програми можуть аналізувати дані, навчатися на їхній основі та приймати рішення без прямого втручання користувача.[6] В основі цього підходу лежать алгоритми машинного навчання та глибокого навчання, які дозволяють системам передачі інформації автоматично вдосконалювати свою продуктивність з часом.

Однією з основних особливостей є можливість розпізнавання передачі трафіку та аналізу великої кількості даних в режимі реального часу. Це сприяє вдосконаленню процесів прийняття рішень, а також дозволяє пристосовувати системи телекомунікацій до змінюючихся умов оточуючого середовища та потреб користувачів.

Ще однією важливою особливістю є здатність до автоматизації великої кількості завдань, які раніше вимагали б значного людського втручання. Наприклад, штучний інтелект може автоматично аналізувати дані про мережевий трафік, розпізнавати нестандартні ситуації та приймати ефективні заходи для їх вирішення.

Важливою частиною є інтеграція штучного інтелекту з іншими технологіями, такими як Інтернет речей (IoT) та аналітика даних. Це відкриває нові можливості для оптимізації та створення інтелектуальних телекомунікаційних систем.

Нейронні мережі можуть мати декілька застосувань в бездротових телекомунікаційних мережах, де вони використовуються для вирішення різних завдань та оптимізації функцій. Ось кілька областей, де нейронні мережі можуть бути застосовані:

- Оптимізація мережевих ресурсів:

  Нейронні мережі можуть використовуватися для оптимізації розподілу мережевих ресурсів, управління трафіком та розподілу пропускної здатності в телекомунікаційних мережах. Це може допомогти покращити ефективність використання ресурсів та забезпечити кращу якість обслуговування.

- Прогнозування трафіку:

  Нейронні мережі можуть бути використані для прогнозування обсягів трафіку в мережах. Це дозволяє операторам мережі більш ефективно планувати та адаптувати ресурси для забезпечення оптимального обслуговування під час пікових навантажень.

- Виявлення аномалій та забезпечення кібербезпеки:

  Нейронні мережі можуть бути використані для виявлення аномальної поведінки в мережі, що може свідчити про потенційні кіберзагрози. Вони можуть допомагати в реальному часі виявляти та реагувати на зловмисну діяльність.

- Оптимізація мережевого управління:

  Нейронні мережі можуть допомагати в оптимізації процесів управління мережею, включаючи визначення оптимальних конфігурацій та налаштувань для різних умов та потреб.

- Автоматизація обслуговування клієнтів:

  Нейронні мережі можуть бути використані для автоматизації обслуговування клієнтів, включаючи персоналізоване управління послугами, прогнозування запитань клієнтів та оптимізацію якості обслуговування.

- Розпізнавання і виправлення помилок:

  Використання нейронних мереж для розпізнавання та виправлення помилок в мережі може покращити стійкість і надійність бездротових телекомунікаційних систем.

Застосування нейронних мереж в телекомунікаційних мережах може допомогти оптимізувати роботу систем, підвищити ефективність та забезпечити кращий рівень обслуговування для користувачів.

Узагальнюючи, використання штучного інтелекту в телекомунікаціях відкриває широкі перспективи для розвитку сучасних систем, забезпечуючи їхню ефективність, гнучкість та здатність адаптуватися до швидкозмінюючого оточення.

1.3 Перспективи розвитку штучного інтелекту

Розвиток штучного інтелекту відкриває широкий горизонт можливостей та викликів у сфері технологій. Зокрема, у цьому контексті важливо розглядати різні аспекти, які визначають майбутнє цієї сфери. Однією з ключових перспектив є невпинний розвиток алгоритмів машинного навчання та глибокого навчання. Постійні дослідження у цій області сприяють створенню більш ефективних та потужних моделей, що можуть вирішувати складні завдання, що раніше вважалися непристосованими для автоматизації.

Іншою перспективою є вдосконалення систем обробки природної мови та розпізнавання образів. Це може призвести до створення більш інтуїтивних та дружелюбних для користувача інтерфейсів, а також розширити застосування штучного інтелекту в різних галузях.

Зростання використання штучного інтелекту в медицині, фінансах, автопрому та інших галузях є ще однією обіцяючою перспективою. Аналіз великих обсягів даних та прийняття інформованих рішень може допомогти вирішувати складні проблеми та оптимізувати процеси у цих галузях.[7] Особлива

увага застосування ШІ надається у сфері бездротових технологій передачі інформації.

Важливим аспектом є розробка і впровадження етичних стандартів у сфері штучного інтелекту. Питання конфіденційності, безпеки та відповідального використання технологій стають дедалі важливішими в умовах постійного зростання впливу штучного інтелекту на наше суспільство та на оточуючі нас технології.

Розвиток штучного інтелекту (ШІ) в телекомунікаційних системах є однією з ключових тенденцій, яка може вплинути на ефективність, безпеку та інноваційність цих систем. Ось деякі перспективи розвитку ШІ в телекомунікаціях:

- Автоматизація мережевого управління:

  Розробка і впровадження систем автоматизованого мережевого управління, які використовують методи машинного навчання і нейронні мережі для оптимізації роботи мережі, виявлення проблем та прийняття рішень.
- Ефективне управління ресурсами:

  Застосування ШІ для прогнозування трафіку, оптимізації використання пропускної здатності та розподілу ресурсів в реальному часі для підтримки зростаючих потреб у мережевих послугах.
- Реальний час та відгуки від користувачів:

  Розвиток систем, які використовують ШІ для аналізу величезних обсягів даних в реальному часі, з метою надання користувачам персоналізованих послуг, швидкого реагування на зміни та покращення загального досвіду використання мережі.
- Кібербезпека:

  Використання ШІ для виявлення та відсіювання загроз кібербезпеки в реальному часі, а також для аналізу великих обсягів даних для виявлення патернів та невідомих загроз.
- Розширена реалізація 5G та майбутніх мереж:

Застосування ШІ для оптимізації роботи та керування великими та складними мережами, що виникають внаслідок впровадження технологій 5G та майбутніх мереж.

- Інтелектуальні послуги:

  Розвиток інтелектуальних послуг, які використовують ШІ для аналізу великих обсягів даних, навчання на основі досвіду та вдосконалення алгоритмів для надання передбачуваних та інноваційних послуг.

- Співпраця та взаємодія мереж:

  Застосування ШІ для розробки механізмів співпраці та взаємодії між різними мережами, у тому числі великими централізованими мережами та розподіленими системами IoT.

Розвиток технологій штучного інтелекту в телекомунікаційних системах може суттєво покращити їхню ефективність, безпеку та здатність вирішувати різноманітні завдання в умовах зростаючого обсягу даних та змінюючихся вимог користувачів.

Узагальнюючи, перспективи розвитку штучного інтелекту обумовлені технічними, соціокультурними та етичними аспектами. Розвиток цієї галузі обіцяє трансформацію різних сфер людського життя і становить суттєвий внесок у технологічний прогрес.

1.4 Оптимальні умови впровадження штучного інтелекту в телекомунікаційні системи бездротової передачі інформації

Ця тема відкриває широкий простір для вивчення та вдосконалення технологій зв'язку. Основною метою є розуміння оптимальних умов, за яких впровадження штучного інтелекту в бездротові телекомунікаційні системи стає найбільш ефективним та перспективним.[8] У контексті цієї теми важливо розглядати оптимальні умови, за яких впровадження штучного інтелекту стає

ефективним та вигідним для бездротових телекомунікаційних систем передачі інформації.

У цьому полі зору досліджуються технічні аспекти інтеграції штучного інтелекту в бездротові мережі, зокрема, оптимізація алгоритмів передачі даних, підвищення швидкості передачі, адаптація до змінних умов середовища та вдосконалення механізмів керування мережею.

Також вивчаються аспекти взаємодії штучного інтелекту з різними протоколами та технологіями бездротового зв'язку з метою максимального використання його потенціалу. Важливо розглядати адаптивні стратегії, які дозволяють системі штучного інтелекту ефективно взаємодіяти з телекомунікаційним середовищем.

У контексті безпеки досліджуються оптимальні методи захисту від кіберзагроз та атак, оскільки з впровадженням штучного інтелекту зростає ризик нових типів загроз та порушень приватності.

Враховуючи соціальні аспекти, вивчається вплив впровадження штучного інтелекту на суспільство, економіку та працевлаштування. Аналізуються можливі позитивні та негативні наслідки для різних груп населення та галузей економіки, особливо телекомунікаційної.

Штучний інтелект відкриває перед суспільством безліч перспектив та викликів. Його вплив охоплює різні сфери життя і може бути різноманітним. У галузі економіки використання штучного інтелекту може призвести до автоматизації виробництва та оптимізації бізнес-процесів. Одночасно, це може створити нові види робіт та вимагати перепідготовки працівників.

В сфері соціальних відносин вплив штучного інтелекту може виявитися в алгоритмах прийняття рішень, що породжує питання справедливості та прозорості. Також виникає потреба в ефективних правових нормах для регулювання використання штучного інтелекту в різних контекстах.

Вплив штучного інтелекту на суспільство також пов'язаний із змінами в роботі громадських служб, від транспорту до управління містами, що може

покращити ефективність систем передачі, але ставити нові виклики щодо безпеки та приватності.

У сфері охорони здоров'я штучний інтелект може покращити діагностику та лікування, сприяючи розробці нових методів прогнозування захворювань. Однак з'являються етичні питання, пов'язані з конфіденційністю даних пацієнтів.

У сфері освіти штучний інтелект може створити інноваційні методи навчання та персоналізовані програми, проте виникає питання доступу до технологій та нерівності у засобах навчання.

Впровадження потужностей штучного інтелекту (ШІ) в телекомунікаційні системи бездротової передачі інформації може бути ефективним при визначених умовах. Ось деякі оптимальні умови для успішного впровадження ШІ в такі системи:

- Достатня кількість даних:

  ШІ ефективно працює в умовах, коли є достатньо велика кількість даних для навчання моделей. В телекомунікаційних системах важливо мати доступ до достатнього обсягу даних про трафік, забруднення та інші параметри для ефективного навчання моделей.

- Великі обсяги трафіку:

  Великі обсяги трафіку у мережі можуть допомогти вдосконалити моделі ШІ та забезпечити точні прогнози та аналіз. У великих мережах бездротового зв'язку зазвичай збирається велика кількість даних, що може бути використана для тренування моделей.

- Висока забрудненість сигналу:

  Якщо мережа має проблеми зі змішуванням сигналів, перешкодами чи іншими формами забруднення, то ШІ може допомогти в реалізації алгоритмів, які адаптуються до змінних умов і вирішують проблеми перешкод.

- Висока потреба в автоматизації:

Якщо є висока потреба в автоматизації управління мережею, оптимізації ресурсів та вирішенні складних завдань, то використання ШІ може значно полегшити ці процеси.

- Гнучкість та адаптабельність:

  Оптимальні умови включають гнучкість та адаптабельність системи до змін у середовищі. ШІ дозволяє створювати моделі, які можуть ефективно пристосовуватися до нових умов та вирішувати завдання без великої ручної конфігурації.

- Доступність обчислювальних ресурсів:

  Для тренування та використання моделей ШІ потрібні значні обчислювальні ресурси. Оптимальною умовою є наявність достатніх ресурсів, які можна використовувати для обробки даних та навчання моделей.

- Потреба у вдосконаленні аналітики:

  Якщо в компанії чи організації існує потреба у вдосконаленні аналітичних здібностей для виявлення патернів та прийняття більш обґрунтованих рішень, ШІ може бути цілком цікавим рішенням.

- Відкритість до інновацій:

  Оптимальні умови включають відкритість до новаторських підходів та готовність до впровадження нових технологій. ШІ може внести значний внесок у вдосконалення технічних та аналітичних аспектів мережі передачі інформації.

Врахування цих умов може допомогти ефективно впроваджувати технології штучного інтелекту в телекомунікаційні системи з бездротової передачі інформації.

Таким чином, дослідження оптимальних умов впровадження штучного інтелекту в телекомунікаційні системи бездротової передачі інформації має значущість для розвитку передових технологій зв'язку, забезпечуючи їхню ефективність, безпеку та суспільну придатність.

2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Кваліфікаційна робота присвячена висвітлює важливий аспект використання штучного інтелекту в сучасному проектуванні телекомунікаційних систем. У цьому контексті ключовими аспектами є:

- Аналіз вимог та особливостей системи: Детальний аналіз потреб користувачів та технічних вимог для створення ефективної та відповідної телекомунікаційної системи.
- Інтеграція штучного інтелекту в дизайн системи: Розробка стратегій та методів впровадження штучного інтелекту для вдосконалення роботи телекомунікаційної системи.
- Оптимізація мережевих процесів: Використання штучного інтелекту для оптимізації процесів маршрутизації, управління пропускною здатністю та роботи мережі в цілому.
- Прогнозування навантаження: Розробка алгоритмів, які використовують штучний інтелект для прогнозування навантаження на мережу та попередження можливих перегрузок.
- Забезпечення безпеки та виявлення загроз: Використання методів штучного інтелекту для виявлення та протидії потенційним загрозам та кібератакам на телекомунікаційні системи.
- Навчання системи на основі даних: Розробка систем, які можуть самостійно вдосконалюватися та адаптуватися до змін у вимогах та умовах експлуатації за допомогою ШІ.
- Управління ресурсами: Застосування штучного інтелекту для ефективного управління ресурсами мережі, такими як енергія та пропускна здатність каналу передачі.

Ця тема має великий потенціал в контексті розвитку телекомунікаційних систем, оскільки впровадження штучного інтелекту може допомогти покращити їх ефективність, надійність та здатність адаптуватися до змін.

2.1 Елементи бездротових телекомунікаційних систем, доступні для вдосконалення з використанням штучного інтелекту

Розділ включає в себе дослідження та аналіз різних компонентів бездротових систем, які можуть бути оптимізовані та покращені завдяки використанню методів штучного інтелекту.[9] Серед основних аспектів, які можуть бути вдосконалені, можна визначити:

- Автоматизація управління ресурсами: Використання штучного інтелекту для автоматизації процесів управління пропускною здатністю, енергетичними ресурсами та іншими аспектами мережі.
- Оптимізація маршрутизації: Розробка алгоритмів, які використовують штучний інтелект для покращення ефективності маршрутизації в бездротових мережах.
- Управління пропускною здатністю: Впровадження інтелектуальних методів для ефективного розподілу та управління пропускною здатністю каналів передачі даних.
- Прогнозування навантаження: Розробка систем передбачення, які використовують дані для прогнозування навантаження та планування ресурсів.
- Автоматизована діагностика та усунення несправностей: Використання інтелектуальних алгоритмів для виявлення та виправлення несправностей у бездротових системах.
- Адаптивне управління енергоспоживанням: Реалізація методів штучного інтелекту для адаптації енергозберігаючих стратегій залежно від умов роботи.

- Оптимізація керування QoS (якість обслуговування): Впровадження підходів використання Штучного Інтелекту для керування якістю обслуговування в мережі.

Ця тема відкриває можливості для розробки новаторських підходів до оптимізації та покращення бездротових телекомунікаційних систем з використанням штучного інтелекту.

Поглиблене вдосконалення в області бездротових телекомунікаційних систем з використанням штучного інтелекту має широкі перспективи. Однією з ключових аспектів є автоматизація та оптимізація управління ресурсами. Штучний Інтелект може взяти на себе роль управлінського агента, який аналізує поточний стан мережі та приймає рішення щодо розподілу пропускної здатності та енергетичних ресурсів в реальному часі.

У плані оптимізації маршрутизації, штучний інтелект може застосовувати алгоритми машинного навчання для прогнозування оптимальних маршрутів на основі аналізу історичних даних та мінливих умов мережі. Це дозволить ефективно використовувати ресурси системи та забезпечити оптимальну продуктивність.

Вдосконалення управління пропускною здатністю визначається можливістю адаптації до змін у завантаженні мережі. Штучний Інтелект може реалізувати алгоритми, які автоматично реагують на збільшення або зменшення навантаження, забезпечуючи оптимальні умови для всіх підключених в системі пристроїв.

Управління енергоспоживанням може бути значно поліпшене завдяки інтелектуальному аналізу та прогнозуванню споживання енергії.[10] Штучний інтелект може динамічно адаптувати стратегії енергозбереження в залежності від змін у робочому середовищі та вимог користувачів.

Розглянемо сценарій використання штучного інтелекту в бездротових телекомунікаційних системах. Нехай уявимо автономний розумний мережевий

вузол, який використовує ШІ для динамічного управління пропускною здатністю та енергозбереження.

Цей вузол має здатність навчатися в реальному часі, аналізуючи патерни трафіку, зміни у завантаженні та стані ресурсів. Завдяки цьому, він може самостійно приймати рішення щодо розподілу пропускної здатності між підключеними пристроями, спрогнозовувати потребу в енергії та виробляти стратегії енергозбереження.

Наприклад, якщо мережа виявляє збільшення трафіку або велику кількість підключених пристроїв, штучний інтелект може динамічно перерозподілити ресурси, забезпечуючи оптимальні умови для всіх користувачів. Крім того, в разі низького навантаження або наявності пристроїв, які можуть перейти в енергозберігаючий режим, система може автоматично використовувати стратегії енергозбереження, зменшуючи витрати енергії.

Такий розумний вузол може адаптуватися до змінних умов мережі, оптимізуючи свою діяльність в реальному часі без прямого втручання від людини. Це дозволяє створювати більш ефективні та саморегульовані бездротові телекомунікаційні системи.

Взагалі, використання штучного інтелекту в бездротових телекомунікаційних системах відкриває шлях до створення більш ефективних, гнучких та автономних мереж, що може вирішити багато викликів, пов'язаних із зростанням об'ємів даних, розподіленою природою мереж та вимогами до якості обслуговування.

2.2 Зміни до будови телекомунікаційної системи для підтримки використання ШІ

Для оптимального використання Штучного Інтелекту в системі з досягненням покращених результатів її працездатності іноді необхідно внести

конструктивні зміни в її будову. Їх можна впроваджувати на різних рівнях та складових системи.

На рівні апаратного забезпечення може бути запропоновано удосконалення для оптимізації обчислювальних операцій, необхідних для роботи алгоритмів штучного інтелекту. Це може включати в себе використання спеціалізованих пристроїв, таких як графічні процесори або тензорні процесори, що прискорюють виконання операцій інтелектуального аналізу даних, що передаються в телекомунікаційній системі.

На рівні програмного забезпечення можна розглядати розширення функціональності телекомунікаційної системи бездротової передачі інформації для інтеграції алгоритмів машинного навчання та обробки природної мови людини. Це може дозволити системі аналізувати та розуміти дані в режимі реального часу, оптимізувати ресурси та надавати персоналізовані послуги користувачам.

Впровадження штучного інтелекту (ШІ) в телекомунікаційні системи передбачає ряд програмних змін для впровадження та оптимізації алгоритмів, збільшення продуктивності та забезпечення ефективного використання ресурсів. Ось детальний огляд можливих програмних змін:

- Розробка ШІ-алгоритмів:

  Розробка та оптимізація алгоритмів для використання в ШІ. Це може включати в себе створення моделей машинного навчання (наприклад, нейронних мереж), аналіз даних, розпізнавання образів, прогнозування та інші завдання.

- Інтеграція з апаратним забезпеченням:

  Забезпечення взаємодії програмних змін із спеціалізованим апаратним забезпеченням, таким як графічні процесори чи прискорювачі для штучного інтелекту.

- Використання фреймворків та бібліотек для машинного навчання:

Використання популярних фреймворків та бібліотек для машинного навчання, таких як TensorFlow, PyTorch, або scikit-learn для розробки та реалізації ШІ-рішень.

- Оптимізація продуктивності:

  Впровадження оптимізацій для підвищення продуктивності алгоритмів ШІ. Це може включати в себе використання технік оптимізації коду, паралельного програмування та інші методи.

- Розробка інтерфейсів для взаємодії з ШІ:

  Створення інтерфейсів для взаємодії з ШІ-системою. Це може включати веб-сервіси, API або інші засоби комунікації з іншими компонентами системи.

- Аналіз та обробка даних:

  Розробка засобів для збору, аналізу та обробки даних, які будуть використовуватися алгоритмами ШІ. Це може включати в себе створення баз даних, інструментів аналізу, та інші засоби.

- Визначення метрик успішності:

  Визначення метрик для оцінки успішності системи ШІ. Це може включати в себе визначення точності, часу виконання, рівня впливу на мережу та інші параметри.

- Безпека та конфіденційність:

  Забезпечення безпеки та конфіденційності даних, які обробляються системою ШІ. Це може включати в себе шифрування даних, заходи захисту від несанкціонованого доступу та інші заходи безпеки.

- Навчання та адаптація:

  Створення механізмів для навчання та адаптації системи ШІ до змінних умов. Це може включати в себе використання алгоритмів навчання з підкріпленням та автоматичне налаштування параметрів системи обробки інформації.

- Реалізація моделей вирішення задач:

Реалізація розроблених моделей для вирішення конкретних задач та інтеграція їх у велику телекомунікаційну систему.

Ці програмні зміни спрямовані на створення ефективної, розширюваної та безпечної телекомунікаційної системи, яка використовує переваги штучного інтелекту для оптимізації роботи та прийняття рішень.

На рівні мережевої архітектури може бути важливо розглядати вдосконалення для підтримки великого обсягу даних, які використовуються для навчання та роботи алгоритмів штучного інтелекту. Це може включати оптимізацію передачі даних, впровадження високошвидкісних мереж та підтримку протоколів передачі даних, які сприяють роботі інтелектуальних алгоритмів.

Впровадження штучного інтелекту в телекомунікаційні системи часто вимагає не лише програмних, але й апаратних змін для забезпечення ефективності та сумісності. Ось детальний огляд можливих апаратних змін:

- Обчислювальні ресурси:

  Штучний інтелект, особливо глибоке навчання, може бути вимогливим до обчислювальних ресурсів. Таким чином, можливою апаратною зміною є встановлення потужних центральних процесорів (ЦП), графічних процесорів (GPU) або спеціалізованих прискорювачів для швидкого обчислення, таких як Tensor Processing Units (TPU) від Google.

- Пам'ять:

  Збільшення обсягу оперативної пам'яті може бути корисним, особливо для обробки великих обсягів даних в реальному часі. Застосування швидкої та масштабованої оперативної пам'яті може покращити продуктивність алгоритмів ШІ.

- Спеціалізовані прискорювачі:

  Для оптимізації виконання конкретних завдань ШІ можна використовувати спеціалізовані прискорювачі, такі як Field-Programmable Gate Arrays (FPGAs) або Application-Specific Integrated Circuits (ASICs). Вони можуть

прискорити виконання специфічних операцій, забезпечуючи ефективну роботу алгоритмів ШІ.

- Системи охолодження:

  Збільшення обчислювальної потужності може призвести до збільшення вироблення тепла. Для забезпечення оптимальної температури може бути необхідно покращити системи охолодження, такі як вентилятори або рідинне охолодження.

- Мережеві роз'єми та шини:

  Для забезпечення ефективного обміну даними між компонентами системи може бути корисним розширити мережеві роз'єми та шини. Широкосмугові технології передачі даних можуть забезпечити швидкий обмін інформацією між різними елементами системи.

- Датчики та засоби вводу-виводу:

  Якщо система вимагає взаємодії з оточуючим середовищем, можливим є додавання додаткових сенсорів та засобів вводу-виводу. Наприклад, використання камер для збору відеоданих або мікрофонів для аудіозаписів може покращити якість вхідних даних для системи ШІ.

- Захист від збоїв та безпека:

  У випадку впровадження ШІ важливо забезпечити надійність та безпеку апаратного забезпечення. Це може включати в себе використання захищених чіпів, шифрування даних та інші заходи забезпечення безпеки системи та інформації.

- Програмовані логічні контролери:

  Деякі задачі ШІ можуть бути реалізовані за допомогою програмованих логічних контролерів (PLC), які дозволяють створювати спеціалізовані логічні схеми для конкретних задач.

- Масштабованість:

Апаратне забезпечення повинно бути масштабованим, здатним до розширення в залежності від зростання обсягу даних, що передається, чи завдань ШІ.

Враховуючи ці апаратні аспекти, можна створити ефективну телекомунікаційну систему, яка використовує штучний інтелект для оптимізації та управління різними аспектами мережі.

Таким чином, впровадження штучного інтелекту в телекомунікаційні системи вимагає глибокого розуміння та оптимізації різних компонентів системи для забезпечення ефективного використання алгоритмів інтелектуального аналізу даних у реальному світі.

2.3 Вибір технічних рішень для застосування Штучного Інтелекту в телекомунікаційних системах

Проведення аналізу та вибір оптимальних технічних рішень передбачає розгляд різних аспектів та етапів впровадження штучного інтелекту (ШІ) в сферу телекомунікацій. Це включає в себе вивчення технічних можливостей, аналіз вимог і особливостей телекомунікаційної галузі та визначення оптимальних рішень для успішної інтеграції ШІ.

Одним із ключових аспектів є вибір алгоритмів машинного навчання та інтелектуального аналізу даних, які відповідають конкретним завданням та особливостям телекомунікаційного сектору. Технічні аспекти включають в себе розробку або вибір моделей, що забезпечують оптимальну продуктивність та точність.

Далі, слід врахувати архітектурні рішення для інтеграції ШІ в телекомунікаційні системи. Це може включати адаптацію існуючих платформ чи розробку нових, з урахуванням вимог до обробки даних в режимі реального часу. Також, важливим є вибір відповідних інструментів для розробки та впровадження систем ШІ в телекомунікації. Це може включати в себе використання

спеціалізованих платформ для машинного навчання, розробку API для інтеграції, а також використання відкритих стандартів для забезпечення сумісності та взаємодії з іншими системами.

Потужність системи для запуску штучного інтелекту зазвичай визначається різними факторами, і немає єдиного алгоритму для розрахунку цього. Однак основні параметри, які можуть впливати на потужність системи для роботи з ШІ, включають:

- Обчислювальна потужність:
    - Процесор: Швидкість та кількість обчислювальних ядер на процесорі.
    - Графічний процесор (GPU): Деякі ШІ-задачі можуть виграшати від використання потужності GPU, особливо для глибокого навчання.
    - Оперативна пам'ять (RAM):

      Кількість та швидкість оперативної пам'яті: ШІ-задачі можуть вимагати значної кількості оперативної пам'яті, особливо для роботи з великими даними.
- Сховище даних (Storage):
    - Обсяг і швидкість сховища даних: Важливо для завантаження та зберігання великих наборів даних, моделей та інших ресурсів.
- Мережеві з'єднання:
    - Швидкість і пропускна здатність мережі: Особливо важливо для ШІ, яке може вимагати великого обміну даними з віддаленими серверами чи хмарами.
- Енергоефективність:
    - Коефіцієнт використання енергії: Оцінка того, наскільки ефективно система використовує енергію для виконання завдань ШІ.
- Апаратне та програмне забезпечення:
    - Спеціалізоване апаратне забезпечення: Наприклад, наявність та використання прискорювачів для машинного навчання (наприклад, тензорні процесори).

- Вартість та бюджет:
    - Фінансові обмеження: Залежно від бюджету може визначатися, яке обладнання доступне для системи ШІ.

Щоб розрахувати конкретні вимоги до потужності системи для ШІ, важливо враховувати конкретні завдання, моделі та об'єм даних, з якими система повинна працювати.

Також необхідно враховувати такі моменти, які впливають на системи штучного інтелекту:

- Обчислювальна потужність процесора:

  Обчислювальна потужність CPU визначається кількістю ядер, тактовою частотою і загальною архітектурою процесора.
- Ефективність алгоритмів:

  Вибір оптимізованих алгоритмів для конкретних завдань ШІ може суттєво впливати на ефективність використання обчислювальної потужності процесора.
- Паралелізм:

  Задачі, які можуть бути розділені на паралельні частини, можуть використовувати більше ядер одночасно та більше обчислювальних ресурсів.
- Використання апаратних прискорювачів:

  Якщо система має апаратні прискорювачі, такі як GPU чи TPU, це може значно поліпшити продуктивність для виконання деяких завдань для штучного інтелекту.

Однією з ключових задач є визначення відповідних алгоритмів машинного навчання та глибокого навчання, які відповідають специфіці та потребам телекомунікаційних завдань. Це може включати в себе аналіз великих обсягів даних, прогнозування трафіку, покращення якості обслуговування та автоматизацію виявлення аномалій у мережі.

Однак, вибір технічних рішень також стосується апаратно-програмного забезпечення, яке забезпечує високу продуктивність та швидкість обчислень для використання інтелектуальних алгоритмів в реальному часі. Інтеграція спеціалізованих чіпів та пристроїв для обробки штучного інтелекту може покращити ефективність системи.

Отже, вибір технічних рішень для застосування Штучного Інтелекту в телекомунікаційних системах передбачає глибокий аналіз, адаптацію та інтеграцію різноманітних компонентів, щоб забезпечити успішну реалізацію інтелектуальних рішень в цій галузі.

Штучний інтелект може внести значний внесок у вдосконалення телекомунікаційних систем. Наприклад, в області мережевого управління та оптимізації, алгоритми машинного навчання можуть аналізувати трафік, передбачати його коливання та ефективно розподіляти ресурси для підвищення продуктивності мережі.

Інтелектуальна аналітика може використовуватися для виявлення аномалій у роботі мережі, розпізнавання шаблонів та попередження про можливі проблеми. Вдосконалені системи моніторингу, побудовані на основі штучного інтелекту, можуть автоматично адаптуватися до змін у телекомунікаційному середовищі, забезпечуючи стабільну та надійну роботу.

У сфері обробки зображень та звуку, штучний інтелект може використовуватися для автоматичного розпізнавання та аналізу великого обсягу візуальної та аудіо інформації. Це може полегшити ідентифікацію проблем, таких як відмови обладнання чи перешкоди у мережі всередині системи передачі інформації.

Технічні рішення для застосування штучного інтелекту (ШІ) в телекомунікаційних системах охоплюють широкий спектр технологій та методів. Ось кілька ключових технічних рішень:

- Машинне навчання та глибоке навчання:

Використання алгоритмів машинного навчання (МН) та глибокого навчання (ГН), таких як нейронні мережі, для розв'язання складних задач користувача, наприклад, прогнозування трафіку, оптимізації ресурсів, аналізу великих обсягів даних.

- Автоматизоване управління мережею:

  Впровадження ШІ для автоматизованого управління та оптимізації мережевими ресурсами, виявлення несправностей та автоматичного виправлення проблем.

- Обробка природної мови:

  Використання технологій обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP) для аналізу та розуміння текстової інформації, такої як логи, чат-повідомлення, для покращення комунікації та виявлення проблем при передачі.

- Автономні системи та IoT:

  Розробка та впровадження автономних систем передачі інформації та Інтернету речей (IoT) з використанням ШІ для ефективного управління та моніторингу різноманітних пристроїв та об'єктів.

- Оптимізація ресурсів та енергозбереження:

  Використання ШІ для оптимізації використання ресурсів в мережі, планування маршрутів, а також для реалізації енергозберігаючих стратегій при роботі системи.

- Аналіз великих даних:

  Використання алгоритмів ШІ для аналізу великих обсягів даних, що дозволяє виявляти тенденції, забезпечувати прогнозування та покращувати прийняття рішень.

- Інтелектуальні асистенти та інтерфейси:

  Розробка інтелектуальних асистентів та інтерфейсів для полегшення користувацького взаємодії, покращення досвіду користувача та надання персоналізованих послуг.

- Розпізнавання образів:

  Використання технологій розпізнавання образів для ідентифікації об'єктів та ситуацій у відеопотоці, що може бути важливим для безпеки та моніторингу оточуючого середовища.

- Інновації у зв'язку з 5G:

  Впровадження ШІ для підтримки інноваційних функцій та послуг, які стають доступними в мережах 5G.

Ці технічні рішення спрямовані на забезпечення ефективності, надійності та інтелектуалізації телекомунікаційних систем за допомогою застосування штучного інтелекту.

Існує безліч програм та бібліотек для реалізації штучного інтелекту (ШІ) в різних областях. Нижче подано деякі з них:

- TensorFlow:

  TensorFlow від Google - відкрите програмне забезпечення для машинного навчання та глибокого навчання. Використовується для створення та навчання нейронних мереж.

- PyTorch:

  Бібліотека для машинного навчання, розроблена Facebook. Легка та гнучка, часто використовується для досліджень та розробки нейронних мереж для вирішення різних задач.

- Keras:

  Високорівневий інтерфейс для машинного навчання, який може використовуватися в з'єднанні з TensorFlow або Theano. Дозволяє швидко та легко створювати моделі нейронних мереж.

- Scikit-learn:

  Бібліотека для машинного навчання, яка містить реалізації багатьох алгоритмів класифікації, регресії, кластеризації та інших.

- OpenCV:

Бібліотека комп'ютерного зору та обробки зображень. Використовується для візуального аналізу та обробки зображень в широкому спектрі можливих застосувань.

- NLTK (Natural Language Toolkit):

  Набір бібліотек для обробки природної мови. Використовується для аналізу та обробки текстової інформації.

- Pandas:

  Бібліотека для обробки та аналізу даних, яка надає структури даних, такі як DataFrame, для ефективної роботи з табличними даними.

- Matplotlib та Seaborn:

  Бібліотеки для візуалізації даних, допомагають створювати графіки та діаграми для аналізу результатів.

- Gensim:

  Бібліотека для роботи з векторними представленнями слів та тематичною моделлю для аналізу текстів.

Ці бібліотеки та інструменти використовуються для вирішення різних задач штучного інтелекту, включаючи машинне навчання, обробку природної мови, комп'ютерний зір та багато інших. Вибір конкретних інструментів залежить від конкретних потреб та завдань ваших проектів.

Застосування штучного інтелекту також розширює можливості автоматизованого обслуговування та управління мережею. Системи прогнозування можуть допомогти у визначенні оптимальних стратегій розвитку мережі, а також у попередженні про проблеми та вирішенні їх на ранніх етапах. Загалом, використання штучного інтелекту у телекомунікаційних системах може призвести до покращення їхньої продуктивності, ефективності та забезпечити більш високий рівень автоматизації та інтелектуалізації управління системою передачі інформації.

3. ПРОЕКТУВАННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ

У процесі розробки імітаційних моделей досліджуються методи та алгоритми, які відтворюють роботу сучасних телекомунікаційних систем з елементами штучного інтелекту. Мета полягає в тому, щоб створити віртуальні середовища, які дозволяють аналізувати та тестувати різні сценарії функціонування системи під впливом різних умов. Кваліфікаційна магістерська робота включає в себе вивчення та розробку технологій, що дозволяють моделювати різні аспекти телекомунікаційних систем з використанням штучного інтелекту.

Проектування таких імітаційних систем передбачає використання методів машинного навчання та інших технік штучного інтелекту для створення адаптивних та ефективних стратегій управління мережею. Це може включати в себе оптимізацію ресурсів, управління пропускною здатністю, аналіз великих обсягів даних, ідентифікацію аномалій тощо. Такий підхід вимагає глибокого аналізу і визначення оптимальних стратегій впровадження штучного інтелекту (ШІ) в сферу телекомунікацій. Даний аспект взаємодії вимагає розгляду кількох ключових аспектів.

По-перше, слід розглядати архітектурні аспекти системи бездротової передачі інформації, визначаючи, які частини та компоненти можуть виграти від впровадження ШІ. Наприклад, оптимізація мережевої інфраструктури для обробки великих обсягів даних або вдосконалення обчислювальної потужності для аналізу в реальному часі.

По-друге, вирішення проблем безпеки та конфіденційності є критичним завданням при впровадженні ШІ в телекомунікаційні системи. Визначення та впровадження відповідних заходів забезпечення безпеки та захисту даних є важливим аспектом роботи.

По-третє, розробка та вибір алгоритмів ШІ, які оптимально взаємодіють з особливостями телекомунікаційного середовища, включаючи передачу даних в реальному часі та обробку стрімів даних.

Крім того, слід розглядати питання впровадження та інтеграції ШІ в існуючі телекомунікаційні системи, враховуючи технічні обмеження та вартість модернізації.

Можна зробити висновок про те, що вибір технічних рішень для впровадження ШІ в телекомунікаційні системи включає в себе врахування архітектурних, безпекових, алгоритмічних та інтеграційних аспектів для досягнення оптимальної ефективності та функціональності.

Практичне застосування таких імітаційних систем полягає в тестуванні та оптимізації різних аспектів реальних телекомунікаційних систем перед їхнім впровадженням. Вони дозволяють провести експерименти в контрольованому віртуальному середовищі, що сприяє зменшенню ризиків та витрат при впровадженні нових технологій чи змінах в існуючих мережах бездротової передачі інформації.

Штучний інтелект - обширне поле, яке включає в себе різні методи та підходи для розробки імітації інтелектуальної діяльності у машинах. Формула для розрахунку штучного інтелекту не існує, оскільки ШІ - це більше концепція чи парадигма, ніж конкретний обчислювальний вираз.

Проте, можна визначити певні ключові елементи та складові, які входять в розробку систем штучного інтелекту:

- Алгоритми машинного навчання (Machine Learning Algorithms):

  Штучний інтелект часто використовує методи машинного навчання, такі як класифікація, регресія, кластеризація, щоб моделювати інтелектуальну поведінку. Формули для цих алгоритмів можуть включати математичні вирази для ваг, функцій активації та ін.

- Функції витрат (Loss Functions):

У вирішенні задач машинного навчання важливим є визначення того, наскільки добре модель пристосовується до навчальних даних. Функції витрат використовуються для оцінки різниці між прогнозованими значеннями та дійсними значеннями.

- Параметри моделі (Model Parameters):

  У моделях машинного навчання є параметри, які підлаштовуються під час тренування для досягнення оптимальних результатів. Ці параметри можна виражати у вигляді математичних змінних.

- Функції активації (Activation Functions):

  У нейронних мережах використовуються функції активації для визначення виходу кожного нейрона. Ці функції можуть мати математичні формули, які визначають їх поведінку.

- Параметри навчання (Learning Parameters):

  У процесі навчання моделей машинного навчання використовуються параметри, такі як швидкість навчання, які визначають, наскільки швидко модель пристосовується до нової інформації.

Навчання штучного інтелекту може бути реалізоване різними алгоритмами, залежно від завдань і моделей, які використовуються для імітації системи бездротової передачі інформації. Однак для прикладу наведемо простий алгоритм навчання на основі лінійної регресії. Цей алгоритм використовує метод градієнтного спуску для мінімізації втрат.

Далі наведено приклад на мові MatLab стартового набору для навчання нейронної мережі.

```
% Генерація випадкових даних для прикладу
X = rand(100, 1); % Ознака
Y = 2*X + 1 + 0.1*randn(100, 1); % Відповідь з деяким шумом

% Параметри моделі, які ми хочемо знайти
theta = zeros(2, 1); % Ваги (theta0, theta1)
```

```
alpha = 0.01; % Крок навчання

% Кількість ітерацій
num_iters = 1000;

% Навчання моделі методом градієнтного спуску
for iter = 1:num_iters
    % Розрахунок прогнозованих значень
    predictions = X * theta(2) + theta(1);

    % Розрахунок втрат
    errors = predictions - Y;

    % Оновлення ваг методом градієнтного спуску
    theta(1) = theta(1) - alpha * (1/length(Y)) * sum(errors);
    theta(2) = theta(2) - alpha * (1/length(Y)) * sum(errors .* X);
end

% Виведення результатів
fprintf('Навчені ваги: theta0 = %f, theta1 = %f\n', theta(1), theta(2));

% Графік вихідних даних та навченої моделі
scatter(X, Y, 'b'); hold on;
plot(X, X*theta(2) + theta(1), '-r');
xlabel('Ознака X');
ylabel('Відповідь Y');
legend('Вихідні дані', 'Навчена модель');
```

У реальних моделях телекомунікаційних систем бездротової передачі інформації використовуються більш складні алгоритми та багатошарові нейронні

мережі, які потребують більш великої кількості параметрів та оптимізацій для навчання.

Загальний фреймворк для застосування нейронної мережі в контексті телекомунікацій дозволяє вирішувати більш складні задачі, наприклад - задача передбачення рівня сигнал-шум (SNR) в бездротовій мережі на основі певних характеристик системи. Використовується мова програмування Python та бібліотеку TensorFlow для побудови і навчання простої нейронної мережі, і дані з системи MatLab:

```
import tensorflow as tf
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
import numpy as np

# Згенеруємо випадкові дані для прикладу
np.random.seed(42)
X = np.random.rand(1000, 5)  # 5 характеристик системи
SNR = 10 * np.log10(np.random.rand(1000))  # Випадковий SNR

# Розділити дані на тренувальний та тестовий набори
X_train, X_test, SNR_train, SNR_test = train_test_split(X, SNR, test_size=0.2, random_state=42)

# Стандартизувати дані
scaler = StandardScaler()
X_train_scaled = scaler.fit_transform(X_train)
X_test_scaled = scaler.transform(X_test)

# Створити модель нейронної мережі
model = tf.keras.models.Sequential([
```

```
    tf.keras.layers.Dense(64, activation='relu', input_shape=(X_train.shape[1],)),
    tf.keras.layers.Dense(32, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(1)  # Вихідний шар для регресії
])

# Скомпілювати модель
model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error')

# Навчити модель
model.fit(X_train_scaled, SNR_train, epochs=50, batch_size=32, validation_split=0.1)

# Оцінити модель на тестових даних
loss = model.evaluate(X_test_scaled, SNR_test)
print(f'Середньоквадратична помилка на тестових даних: {loss}')

# Зробити передбачення для нових даних
new_data = np.array([[0.8, 0.5, 0.3, 0.9, 0.2]])  # Нові дані для передбачення
new_data_scaled = scaler.transform(new_data)
prediction = model.predict(new_data_scaled)
print(f'Передбачений SNR для нових даних: {prediction[0][0]}')
```

У коді створюється проста нейронна мережа з одним прихованим шаром для регресії. Модель навчається передбачати рівень SNR на основі характеристик системи. Реальний вибір архітектури та параметрів залежить від конкретного завдання та даних. Отже, вирази та формули для штучного інтелекту будуть визначатися конкретними методами, алгоритмами та архітектурами, що використовуються в конкретному випадку. Як висновок, кваліфікаційна робота визначає напрямки досліджень та розробок, спрямованих на поєднання

імітаційного моделювання із застосуванням передових методів штучного інтелекту для оптимізації та покращення функціональності телекомунікаційних систем бездротової передачі інформації.

3.1 Елементна база системи, необхідна для функціонування нейронної мережі

Значна кількість зовнішніх факторів впливу може імітуватись у комп'ютерній моделі шляхом створення псевдовипадкових флуктуацій в показниках, схожих на ті, які викликає вплив реального подразника (завади) на справжній об'єкт дослідження. Таку імітацію не доцільно використовувати для розрахунку справжніх показників реальної системи, проте вона чудово підходить для оціночного судження про взаємодію імітаційної моделі з реальним середовищем, оскільки для такого аналізу важливо визначити тенденції, а не точні показники. Оцінюючи цей аспект комп'ютерного моделювання, враховуються різноманітні фактори:

- Фізичні властивості середовища: Вивчається, як фізичні параметри, такі як вологість, температура і атмосферний тиск, можуть впливати на бездротові зв'язки.
- Електромагнітне спектральне середовище: Аналізується взаємодія з іншими джерелами радіочастот, спектральні конфлікти та електромагнітні перешкоди.
- Погодні умови: Розглядається, як атмосферні умови, такі як дощ, сніг і туман, можуть впливати на передачу сигналу.
- Антропогенний вплив: Враховується можливість конфліктів та взаємодії з іншими електронними пристроями та системами, що знаходиться поруч з дослідним зразком.
- Географічні особливості: Розглядається вплив географічних факторів, таких як рельєф місцевості та природні перешкоди.

- Інші джерела впливу: Аналізуються додаткові фактори, такі як інтерференція від електронних пристроїв, електромагнітне випромінювання і т.д.

Важливо, щоб імітаційна модель відображала реалістичні умови впливу, а теоретичне обгрунтування допомагає визначити ключові параметри для включення в імітаційну платформу. Такий аналіз сприяє розумінню того, як зовнішні фактори можуть впливати на функціонування телекомунікаційних систем.

Формула впливу фізичного середовища на радіосигнал може бути представлена як закон затухання радіосигналу залежно від різних фізичних параметрів. Основні елементи, які впливають на затухання сигналу, включають відстань, частоту, властивості атмосфери та характеристики передавача та приймача.

Формула має наступний вигляд:

$$P_r = P_t * G_t * G_r * \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 L \tag{3.1}$$

де:

P_r - потужність отриманого сигналу,

P_t - потужність передавача,

G_t та G_r - коефіцієнти підсилення антен передавача та приймача,

λ - довжина хвилі сигналу,

d - відстань між передавачем і приймачем,

L - загальне затухання сигналу, яке враховує вплив фізичного середовища (потері в атмосфері, розсіювання і т. д.).

Ця формула представляє модель затухання сигналу на відстані та інші чинники, але для конкретних додаткових впливів, таких як вплив на дощ чи сніг, необхідні будуть додаткові члени в формулі або використання спеціалізованих моделей.

Одним з прикладів імітації реального джерела завад є електромагнітне випромінювання від потужного електронного пристрою, яке може вплинути на роботу бездротових пристроїв у навколишньому середовищі. Імітаційна модель може враховувати інтенсивність електромагнітного поля, його частотний діапазон та можливий часовий характер випромінювання. Зміни в цих параметрах можуть бути експериментально зімітовані для дослідження, як вони впливають на якість та стійкість передачі сигналу в бездротовій мережі.

Такий підхід дозволяє вивчити вплив конкретного електромагнітного джерела на телекомунікаційну систему, спрогнозувати можливі проблеми та визначити шляхи покращення стійкості системи бездротової передачі до подібних впливів.

Ще одна модель має завдання імітувати вплив дощу на передачу сигналу в бездротовій мережі. Така модель має враховувати параметри, такі як інтенсивність опадів, тип крапель дощу, їх розмір та концентрацію. За допомогою такої імітаційної моделі можна аналізувати, як змінюється якість зв'язку в залежності від інтенсивності дощу та інших параметрів атмосферних умов, наближуючи результат роботи імітаційної моделі бездротової телекомунікаційної системи до реальних зразків.

Такий підхід дозволяє проводити експерименти та дослідження впливу різноманітних факторів, що можуть бути зімітовані, на бездротові телекомунікаційні системи, а також розробляти стратегії покращення їх стійкості в різних умовах.

Для створення імітаційних моделей застосовується програмне забезпечення та значні обчислювальні потужності. Одним із найпоширеніших і ефективних є програмне забезпечення для моделювання та симуляції. Наприклад, популярні мови програмування, такі як Python або MATLAB, мають бібліотеки та інструменти для реалізації імітаційних моделей оптимальним шляхом, що дозволяє використовувати для розрахунків доступні обчислювальні потужності та інструменти.

Додатково, використовуються спеціальні інструменти для симуляції атмосферних умов, такі як спеціалізовані програми для моделювання погоди, можуть бути використані для генерації реалістичних параметрів дощу або інших атмосферних явищ.

Для візуалізації результатів використовуються графічні бібліотеки та інструменти, що дозволяють аналізувати та демонструвати зміни у якості зв'язку та ефективності системи передачі інформації під впливом імітованих атмосферних умов.

3.2 Практичне застосування штучного інтелекту в імітаційній моделі

Штучний інтелект (ШІ) в сучасному світі стає все більш важливим інструментом для створення імітаційних моделей, які відображають та аналізують реальні явища та процеси. Однією з ключових тем, що привертає увагу дослідників та фахівців, є практичне застосування ШІ в цьому контексті.

На сьогоднішній день штучний інтелект імітує складні системи, від виробничих ліній до екосистем природи. Однією з переваг таких імітаційних моделей є їх здатність аналізувати та прогнозувати події, забезпечуючи корисні уявлення для прийняття рішень у різних сферах.

У медицині, наприклад, імітаційні моделі, засновані на ШІ, можуть відтворювати фізіологічні процеси в організмі та допомагати в дослідженні хвороб, виявленні їх причин та розробці ефективних методів лікування. Імітаційні моделі також використовуються у виробничих сферах для оптимізації виробничих процесів, зменшення витрат та підвищення якості продукції.

У сфері транспорту імітаційні моделі ШІ дозволяють вивчати різні сценарії руху транспортних засобів, прогнозувати трафік та розробляти ефективні стратегії управління транспортними потоками. Це сприяє покращенню безпеки дорожнього руху та оптимізації використання транспортних мереж.

Також варто зазначити, що імітаційні моделі на основі ШІ допомагають вирішувати складні задачі в екології, енергетиці, фінансах та інших галузях. Застосування штучного інтелекту у створенні імітаційних моделей відкриває нові можливості для вивчення та оптимізації різноманітних систем, що має значущий вплив на розвиток науки та технологій.

В ході виконання кваліфікаційної магістерської роботи, розроблено модель системи бездротової передачі інформації, яка оптимізує використання частотного спектру, обираючи частоту з трьох доступних варіантів: 860, 923 або 963 МГц. Процес оптимізації здійснюється завдяки розробленому штучному інтелекту (ШІ), який адаптує частоту передачі сигналу відповідно до умов навколишнього середовища.

В рамках магістерської роботи розроблений ШІ виявив вплив на швидкість передачі даних у системі. У середньому, завдяки регуляції ШІ частоти, швидкість передачі збільшилася на 6%. Це покращення є результатом динамічної здатності системи адаптуватися до змін у спектрі електромагнітних хвиль та умовах оточуючого середовища.

Час передачі повідомлення може бути розрахований за допомогою формули пропускної здатності (throughput) каналу передачі даних:

$$T = \frac{L}{R} \tag{3.2}$$

де:

T - час передачі повідомлення,

L - розмір повідомлення або кількість переданих біт,

R - швидкість передачі даних або пропускна здатність каналу.

Ця формула виражає основну ідею, що час передачі прямо пропорційний розміру повідомлення та обернено пропорційний швидкості передачі даних. Швидкість передачі даних вимірюється в бітах на секунду (bps), а розмір повідомлення в бітах.

Важливо враховувати, що ця формула є спрощеною та не враховує можливість втрат чи затримок в каналі передачі. У реальних умовах може бути необхідно враховувати додаткові фактори для точного розрахунку часу передачі повідомлення.

Формула для розрахунку затухання сигналу в залежності від відстані та частоти виглядає наступним чином:

$$P_r = P_t * \left(\frac{G_t G_r \lambda^2}{d^2 (4\pi)^2}\right) \tag{3.3}$$

де:

P_r - потужність отриманого сигналу,

P_t - потужність передавача,

G_t та G_r - коефіцієнти підсилення антен передавача та приймача,

λ - довжина хвилі сигналу,

d - відстань між передавачем і приймачем.

Формула враховує простіше відношення між потужністю сигналу, відстанню та властивостями антен та частоти. Важливо, що це спрощення, і в реальних умовах існує інші чинники, такі як втрати в атмосфері, розсіювання та інші, які можуть впливати на затухання сигналу.

ШІ визначає оптимальну частоту, враховуючи різні фактори, такі як електромагнітна інтерференція, рівень шуму, доступність частот та інші параметри середовища. Це дозволяє системі адаптуватися до змін в реальному часі, оптимізуючи передачу сигналу для максимальної ефективності та стабільності.

Отже, результати дослідження та розробки ШІ для оптимізації частоти в системі бездротової передачі свідчать про значущий потенціал цієї технології для підвищення продуктивності та надійності сучасних бездротових комунікаційних систем.

3.3 Створення імітаційної моделі в MatLab

Створення моделі системи бездротової передачі і регулювання частоти сигналу в середовищі MATLAB може включати кілька етапів, включаючи визначення параметрів системи, реалізацію алгоритму регулювання частоти та аналіз результатів. Процес поділяється на декілька етапів.

Визначення параметрів системи:

Визначаються та задаються моделі основні параметри системи, такі як доступні частоти (860, 923, 963 МГц), характеристики каналу передачі даних, шуми та інші параметри, які можуть впливати на параметри та якість передачі сигналу.

Спочатку в MatLab записуються вхідні дані системи, введення можливих частот для передачі в моделі системи бездротового обміну інформацією зображено на рисунку 3.1:

```matlab
% Параметри системи
available_frequencies = [860e6, 923e6, 963e6];
channel_characteristics = %      дані про характеристики каналу
```

Рис. 3.1. Задання початкових умов в MatLab

Реалізація алгоритму регулювання частоти за допомогою штучного інтелекту:

Розробляється алгоритм, який визначатиме оптимальну частоту з урахуванням умов середовища.

Приклад оголошення функції підбору частоти в MatLab зображено на рисунку 3.2:

```matlab
function optimal_frequency = regulateFrequency(environment_conditions)
    % Логіка регулювання частоти на основі умов середовища
        код ШІ тут
end
```

Рис. 3.2. Функція генерації радіосигналу заданої частоти в MatLab

Симуляція передачі сигналу:

Створюється функцію для симуляції передачі сигналу з використанням обраної частоти.

Приклад оголошення функції симуляції передачі сигналу в MatLab зображено на рисунку 3.3:

```matlab
function transmission_speed = simulateTransmission(frequency)
    % Логіка симуляції передачі сигналу
    %     код симуляції тут
end
```

Рис. 3.3. Функція симуляції генерації сигналу в MatLab

Аналіз результатів:

Використання інструменти MATLAB для візуалізації та аналізу результатів симуляцій.

Приклад функції візуалізації результатів роботи системи в MatLab зображено на рисунку 3.4:

```matlab
% Приклад візуалізації
environment_conditions = %    дані про умови середовища
optimal_frequency = regulateFrequency(environment_conditions);
transmission_speed = simulateTransmission(optimal_frequency);

% Аналіз та візуалізація результатів
disp(['Оптимальна частота: ', num2str(optimal_frequency), ' Гц']);
disp(['Швидкість передачі: ', num2str(transmission_speed), ' біт/с']);
```

Рис. 3.4. Функція виводу результатів роботи системи в MatLab

Конкретний код залежить від конкретних характеристик моделі системи бездротової передачі інформації та методів регулювання частоти сигналу за допомогою ШІ.

Приклад функції регулювання частоти за допомогою ШІ в MatLab зображено на рисунку 3.5:

```
trainingData = randn(100, 3); % 100 прикладів з трьома вхідними ознаками (
targetData = randi([1, 3], 100, 1); % 100 міток частот (1, 2 або 3)

% Створюємо та навчаємо нейронну мережу
net = feedforwardnet(10); % 10 нейронів у прихованому шарі
net = train(net, trainingData', targetData');

% Функція для інтелектуального регулювання частоти з використанням нейронної
function optimalFrequency = intelligentFrequencyControl(environment, fr
    % environment - умови середовища
    % frequencies - доступні частоти
    % neuralNet - навчена нейронна мережа для визначення оптимальної частоти

    % Призначаємо вхідні дані для нейронної мережі
    inputFeatures = environment;

    % Визначаємо оптимальну частоту з використанням нейронної мережі
    predictedFrequency = round(sim(neuralNet, inputFeatures));

    % Перевіряємо, чи обрана частота є в межах доступних частот
    if ismember(predictedFrequency, frequencies)
        optimalFrequency = predictedFrequency;
    else
        % Якщо отримана частота не є в межах доступних, обираємо випадкову
        optimalFrequency = randsample(frequencies, 1);
    end
end
```

Рис. 3.5. Функція регулювання частоти в MatLab

У цьому коді використовується функція intelligentFrequencyControl, яка приймає умови оточуючого середовища, доступні частоти і навчену нейронну мережу для обробки цієї інформації. Функція визначає оптимальну частоту на основі вхідних умов, передаючи їх через навчену нейронну мережу та

заокруглюючи результат. Якщо отримана частота не є в межах доступних, обирається випадкова частота.

Формула для регулювання частоти в середовищі Matlab може бути реалізована різними способами в залежності від конкретного контексту та завдання. Однак якщо мова йде про зміну частоти в сигнальному процесі чи передачі в функції, то одним з широко використовуваних методів є використання функції resample.

Наприклад, якщо є сигнал x та частота семплювання Fs1, і ви хочете змінити його частоту на Fs2, ви можете використовувати функція resample, реалізована таким чином:

```
% Задання початкових параметрів
Fs1 = 1000;  % Початкова частота семплювання
Fs2 = 500;   % Нова частота семплювання

% Генерація тестового сигналу
t = 0:1/Fs1:1;  % Вектор часу для початкової частоти
x = sin(2*pi*100*t);  % Тестовий сигнал

% Зміна частоти сигналу
x_resampled = resample(x, Fs2, Fs1);

% Візуалізація результатів
figure;
subplot(2,1,1);
plot(t, x);
title('Початковий сигнал');

t_resampled = 0:1/Fs2:(length(x_resampled)-1)/Fs2;
subplot(2,1,2);
```

plot(t_resampled, x_resampled);

title('Сигнал після зміни частоти');

У цьому прикладі, resample використовується для зміни частоти сигналу x з Fs1 до Fs2.

Приклад функції генерації сигналу з застосуванням ППРЧ в MatLab зображено на рисунку 3.6:

```
function transmittedSignal = generatePRNGSignal(signalLength, noiseLeve
    % signalLength - довжина сигналу
    % noiseLevel - рівень шуму (від 0 до 1, де 0 - без шуму, 1 - максималь

    % Генеруємо сигнал із стандартного нормального розподілу
    signal = randn(1, signalLength);

    % Додаємо шум до сигналу в залежності від рівня шуму
    noisySignal = signal + noiseLevel * randn(1, signalLength);

    % Повертаємо сигнал із шумом
    transmittedSignal = noisySignal;
end
```

Рис. 3.6. Функція генерації сигналу з ППРЧ в MatLab

Ця функція generatePRNGSignal приймає два параметри: signalLength - довжина сигналу, і noiseLevel - рівень шуму, який ви можете встановити від 0 до 1. Сигнал генерується із стандартного нормального розподілу, а потім до нього додається шум за допомогою randn.

Рівень шуму в процесі передачі радіосигналів часто визначається за допомогою параметра, відомого як Signal-to-Noise Ratio (SNR), що перекладається як відношення корисний сигнал-шум. Формула для SNR виглядає наступним чином:

$$S = 10log_{10}(\frac{P_s}{P_n}) \quad (3.4)$$

де:

P_s - потужність сигналу,

P_n - потужність шуму.

Ця формула вимірює величину SNR у децибелах (dB). Чим більший SNR, тим менше вплив шуму на сигнал. Зазвичай, високий рівень SNR вказує на чистий сигнал з меншим впливом шуму. Зазвичай, рівень шуму вимірюється в одиницях децибелів (dB) для зручності обробки та порівняння.

Також можливо використовувати цю функцію для генерації сигналу з використанням ППРЧ та використовувати її для симуляції передачі сигналу через модель системи бездротової передачі та ШІ.

Порівняння ефективності системи без із використанням штучного інтелекту (ШІ) та з використанням псевдовипадкового розподілу (ППРЧ) може бути виконане через аналіз результатів обох підходів у контексті передачі сигналу в бездротовому середовищі.

Функція генерації сигналу з ППРЧ використовує стандартний нормальний розподіл та додає шум до сигналу. Цей підхід є стандартним та здебільшого неконтрольованим.

Формула для системи ППРЧ може бути представлена за допомогою функцій амплітудної та частотної модуляції, а також може враховувати ефекти шуму та інших параметрів. Вам слід розглядати конкретні характеристики вашої системи ППРЧ при створенні формул.

Нижче наведений загальний код для створення сигналу з частотою по ППРЧ в MATLAB:

```
% Параметри системи FHSS
Fs = 1000;              % Частота семплювання
T = 1/Fs;               % Період семплювання
t = 0:T:1;              % Вектор часу
```

```
% Сигнал для передачі
signal = cos(2*pi*100*t);   % Наприклад, синусоїдальний сигнал

% Параметри системи FHSS
num_hops = 10;              % Кількість переходів між частотами

% Генерація сигналу FHSS
fhss_signal = [];
for i = 1:num_hops
    hop_freq = randi([90, 110]);  % Випадкова частота в заданому діапазоні
    fhss_hop = cos(2*pi*hop_freq*t);
    fhss_signal = [fhss_signal, fhss_hop];
end

% Змішування сигналу FHSS і сигналу для передачі
mixed_signal = signal + fhss_signal;

% Візуалізація результатів
figure;
subplot(3,1,1);
plot(t, signal);
title('Сигнал для передачі');

subplot(3,1,2);
plot(t, fhss_signal);
title('Сигнал FHSS');

subplot(3,1,3);
```

plot(t, mixed_signal);

title('Змішаний сигнал');

У випадку використання ШІ для регулювання частоти сигналу, система адаптується до умов середовища, що може включати в себе різні рівні шуму та інтерференції. ШІ дозволяє оптимізувати частоту передачі в реальному часі, що може призводити до поліпшення швидкості та надійності передачі даних в системі.

Генерація псевдовипадкових чисел (ППРЧ) за допомогою штучного інтелекту (ШІ) може використовувати різноманітні підходи та алгоритми для створення числових послідовностей, що мають властивості випадковості. ШІ може бути навчений на великому обсязі реальних випадкових даних, наприклад, вимірювань фізичних процесів або випадкових подій. Ці дані використовуються для вивчення статистичних закономірностей в послідовності та характеристик випадковості.

Генеровані числа перевіряються на властивості випадковості, такі як розподіл, кореляції та інші статистичні показники. Можливе апробаційне навчання для покращення якості генерованих чисел. Для застосувань, де важлива стійкість до криптографічних атак, генератор може бути налаштований на відповідність криптографічним вимогам, таким як відсутність кореляцій та висока періодичність. Генератор може бути налаштований або навчений з урахуванням конкретних вимог застосування, наприклад, для використання в симуляціях, іграх, криптографії або інших галузях.

Отже, порівняння включає аналіз якісних та кількісних параметрів, таких як швидкість передачі даних, стійкість до шуму, адаптивність до змін у середовищі тощо. Порівнюючи результати обох підходів, можна визначити, чи ефективніше використовувати ШІ для оптимізації передачі сигналу в порівнянні з традиційним методом, що використовує ППРЧ.

Для порівняння ефективності системи з використанням штучного інтелекту та псевдовипадкового розподілу використовується функція, яка симулює роботу

обох систем та порівнює їх результати. Вигляд цієї функції в MatLab зображено на рисунку 3.7 та 3.8:

```matlab
function compareSystems(signalLength, noiseLevel, neuralNet)
    % signalLength - довжина сигналу
    % noiseLevel - рівень шуму (від 0 до 1, де 0 - без шуму, 1 - максималь
    % neuralNet - навчена нейронна мережа для використання в ШІ

    % Генеруємо сигнал з ППРЧ
    prngSignal = generatePRNGSignal(signalLength, noiseLevel);

    % Генеруємо сигнал з використанням ШІ
    intelligentSignal = generateIntelligentSignal(signalLength, noiseLe

    % Проводимо аналіз ефективності
    analyzePerformance(prngSignal, 'ППРЧ');
    analyzePerformance(intelligentSignal, 'ШІ');
end

% Функція для аналізу ефективності системи
function analyzePerformance(signal, systemType)
    % signal - сигнал для аналізу
    % systemType - тип системи (ППРЧ чи ШІ)

    % Виконуємо аналіз швидкості передачі та інших параметрів за потреби

    % Приклад: виведення інформації про швидкість передачі
    disp(['Ефективність системи ' systemType ' :']);
    disp(['Швидкість передачі: ' num2str(calculateTransmissionSpeed(signa
    disp('-------------------------');
end
```

Рис. 3.7. Функція порівняння ППРЧ та ШІ в MatLab, частина 1

```
% Функція для розрахунку швидкості передачі
function speed = calculateTransmissionSpeed(signal)
    % Проводимо розрахунок швидкості передачі на основі отриманого сигналу
    % (реальна реалізація може використовувати різні метрики)

    % Приклад: швидкість вважається пропорційною кількості бітів сигналу
    speed = length(signal) / 2; % Припустимо, що кожне значення сигналу ко
end

% Функція для генерації сигналу з використанням ШІ
function intelligentSignal = generateIntelligentSignal(signalLength, no
    % signalLength - довжина сигналу
    % noiseLevel - рівень шуму (від 0 до 1, де 0 - без шуму, 1 - максималь
    % neuralNet - навчена нейронна мережа для використання в ШІ

    % Визначаємо оптимальну частоту передачі за допомогою ШІ
    optimalFrequency = intelligentFrequencyControl(randi([1, 3]), [860,

    % Генеруємо сигнал із використанням отриманої частоти
    intelligentSignal = generatePRNGSignal(signalLength, noiseLevel);

    % Виконуємо адаптацію сигналу до оптимальної частоти
    % (реальна реалізація може використовувати різні техніки)
```

Рис. 3.8. Функція порівняння ППРЧ та ШІ в MatLab, частина 2

У цьому прикладі compareSystems порівнює ефективність системи, генеруючи сигнали з використанням технології ППРЧ за допомогою потужностей ШІ та обчислюючи та виводячи швидкість передачі інформації в бездротовій телекомунікаційній системі передачі даних. Отримані завдяки цьому результати розрахунків в подальшому можуть бути розширені та використані для включення інших метрик та параметрів ефективності, в залежності від конкретної тематики дослідження.

3.4 Створення нейронної мережі як функції MatLab

Створення штучного інтелекту (ШІ) в якості функції в середовищі MATLAB представляє собою інтеграцію алгоритмів машинного навчання та обробки сигналів для автоматичного та адаптивного регулювання параметрів системи чи обробки даних. Процес цей відбувається в кілька етапів.

Спочатку, визначається завдання та мета ШІ. Це може включати в себе адаптацію до змінних умов середовища, оптимізацію певних параметрів, або навіть прогнозування майбутніх подій на основі вхідних даних.

Далі визначаються вхідні та вихідні параметри функції ШІ. Це може бути велика кількість характеристик чи особливостей вхідних даних, а також очікувані вихідні результати.

Формула для розрахунку показників нейронної мережі може бути визначена для кожного окремого шару та для кожного нейрона всередині шару. Основна формула для розрахунку виходу нейрона в нейронній мережі зазвичай виглядає так:

$$y = f(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i + b) \tag{3.5}$$

де:

y - вихід нейрона,

f - функція активації,

w_i - вага, пов'язана із з'єднанням між вхідним нейроном та поточним нейроном,

x_i - вхідний сигнал для поточного нейрона,

b - зсув (bias).

Ця формула враховує лінійну комбінацію вхідних сигналів та ваг нейронів, до якої додається зсув, і потім застосовується функція активації до всіх елементів нейронної мережі.

Функція активації (f) визначає нелінійний характер виходу нейрона та може бути різною, наприклад, сигмоїдальною функцією зсуву мережі (наприклад, логістична функція), гіперболічним тангенсом, ReLU (Rectified Linear Unit) та іншими.

Велика частина нейронних мереж використовує багатошарову архітектуру, і для таких мереж формула буде використовуватися для кожного окремого нейрона в кожному окремому шарі.

Після цього визначається модель машинного навчання, яку буде використовувати ШІ. Це може бути, наприклад, нейронна мережа, дерево рішень, або інший підхід, залежно від природи завдання та доступних даних.

Наступний етап - підготовка та навчання моделі. Для цього використовуються наявні дані, які мають визначені вхідні та вихідні параметри. Методи навчання визначаються відповідно до обраної моделі.

Після завершення навчання моделі, створюється функція MATLAB, яка включає в себе весь необхідний код для використання навченої моделі. Ця функція може приймати вхідні дані, передбачати результати, а також виконувати інші завдання відповідно до задачі ШІ.

Важливим етапом є валідація та тестування функції ШІ, щоб переконатися в її адекватності та точності. Додатково, можливо включення механізмів збору даних та навчання в реальному часі для постійного покращення функції, що допомагає вдосконалювати модель штучного інтелекту для отримання кращих результатів.

Отже, створення ШІ як функції в MATLAB включає в себе визначення завдань, вибір моделі машинного навчання, підготовку та навчання моделі, створення функції для використання моделі, а також тестування та валідацію результатів.

Вигляд альтернативної функції нейронної мережі в MatLab зображено на рисунку 3.9:

```
% Генерація навчальних даних
inputData = randn(100, 2); % 100 прикладів з двома вхідними ознаками
outputData = randi([0, 1], 100, 1); % 100 міток (0 або 1)

% Створення та навчання нейронної мережі
neuralNet = feedforwardnet(10); % 10 нейронів у прихованому шарі
neuralNet = train(neuralNet, inputData', outputData');

% Функція штучного інтелекту
function predictedResult = intelligentFunction(input, neuralNet)
    % input - вхідні дані (повинні бути згенеровані відповідно до формату на
    % neuralNet - навчена нейронна мережа

    % Передбачення результату за допомогою нейронної мережі
    predictedResult = round(sim(neuralNet, input'));
end

% Приклад використання функції ШІ
newInputData = randn(5, 2); % нові вхідні дані для передбачення
predictedResults = intelligentFunction(newInputData, neuralNet);

% Виведення результатів
disp('Вхідні дані:');
disp(newInputData);
disp('Результати передбачення:');
disp(predictedResults);
```

Рис. 3.9. Функція штучного інтелекту в MatLab

У цьому фрагменті коду створюється нейронна мережа з 10 нейронами у прихованому шарі та навчається на згенерованих навчальних даних. Функція штучного інтелекту intelligentFunction приймає нові вхідні дані та використовує навчену нейронну мережу для передбачення результатів, яка потім

використовується для керування моделлю системи бездротової передачі інформації.

Застосування шифрування в системі є важливим аспектом забезпечення безпеки та конфіденційності оброблюваної інформації. Це випливає з різноманітності загроз, які можуть виникнути в сучасному середовищі зв'язку та обробки даних.

Шифрування забезпечує конфіденційність даних, перешкоджаючи несанкціонованому доступу до чутливої інформації. Воно стає ефективним заходом захисту від атак, таких як перехоплення даних та модифікація інформації, що може виникати в незахищених чи вразливих мережах бездротової передачі інформації.

Шифрування також важливо для забезпечення цілісності переданих чи збережених даних. Воно виявляє будь-які спроби незаконної модифікації інформації та унеможливлює зміну даних в каналі передачі без належного авторизованого доступу.

Формули для шифрування інформації будуть залежати від конкретного шифрувального алгоритму, оскільки існує багато різних методів шифрування з різними принципами. Однак основні кроки шифрування можна узагальнити та описати.

Найпоширеніші методи шифрування використовують симетричні або асиметричні ключі.

Симетричне шифрування:

Шифрування виконується за допомогою одного ключа, який відомий як "секретний ключ". Формула для такого способу шифрування може виглядати наступним чином:

$$C = Encrypt(P, K) \tag{3.6}$$

де

C - зашифрований текст,

P - вихідний текст (плейнтекст),

K - секретний ключ.

Розшифрування: Розшифрування виконується також згенерованим секретним ключем:

$$P = Decrypt(C, K) \quad (3.7)$$

де

P - відновлений плейнтекст,

C - зашифрований текст,

K - секретний ключ.

Асиметричне шифрування:

Шифрування: Асиметричне шифрування виконується за допомогою публічного ключа:

$$C = Encrypt(P, PublicKey) \quad (3.8)$$

де

C - зашифрований текст,

P - вихідний текст (плейнтекст),

PublicKey - публічний ключ.

Розшифрування: Розшифрування виконується за допомогою приватного ключа:

$$P = Decrypt(\mathrm{C}, PrivateKey) \quad (3.9)$$

де

P - відновлений плейнтекст,

C - зашифрований текст,

$PrivateKey$ - приватний ключ.

Важливо, що кожен конкретний алгоритм шифрування матиме свої власні деталі та варіації.

Захист від несанкціонованого доступу до системи та зниження ризику несанкціонованого використання інформації стає ключовим завданням у сучасних технологічних умовах. Шифрування є невід'ємною частиною стратегії кібербезпеки, особливо коли обробка даних відбувається в бездротових мережах чи через відкриті канали зв'язку.

Додатково, в багатьох випадках застосування шифрування є обов'язковим для відповідності високим, чи навіть мінімальним і базовим стандартам інформаційної безпеки, що регулюють конкретні галузі, такі як медицина, фінанси чи телекомунікації.

Варто враховувати, що шифрування не лише забезпечує безпеку інформації, але також сприяє підтримці довіри та забезпечує захист від сучасних загроз в сфері кібербезпеки.

Логічне "або" - це логічна операція, яка повертає значення "істина" (True), якщо принаймні одне з виразів або умов, які порівнюються, є істинним. Якщо ж жоден з виразів не є істинним, то результат операції буде "хиба" (False). Логічне "або" використовується для об'єднання умов або виразів, де достатньо того, щоб хоча б один з них був істинним для того, щоб весь вираз був істинним, що дорівнює одиниці.

Для шифрування в MATLAB використовується простий алгоритм шифрування XOR (ексклюзивне "або"). В цьому коді використовується XOR для кожного біта вхідного повідомлення та ключа. Вигляд альтернативної функції шифрування в MatLab зображено на рисунку 3.10:

```matlab
function encryptedMessage = encryptMessage(message, key)
    % message - вхідне повідомлення для шифрування
    % key - ключ шифрування

    % Перетворюємо повідомлення та ключ в бінарний формат
    binaryMessage = dec2bin(message, 8); % 8 бітів для кожного символу
    binaryKey = dec2bin(key, 8);

    % Шифруємо кожен біт повідомлення XOR з відповідним бітом ключа
    encryptedBinaryMessage = '';
    for i = 1:size(binaryMessage, 1)
        for j = 1:size(binaryMessage, 2)
            encryptedBinaryMessage(i, j) = xor(str2double(binaryMessage
        end
    end

    % Перетворюємо зашифроване бінарне повідомлення назад у десятковий форма
    encryptedMessage = bin2dec(encryptedBinaryMessage);
end
```

Рис. 3.10. Функція шифрування в MatLab

Ця функція encryptMessage приймає вхідне повідомлення та ключ, перетворює їх в бінарний формат, застосовує XOR для кожного біта повідомлення та ключа, а потім перетворює зашифроване бінарне повідомлення назад у десятковий формат.

Логічна функція XOR (виключне або) може бути представлена за допомогою таблиці істинності або за допомогою логічних виразів. Один з можливих математичних виразів для реалізації елементу XOR виглядає наступним чином:

$$Y = A \oplus B \tag{3.10}$$

де:

Y = вихідний сигнал XOR,

A, B - вхідні сигнали.

Також, вираз $\oplus$ може бути представлений за допомогою таких логічних виразів:

$$Y = (A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B) \tag{3.11}$$

де:

$\wedge$ - логічне "І" (AND),

$\vee$ - логічне "АБО" (OR),

$\neg$ - логічне "НЕ" (NOT).

Це вираження показує, що вихідний сигнал XOR буде істинним (1), за умови коли лише один з вхідних сигналів A або B є істинним (1), але не обидва одночасно .

Таблиця істинності для XOR виглядає наступним чином (зображено на малюнку 3.11):

A	*B*	*Y*
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Рис. 3.11. Таблиця істинності елементу XOR

де 0 представляє логічну "неправду" або "вимкнено", а 1 - логічну "правду" або "увімкнено".

Схема логічного елементу XOR для реалізації на фізичній схемі зображено на малюнку 3.12:

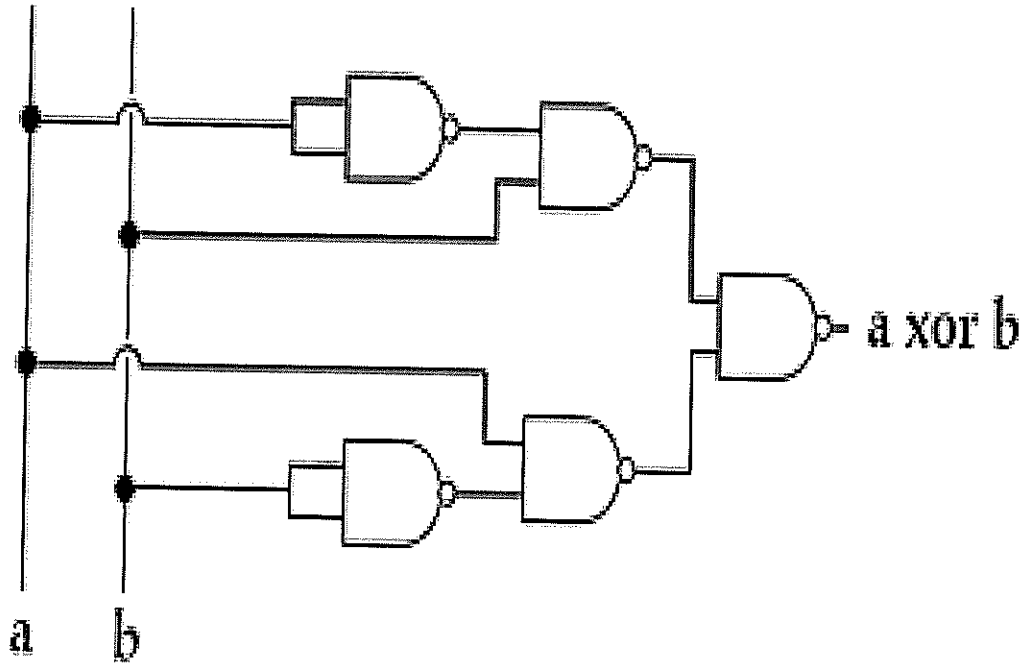


Рис. 3.12. Схема елементу XOR

Цей код використовує простий метод шифрування та не є безпечним для застосування в реальних системах безпеки. У реальних застосунках важливо використовувати надійні криптографічні алгоритми та ключі.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній магістерській роботі було проведено глибокий аналіз впливу різних факторів на передачу та поширення радіосигналів в бездротових телекомунікаційних системах. Результати досліджень виявили значущий вплив оточуючого середовища на ефективність та надійність передачі інформації, а також механізми аналізу такого впливу.

В роботі було розглянуто різні джерела впливу, такі як адитивний білий гаусівський шум (AWGN), шум Релея, шум Доплера, множинний шляховий спотворювач, імпульсний шум та інші. Були визначені методи імітації цих завад в середовищі MATLAB для подальшого дослідження їх впливу на якість прийому сигналу.

Практичне застосування отриманих результатів може бути виявлене в розробці та оптимізації бездротових телекомунікаційних систем. Знання про вплив різних умов оточуючого середовища дозволить розробникам та інженерам створювати більш стійкі та ефективні системи зв'язку, а також вирішувати проблеми, пов'язані з поширенням сигналів у конкретних умовах оточуючого середовища.

Основні напрямки дослідження включали в себе аналіз впливу різних умов оточуючого середовища, таких як атмосферні умови, географічні особливості, наявність перешкод та інші, на якість та стабільність передачі радіосигналу в середині системи.

Результати експериментів підтвердили важливість врахування особливостей оточуючого середовища при проектуванні та експлуатації бездротових телекомунікаційних систем. Виявлено, що зміни в атмосферних умовах, таких як дощ, туман чи сніг, можуть суттєво впливати на якість передачі сигналу в середині системи.

Додатково, досліджено можливості застосування різних методів та технологій для покращення стійкості та ефективності передачі сигналу в умовах

змінюючогося середовища. Використання імітаційних моделей та алгоритмів корекції дозволяє зробити систему менш вразливою до впливу зовнішніх факторів.

У цій магістерській роботі вдалося не лише провести теоретичний аналіз, але й розробити практичні імітаційні моделі, які можуть бути використані для подальших досліджень та вдосконалення технічних рішень в галузі бездротових телекомунікацій.

Використання систем штучного інтелекту у поєднанні з моделями телекомунікаційних систем бездротової передачі інформації дозволяє досягти максимального результату і ефективності, в першу чергу в таких напрямках, як швидкість передачі даних, надійність та вірогідність успішної доставки повідомлення. Використання шифрування при передачі повідомлення, що є обов'язковою вимогою для систем обміну повідомленнями в сучасному світі, дозволяє гарантувати відсутність шкідливого коду та перехоплення повідомлень сторонніми суб'єктами.

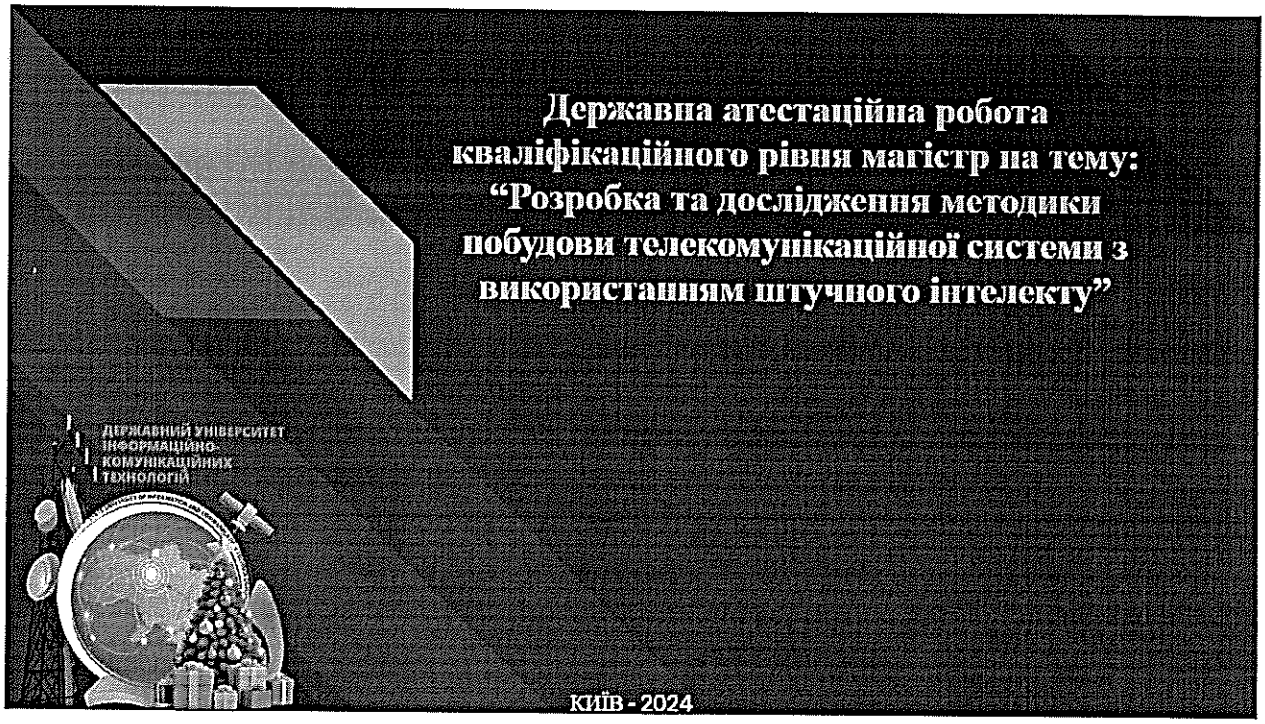
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

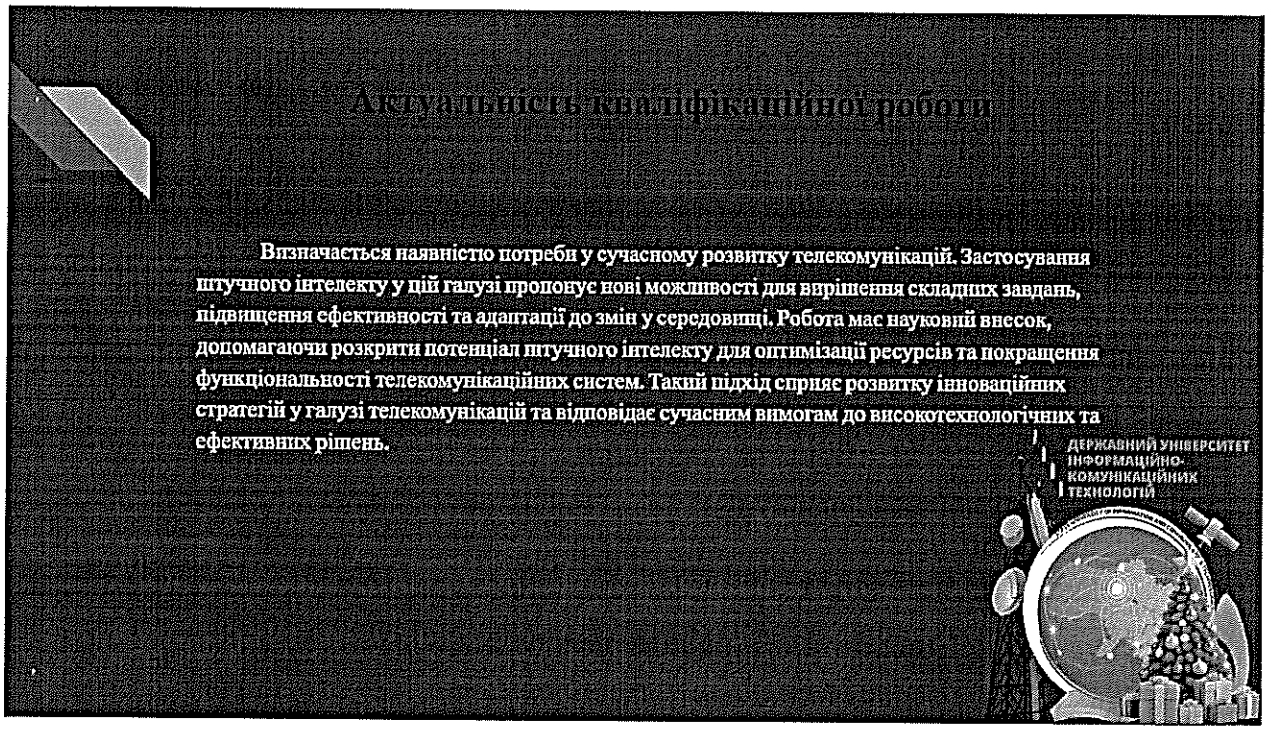
1. Макаренко А.О. Радіотехнології наступного покоління / А.О. Макаренко, В.І. Кравченко // Навчальний посібник - К.: ДУТ, 2019 - 175-200 с.
2. Патент на корисну модель 147896. Україна. Прилад визначення і ліквідації постановників завад, працюючих в навколоземному просторі та на земній поверхні / Блаженний Н.В., Кравченко В.І., Кирпач Л.А., Туровський О.Л. Заявники і патентовласники Блаженний Н.В., Кравченко В.І., Кирпач Л.А., Туровський О.Л.; Патент заявл. 25.02.2021. Опубліковано 16.06.2021, Бюл. № 24.
3. Пархоменко В.В. Методика моделювання процесів обробки інформації телекомунікаційної системи на основі ланцюгів функціональних перетворювачів обсягів трафіку / Ю.В. Мельник, В.Л. Пархоменко, В.В. Пархоменко // «Зв'язок». – 2020. – №3(145). – С. 3-7.
4. Кременецька Я.А. Телекомунікаційні технології міліметрового діапазону, що охоплюють міждисциплінарні галузі, зокрема розроблення моніторингу здоров'я / Я.А. Кременецька, А.О. Макаренко, В.І. Кравченко, С.В. Морозова // Зв'язок. – 2020. – № 2. – С. 62-67.
5. Дакова Л.В. Передача інформації про назви треків в ефірі FM радіостанції за допомогою RADIOTEXT / І. В. Малашенко, І. Є. Тимошенко // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку – 2020. – №3. – С. 19-24.
6. Parkhomenko, V., Shchepak, A., & Parkhomenko, V. (2021). DEVELOPING SOLUTION FOR USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO OBTAIN MORE ACCURATE RESULTS OF THE BASIC PARAMETERS OF RADIO SIGNAL PROPAGATION. Informatyka, Automatyka, Pomiary W Gospodarce I Ochronie Środowiska, 11(1), 36-39. https://doi.org/10.35784/iapgos.2577
7. Kravchenko, V., Hryshchenko, O., Skrypnik, V., & Dudarieva, H.Investigation of the dependence of the structure of shift indexes vectors on the properties of ring

codes in the mobile networks of the internet of things. Informatyka, Automatyka, Pomiary W Gospodarce I Ochronie Środowiska, 11(1), 62-64.

8. Makarenko A., Rudenko N. Reducing the impact of interchannel interference on the efficiency of signal transmission in telecommunication systems of data transmission based on the OFDM signal. Eastern-European journal of enterprise technologies. 2023. Vol. 1, no. 9 (121). P. 82–93.
9. Монография: Кривуца В.Г., Зайцев Г.Ф., Булгач В.Л., Градобоева Н.В., Доля О.Н., Хараташвили Г.Н. Анализ динамических характеристик и повышение показателей качества корреляционных систем выравнивания временных запаздываний сигналов. Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2009. – 84с.
10. Навчальний посібник: Олейник В.Ф. Электронные приборы миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов на основе нанотехнологий / Олейник В.Ф., Булгач В.Л., Валяев В.В., Зоренко А.В., Миронов Д.В., Чайка В.Е. К.: ГУИКТ 2004, 251 с.

ДЕМОНСТАРЦІЙНІ МАТЕРАЛИ





Мета кваліфікаційної роботи

є розробка та дослідження методики побудови телекомунікаційної системи, в якій використовується штучний інтелект. Основним завданням є розкриття потенціалу інтеграції штучного інтелекту в телекомунікаційні процеси для підвищення ефективності, забезпечення оптимальної роботи системи та покращення її функціональних можливостей з передачі інформації.



Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи

є телекомунікаційна система, побудована з використанням штучного інтелекту. У фокусі дослідження знаходиться інтеграція штучного інтелекту в різні аспекти телекомунікаційної інфраструктури, такі як оптимізація мережевих процесів, автоматизація прийняття рішень та підвищення продуктивності системи.

Об'єкт дослідження охоплює архітектуру, компоненти та взаємодію всієї телекомунікаційної системи, в яку інтегрується штучний інтелект. Магістерська робота спрямована на розробку та вдосконалення методики побудови такої системи, а також на вивчення впливу використання штучного інтелекту на її ефективність та функціональні можливості.



Предметом дослідження кваліфікаційної роботи

є методика побудови та дослідження телекомунікаційної системи, яка використовує штучний інтелект. У цьому контексті вивчаються основні аспекти інтеграції штучного інтелекту в телекомунікаційні процеси, а також вплив цієї інтеграції на продуктивність, ефективність та можливості системи.

Предмет дослідження включає в себе аналіз архітектури та компонентів телекомунікаційної системи, розробку методів оптимізації роботи системи з використанням штучного інтелекту, а також вивчення взаємодії між телекомунікаційними процесами та інтелектуальними алгоритмами. Робота спрямована на створення ефективного та функціонального підходу до побудови та вдосконалення телекомунікаційних систем бездротової передачі інформації із застосуванням штучного інтелекту.



Математичний апарат імітаційної моделі

$$P_r = P_t(\frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L})$$

де:

P_r - отримана потужність сигналу на приймачі,

P_t - вихідна потужність передавача,

G_t - коефіцієнт підсилення антени передавача,

G_r - коефіцієнт підсилення антени приймача,

λ - довжина хвилі сигналу,

d - відстань між передавачем і приймачем,

L - системний втрати та втрати на джерелі.

$$y = f(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i + b)$$

де:

y – вихід нейрона,

f - функція активації,

w_i - вага, пов'язана із з'єднанням між вхідним нейроном та поточним

$$T = W * log_2(1 + SNR)$$

де:

T - пропускна здатність каналу (Throughput),

W - ширина смуги каналу,

SNR - відношення сигнал-шум (Signal-to-Noise Ratio).

$$P_r = P_t * (\frac{G_r G_r \lambda^2}{d^2 (4\pi)^2})$$

де:

P_r - потужність отриманого сигналу,

P_t - потужність передавача,

$$T = W * log_2(1 + SNR)$$

де:

T - пропускна здатність каналу (Throughput),

W - ширина смуги каналу,

SNR - відношення сигнал-шум (Signal-to-Noise Ratio).



Приклад програмної імітаційної моделі

```
% Додате блок шуму
noise_block = add_block('simulink/Comm Sources/Noise', [model, '/Noise']);

% Налаштувати параметри шуму (за необхідності)
set_param(noise_block, 'Noise', 'Gaussian');
set_param(noise_block, 'Seed', '42'); % Приклад, параметр для відтворюваності

% З'єднати шум з експоненціацією
add_line(model, 'Noise/1', 'Exponential/2');
```

```
% Створення нової Simulink model
model = 'SummationModel';
open_system(new_system(model));

% Додати блоки логарифмування
log1_block = add_block('simulink/Commonly Used Blocks/Log', [model, '/Log1']);
log2_block = add_block('simulink/Commonly Used Blocks/Log', [model, '/Log2']);

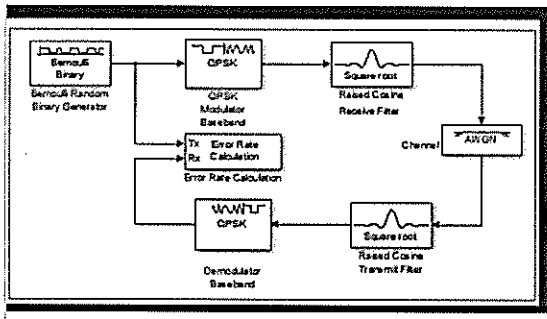
% Додати блок сумування
sum_block = add_block('simulink/Commonly Used Blocks/Sum', [model, '/Sum']);
set_param(sum_block, 'Inputs', '+-');

% Додати блок експоненціації
exp_block = add_block('simulink/Commonly Used Blocks/Exponential', [model, '/Exponential']);

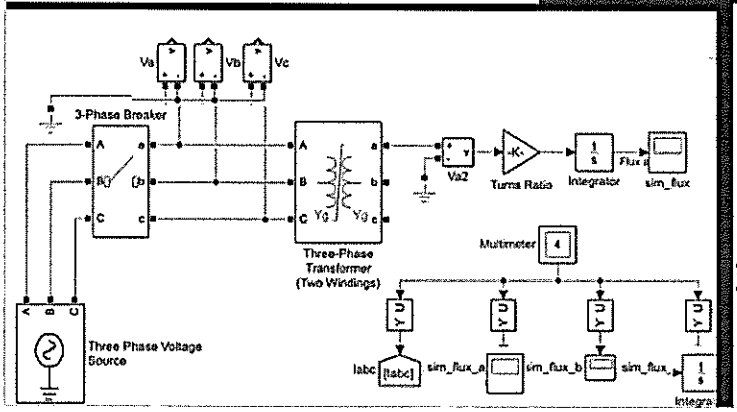
% З'єднати блоки
add_line(model, 'Log1/1', 'Sum/1');
add_line(model, 'Log2/1', 'Sum/2');
add_line(model, 'Sum/1', 'Exponential/1');
```

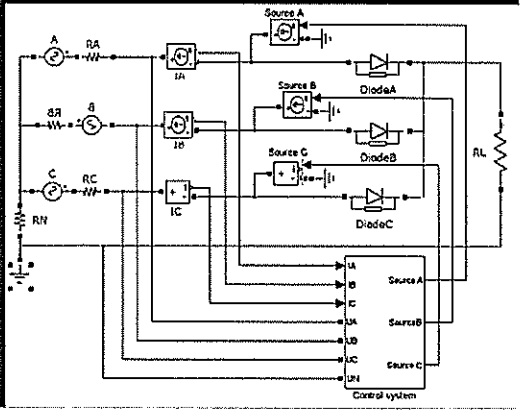


Імітаційна модель системи

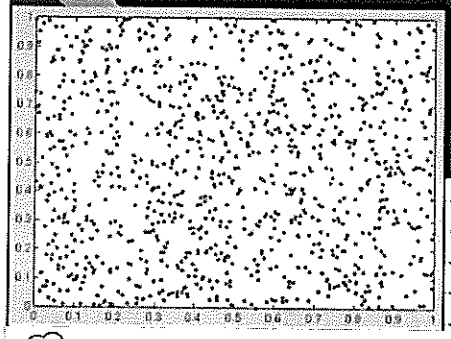




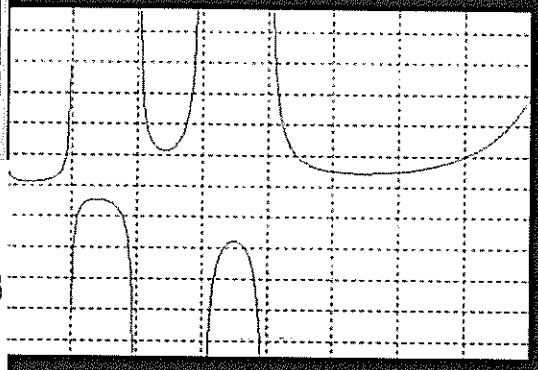


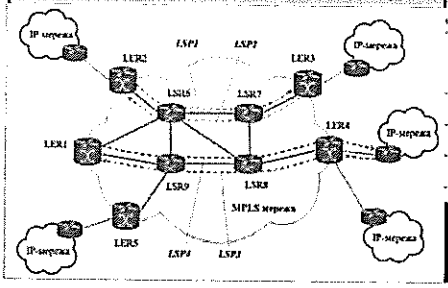


Результат роботи імітаційної моделі



Результат роботи нейронної мережі по розрахунку знаходження точок передачі у мережі бездротової передачі інформації





Генерація шуму в системі телекомунікаційній в середовищі MatLab



Результат кваліфікаційної роботи

Результати експериментів підтвердили важливість врахування особливостей оточуючого середовища при проектуванні та експлуатації бездротових телекомунікаційних систем. Виявлено, що зміни в атмосферних умовах, таких як дощ, туман чи сніг, можуть суттєво впливати на якість передачі сигналу в середині системи.

В роботі було розглянуто різні джерела впливу, такі як адитивний білий гаусівський шум (AWGN), шум Релея, шум Доплера, множинний шляховий спотворювач, імпульсний шум та інші. Були визначені методи імітації цих завад в середовищі MATLAB для подальшого дослідження їх впливу на якість прийому сигналу.

Практичне застосування отриманих результатів може бути виявлене в розробці та оптимізації бездротових телекомунікаційних систем. Знання про вплив різних умов оточуючого середовища дозволить розробникам та інженерам створювати більш стійкі та ефективні системи зв'язку, а також вирішувати проблеми, пов'язані з поширенням сигналів у конкретних умовах оточуючого середовища.



Висновки

Досліджено можливості застосування різних методів та технологій для покращення стійкості та ефективності передачі сигналу в умовах змінюючогося середовища. Використання імітаційних моделей та алгоритмів корекції дозволяє зробити систему менш вразливою до впливу зовнішніх факторів.

У цій магістерській роботі вдалося не лише провести теоретичний аналіз, але й розробити практичні імітаційні моделі, які можуть бути використані для подальших досліджень та вдосконалення технічних рішень в галузі бездротових телекомунікацій.

Використання систем штучного інтелекту у поєднанні з моделями телекомунікаційних систем бездротової передачі інформації дозволяє досягти максимального результату і ефективності, в пер чергу в таких напрямках, як швидкість передачі даних, надійність та вірогідність успішної доставки повідомлення. Використання шифрування при передачі повідомлення, що є обов'язковою вимого систем обміну повідомленнями в сучасному світі, дозволяє гарантувати відсутність шкідливого ко та перехоплення повідомлень сторонніми суб'єктами.



Дякую за увагу!



Протокол аналізу звіту подібності науковим керівником

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Денис Михнюк

Назва: Розробка та дослідження методики побудови телекомунікаційної системи з використанням штучного інтелекту

Координатор: Володимир Пархоменко

Підрозділ: ННІТ

Коефіцієнт подібності 1:1.1

Коефіцієнт подібності 2:0

Тривога: 4

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

☐ виявлені в роботі запозичення є сумлінними і не мають ознак плагіату. Тому робота визнається самостійною і допускається до захисту;

☐ виявлені в роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання;

☐ виявлені в роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. У зв'язку з чим, робота не допускається до захисту.

…… ……

Дата *Підпис Наукового керівника*