

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра системного програмування і
спеціалізованих комп'ютерних систем

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

з дисципліни «Комп'ютерні мережі»

на тему: Маршрутизація в мережі передачі даних

Студента IV курсу, групи КВ-13

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

_____ Ольховського М.О.

Керівник: доцент кафедри СПіСКС, к.т.н.,

доц. Мартинова О.П.

Національна оцінка _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ECTS _____

Члени комісії: _____ доцент, к.т.н. Мартинова О. П.

асистент кафедри СПіСКС

_____ Сергієнко П. А.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

Кафедра системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 123 «Комп'ютерна інженерія»

ЗАВДАННЯ
на курсовий проєкт студента

Ольховського М.О.

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проєкту маршрутизація в мережі передачі даних

керівник проєкту доцент, к.т.н., доц. Мартинова О.П.,
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Термін подання студентом проєкту до 14.12.2024

3. Вихідні дані до проєкту мінімум 24 комунікаційні вузли, 2 канали – супутникові; середній ступінь мережі – 4; ваги каналів – 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 15, 21; алгоритм: маршрутизації з урахуванням стану каналів зв'язку

4. Зміст пояснювальної записки перелік скорочень, вступ, постановка задачі, теоретична частина, практична частина, дослідницька частина, висновки, списки використаних джерел

Календарний план-графік виконання КП

Тиждень семестру	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Навчальний час	
		Ауд.	СРС
2	Отримання теми та завдання	Zoom	2
3 — 5	Підбір та вивчення літератури	Zoom	4
6 — 7	Виконання завдання 1	Zoom	6
8 — 9	Виконання завдання 2	Zoom	6
10 — 12	Виконання завдання 3	Zoom	10
13 — 14	Виконання завдання 4	Zoom	7
	Виконання завдання 5	Zoom	6
15	Подання курсового проєкту на перевірку	Google Classroom	2
16	Захист курсового проєкту	Zoom	2

Студент

(підпис)

Максим Ольховський

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту

(підпис)

Оксана МАРТИНОВА

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Курсовий проєкт включає пояснювальну записку обсягом 44 сторінки, що містить 26 рисунків, 2 таблиці та список джерел із 4 найменувань.

Метою курсового проєкту з дисципліни «Комп'ютерні мережі» є закріплення та поглиблення знань про структурну організацію комп'ютерних мереж (КМ), режими передачі повідомлень у мережах передачі даних (МПД), а також набуття практичних навичок у дослідженні структури та функціонування КМ, алгоритмів маршрутизації повідомлень, аналізу різних типів трафіків.

Завданням до курсового проєкту є розробка системи моделювання роботи комп'ютерної мережі, вивчення та реалізація алгоритмів для визначення найкоротшого маршруту передачі повідомлень різного розміру, а також аналіз службового та інформаційного трафіку за різних умов передачі даних.

Для досягнення цієї мети була розроблена програма мовою Python, яка симулює функціонування комп'ютерної мережі, побудованої на основі алгоритму маршрутизації з урахуванням стану каналів зв'язку. Також було проведено 10 тестів з різними наборами даних для подальшого аналізу.

При розробці програми використовувалися: освітній сайт кафедри системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем Moodle, а також система запитань та відповідей Stack Overflow.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, маршрутизація, урахування стану каналів зв'язку, мережа передачі даних, алгоритм Дейкстри, програмне забезпечення, симуляція, Shortest PathFirst.

ABSTRACT

The course project includes a 44-page explanatory note containing 26 figures, 2 tables and a list of sources from 4 names.

The purpose of the coursework in the discipline "Computer Networks" is to consolidate and deepen knowledge of the structural organization of computer networks (CN), message transmission modes in data transmission networks (DTN), acquiring practical skills in researching the structure and functioning of CN, data transmission modes, message routing algorithms, and indicators of various types of traffic, etc.

The task of the coursework is to develop a simulation system for the operation of a computer network, study and implement algorithms for determining the shortest route for messages of different sizes, and analyze service and informational traffic in the network under different transmission conditions.

To achieve the set goal, a program was developed in Python 3.10, which simulates the functionality of a computer network built on a routing algorithm taking into account the state of communication channels. Ten tests with different datasets were conducted as a basis for information-analytical work.

In the development of the program, the following resources were used: the educational website of the Department of System Programming and Specialized Computer Systems, the Stack Overflow question-and-answer system, and the arXiv electronic publications archive.

Keywords: computer networks, routing, data transmission network, Dijkstra's algorithm, software, simulation, Shortest Path First, consideration of the state of communication channels.

ЗМІСТ

1. НАЙМЕНУВАННЯ ТА ГАЛУЗЬ РОЗРОБКИ	2
2. ПІДСТАВА ДЛЯ РОЗРОБКИ	2
3. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ	2
4. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ	2
5. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ	2
5.1 Вимоги до програмного продукту, що розробляється	2
5.2 Вимоги до апаратного забезпечення	3
5.3 Вимоги до програмного забезпечення користувача	3
6. ЕТАПИ РОЗРОБКИ	4

					ІАЛЦ.467200.002 ТЗ								
Зм.	Арк	№ докум		Підпис	Дата	<div>Маршрутизація в мережі передачі даних.</div> <div>Технічне завдання</div>				Літ.		Арк.	Арк-ів
Розроб.		Ольховський М.О										1	4
Перевір.		Мартінова О.П.											
Н. контр.													
Затв.													

1. НАЙМЕНУВАННЯ ТА ГАЛУЗЬ РОЗРОБКИ

Назва розробки: «Маршрутизація в мережі передачі даних».

Галузь застосування: системне адміністрування мережами, планування побудови мереж передачі даних.

2. ПІДСТАВА ДЛЯ РОЗРОБКИ

Підставою для розробки є завдання на виконання курсового проєкту, затверджене кафедрою системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

3. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ

Метою даного проєкту є моделювання процесу визначення маршруту передачі повідомлень в мережі даних.

4. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

Джерелом інформації є технічна та науково-технічна література, технічна документація, публікації в періодичних виданнях та електронні статті у мережі Інтернет.

5. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

5.1. Вимоги до програмного продукту, що розробляється:

- швидке введення вручну компонентів топології мережі мишкою – вузлів і каналів (повний дуплекс та напівдуплекс);
- випадкова генерація структури мережі з заданими політиками створення;

					ІАЛЦ.467200.002 ТЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

- політики для каналів: випадкового вибору ваги в заданих межах та константне значення із заданої множини значень;
- політики для буферів каналів: випадкового вибору ваги в заданих межах та константне значення з заданої множини значень;
- реалізацію основних звичних для користувача елементів управління: додавання, видалення, виділення, перетягування вузлів каналів;
- при захопленні об'єкта мишкою відображається основна інформація про об'єкт (наприклад, таблиця маршрутизації, вага каналів, завантаження буферів тощо);
- можливість відключати, включати обрані вузли і канали;
- перегляд покрокового виконання алгоритмів;
- генерування випадкового трафіку повідомлень;
- меню відправлення конкретних повідомлень із однієї в іншу робочу станцію мережі з зазначенням їх розміру.

5.2. Вимоги до апаратного забезпечення:

- оперативна пам'ять: 1 Гб;
- процесор: Intel Core i5, або еквівалент.

5.3. Вимоги до програмного забезпечення користувача:

- операційна система Windows;
- інтерпретатор мови Python.

					ІАЛЦ.467200.002 ТЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

ЕТАПИ РОЗРОБКИ

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту
1.	Отримання теми та завдання	09.09.2024 - 09.09.2024
2.	Підбір та вивчення літератури	16.09.2024 - 30.09.2024
3.	Виконання завдання 1	07.10.2024 – 14.10.2024
4.	Виконання завдання 2	21.10.2024 – 28.10.2024
5.	Виконання завдання 3	04.11.2024 – 18.11.2024
6.	Виконання завдання 4	25.11.2024 – 02.12.2024
7.	Виконання завдання 5	02.12.2024 – 02.12.2024
8.	Подання курсового проєкту на перевірку	09.12.2024 – 09.12.2024
9.	Захист курсового проєкту	16.12.2024 – 16.12.2024

					ІАЛЦ.467200.002 ТЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		4

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	2
ВСТУП.....	3
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	5
1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	7
1.1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ.	7
1.2 ПОНЯТТЯ НАЙКОРОТШОГО МАРШРУТУ.....	8
1.3 ПАРАМЕТРИ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ.....	9
1.4 МЕТОДИ МАРШРУТИЗАЦІЇ.....	10
1.5 ОПИС ЗАДАНОГО АЛГОРИТМУ МАРШРУТИЗАЦІЇ.....	15
2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	18
2.1 ОПИС ТА ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ.....	18
2.2 СТРУКТУРА РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ.....	20
2.3 ОПИС ІНТЕРФЕЙСУ РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ.....	21
3. ПРОЦЕС ТЕСТУВАННЯ ПЕРЕДАЧІ ПОВІДОМЛЕНЬ.....	27
4. АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	33
ВИСНОВКИ.....	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	36

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ											
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата												
Розроб.		Ольховський М.О			Маршрутизація в мережі передачі даних. Пояснювальна записка					Літ.		Арк.	Арк-ів			
Перевір.		Мартинова О.П.										1	36			
Н. контр.																
Затв.																
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФПМ гр. КВ-13											

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

КМ – комп’ютерна мережа

МПД — мережа передачі даних

ТМ – таблиця маршрутизації

LSR – Link-State Routing – маршрутизація з урахуванням стану каналу

LSA – Link-State Advertisement – анонси стану каналу

SPF – Shortest Path First – алгоритм Дейкстри для визначення найкоротшого маршруту

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		2

ВСТУП

Комп'ютерна мережа — сукупність пристроїв, які з'єднані каналами передачі даних, для спільного користування апаратними, програмними та інформаційними ресурсами під керуванням спеціального програмного забезпечення.

Комп'ютерні мережі призначені для:

- віддаленого керування комп'ютерами;
- спільного доступу до периферійних пристроїв.
- швидкого обміну інформацією між окремими (або усіма комп'ютерами мережі) комп'ютерами даних;

У комп'ютерній мережі комп'ютери можуть виконувати різні функції. Комп'ютер, який керує розподілом ресурсів мережі, називають **сервером**. Він приймає і оброблює запити користувача, які були надані із **робочої станції** (користувач/клієнти) - комп'ютери, які користуються ресурсами мережі,.

В свою чергу об'єднання користувачів і серверів формують множину комутаційних вузлів. Вузли між собою зв'язують канали зв'язку. Разом вузли і канали зв'язку створюють середовище для передачі інформації (даних). Сфокусовані напрямки передачі даних, які з'єднують різні вузли, називають маршрутами. Маршрути передачі даних визначаються за допомогою алгоритмів маршрутизації.

Алгоритми маршрутизації повинні бути надійними, гнучкими, швидкими, і простими в реалізації, проте, задля досягнення необхідних значень одних параметрів будемо втрачати продуктивність в інших параметрах, наприклад: збільшуючи швидкодію, можна втратити простоту реалізацію тощо.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		3

Використовуючи підхід моделювання, а в нашому випадку – моделювання комп'ютерних систем, можна на етапі розробки виявити всі недоліки та слабкості певної мережі передачі даних, і тим самим обрати найбільш оптимізоване, ефективне рішення таким самим чином, як і при створенні нової мережі можна змодельовати й вже існуючу мережу, не прибігаючи до її фізичного тестування. Тим самим можна зекономити ресурси і є можливість аналізувати модифікації існуючої мережі використовуючи ресурси комп'ютерів.

Отже, для створення ефективної комп'ютерної мережі необхідно спочатку змодельовати і протестувати її, результати першого аналізу дозволять в подальшому оптимізувати і перебудувати мережу задля досягнення оптимальнішого результату. Також варто виконати тести на завантаження мережі при максимальних параметрах, тим самим перевіряючи ефективність в критичних моментах.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		4

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Основним завданням курсового проекту є розробка системи моделювання функціонування комп'ютерної мережі та дослідження

1. особливостей передачі у дуплексному/напівдуплексному каналах
2. передачі повідомлень різного розміру
3. визначення кількості переданих пакетів і співвідношення їх складових (інформаційна і службова частини трафіку).

Розробити програму, яка дозволяла б моделювати процес визначення маршруту передачі повідомлень в мережі передачі даних заданої конфігурації та передачу повідомлень довільного розміру в режимах:

- віртуального каналу;
- дейтаграмному режимі.

Завдання 1. Задати конфігурацію мережі передачі даних, що має мінімум 24 комунікаційних вузлів, 2 канали - супутникові що має n комунікаційних вузлів і ступінь 4 (середня кількість каналів підключених до комунікаційного вузла). Кожний канал передачі (канал зв'язку між комунікаційними вузлами) характеризується наступною сукупністю параметрів: вага лінії 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 15, 21 (комплексний показник, який враховує різні характеристики каналу), тип (дуплексний, напівдуплексний) та ймовірність виникнення помилок. До кожного $n/2$ -го комунікаційного вузла підключена робоча станція.

Завдання 2. Використовуючи заданий алгоритм визначити найкоротший маршрут між однією робочою станцією мережі та всіма іншими. Визначити маршрут (маршрути) з мінімальною кількістю транзитних ділянок. Представити таблиці відстаней та маршрутів у кожному комунікаційному вузлі мережі передачі даних.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

Завдання 3. Провести серію тестів (не менше 10) з використанням створеної моделі мережі.

- Визначити час доставки повідомлень **різного розміру** при передачі пакетів **різної довжини** при організації віртуального каналу та при передачі в дейтаграмному режимі.

- **Обґрунтувати** вибрані розміри інформаційних і службових (управляючих) пакетів.

- Визначити кількість управляючих та інформаційних пакетів, необхідних для передачі повідомлень різного розміру при різних значеннях розміру пакету, при встановленні логічного з'єднання між вузлами мережі, організації віртуального каналу та при передачі в дейтаграмному режимі.

- Визначити загальний розмір управляючого та інформаційного трафіків.

- Визначити затримку передачі між найбільш територіально віддаленими робочими станціями.

- Визначити, як впливає ймовірність виникнення помилок на розмір службового трафіку. Представити залежність службового трафіку від розміру інформаційного пакету

Завдання 4. Представити отримані результати у вигляді графіків (таблиць, діаграм тощо). Порівняти отримані результати за загальною

кількістю переданих пакетів (інформаційних і службових) та розміру інформаційного та службового трафіків. Зробити обґрунтовані висновки!

Завдання 5. (додаткове). Визначити середню інтенсивність запитів на передачу повідомлень від кінцевих вузлів, при якій час очікування його обслуговування не буде перевищувати заданий час T .

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1.1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

Маршрутизація — процес визначення маршруту прямуювання інформації між мережами. Маршрутизатор приймає рішення, що базується на IP-адресі отримувача пакету. Для того, щоб переслати пакет далі, всі пристрої на шляху слідування використовують IP-адресу отримувача. Для прийняття правильного рішення маршрутизатор має знати напрямки та маршрути до віддалених мереж.

У загальнодоступному значенні слова маршрутизація означає пересування інформації від джерела до пункту призначення через об'єднану мережу.

Варто підкреслити та звернути увагу, що маршрутизація – це саме процес визначення в мережі n -ої кількості або множини оптимальних (у рамках обраних параметрів) маршрутів між заданою парою або множиною мережних вузлів і шляхів передачі інформації, які й утворюють комп'ютерну мережу.

В маршрутизації можна виділити 2 основних процеси:

1. Визначення оптимального маршруту/напрямку/шляху маршрутизації;
2. Транспортування інформаційного потоку (пакетів) через комп'ютерну мережу (комутація).

Транспортування пакетів (комутація) є відносно простим і інтуїтивно зрозумілим процесом, який включає в себе забезпечення надійності фізичної мережі (бо більшість помилок при передачі виникають або при порушенні цілісності каналу передачі даних або при наявності завад на маршруті передачі). Ці задачі вирішують завадостійкі коди і шифрування інформаційних потоків таким чином, щоб навіть при порушенні цілісності інформації на кінцевій станції прийому було б можливим зрозуміти суть повідомлення, або ж існувала можливість відтворення її за криптографічними алгоритмами.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Інше питання – це визначення й ініціалізація маршруту. Як правило перед використанням усіх можливих варіантів побудови мережі передачі інформаційних пакетів даних ми визначаємо необхідні параметри які нам необхідні для досягнення поставлених цілей (швидкодія, надійність, простота, тощо.). Завдяки цьому обираються необхідні показники/змінні за якими і будуть оцінюватися оптимальність маршруту. А необхідні для програмної реалізації алгоритмів обчислення оптимізованих маршрутів.

Результати ж алгоритмів подаються у вигляді таблиць маршрутизацій, завдяки цим таблицям можна зберігати інформацію про всі маршрути, звідси й обчислювати, порівнювати і формувати шляхи передачі даних.

Маршрутна інформація у вигляді таблиць маршрутизації зберігає всю необхідну інформацію для подальшої програмної або ручної обробки, але треба зауважити, що ці таблиці динамічно змінні і постійно оновлюються, тому ручна обробка не має практичного змісту. Натомість, в нагоді стає програмне забезпечення, що і буде в постійному режимі оброблювати дані із таблиць.

1.2 ПОНЯТТЯ НАЙКОРОТШОГО МАРШРУТУ

В курсовому проекті постає проблема – пошук оптимального шляху між комутаційними вузлами. Перше, що спадає на думку – це знайти найкоротший маршрут, але найкоротший маршрут – не завжди оптимальний, тому вводимо ще один параметр, який необхідний при проектуванні реальних комп'ютерних мереж – це ступінь спотвореності інформації на кінцевій станції приймача інформації. Робимо висновок, що найкоротший шлях дає не тільки можливість швидкого пересилання інформації, а ще й дає доволі високу вірогідність того, що інформація буде менш спотворена, якщо вона проходила за будь-яким іншим каналом зв'язку.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		8

Отже, рішенням цієї проблеми – це пошук найкоротшого маршруту в даній комп'ютерній мережі.

Задача ускладнюється тим, що при передачі даних пакети, як правило, проходить n -ну кількість комутаційних вузлів (від початкового вузла А і кінцевим вузлом Б). Це і є найважливішою функцією мережного рівня еталонної моделі при створенні комп'ютерних мереж (алгоритми пошуку і ініціалізації найкоротшого маршруту).

1.3 ПАРАМЕТРИ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ

До цього було зазначено про абстрактні параметри ліній передачі і параметри, які необхідно враховувати, щоб встановити ваги цих ліній передач (дати їм числове порівняння складності передачі інформації за цими каналами зв'язку). Отже, розглядаючи канали зв'язку, варто враховувати:

1. Число сусідніх зв'язків
2. Відстань між Вузлами Комутації
3. Затримка передачі (ping)
4. Пропускна здатність каналів зв'язку (бітова швидкість передачі)
5. Вартість експлуатації, тощо.

Саме ці параметри характеризують лінії передачі інформації. Вводячи свої коефіцієнти (для виділення важливих для нас параметрів в порівнянні з іншими) можемо розраховувати ваги ліній передач. Однак в нашій задачі лінії передачі вже мають відповідні ваги у числовому представленні, тому ця операція не має змісту при вирішенні нашої задачі моделювання комп'ютерної мережі.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

1.4 МЕТОДИ МАРШРУТИЗАЦІЇ

Розглянемо методи маршрутизації. Загалом, можна визначити методи маршрутизації як показано на рис. 1:



Рис. 1 – Методи маршрутизації

Слід описати кожен із методів більш докладно:

Прості:

Ці методи наразі не використовуються на практиці, але вони мають місце бути для аналізу і формувань знань про базові принципи пошуку найкоротшого маршруту.

Випадковий метод – алгоритм/метод, що дозволяє кожному комутаційному вузлу за допомогою відповідного програмного забезпечення випадковим чином обрати канал вихідного напрямку передачі даних, таким чином будується маршрут передачі даних. Цей метод має великі недоліки: по-перше – в середньому довжина маршруту буде набагато більшою, в порівнянні з іншими алгоритмами, по-друге – цей метод провокує великі затримки у мережі, коли він намагається знайти маршрут передачі, по-третє – існує ймовірність, що під час так званого «блукання» цей алгоритм може і не знайти кінцеву точку комутації й загубитися у маршрутній мережі, і по-четверте – з’являється ефект «розмноження» потоків, коли копії одного пакету знаходяться на різних каналах зв’язку.

ІАЛЦ.467200.003 ПЗ

Арк.

10

Зм. Арк. № докум. Підп. Дата

Лавинний метод – алгоритм, який в своїй основі використовує ефект «розмноження» потоків, а саме вузол, який отримує інформацію, відправляє копію цього пакету усім своїм сусіднім вузлам, крім того, від якого він сам і прийшов. Недоліком цього методу – це неоптимальне використання пропускної здатності мережевих комунікацій, але, при цьому, він не потребує побудови таблиць маршрутизацій. Не дивлячись на те, що цей метод передає пакети по всій мережі, він має невелику затримку при передачі за рахунок тієї ж передачі по всій мережі, включаючи найкоротший маршрут, по якому і прийде перший пакет.

Складні (Таблична маршрутизація):

Детермінований метод (статична) – передбачає ручне створення і корегування таблиць маршрутизацій. Цей метод ефективний лише для невеликих і мало завантажених мереж, так як із збільшенням вузлів і каналів зв'язку будуть збільшуватись і таблиці маршрутизацій, що збільшують ймовірність помилки оператора, що буде їх опрацьовувати через велику кількість даних.

Адаптивний метод (динамічна) – передбачає пристосування алгоритму маршрутизації до реального стану мережі. Недоліком методів адаптивної маршрутизації є складність прогнозування стану мережі. Зараз використовуються наступні основні методи адаптивної маршрутизації:

- **маршрутизація за досвідом.** Кожний пакет має лічильник пройдених каналів. Транзитні пакети скеровуються у випадкові канали. У вузлах мережі створюється таблиця найближчих вузлів для конкретного адресата;

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		11

• **метод якнайшвидшого передавання.** Мета - якнайшвидше позбутись від транзитного пакету. В методі використовується глобальна інформація про наявність та довжину черг до вихідних каналів;

• **локально-адаптивна маршрутизація.** Вибір напрямку передавання здійснюється на підставі локальної інформації про наявність та довжину черг до вихідних каналів;

• **розподілена маршрутизація.** У кожному вузлі зберігаються таблиці маршрутизації, в яких вказані маршрути до кожного з адресатів з мінімальною затримкою. Спочатку ці таблиці будують на підставі теоретичних обчислень за відомою топологією, а потім ці дані поновлюються з використанням спостережень. В мережі, при цьому, завжди існує трафік маршрутизації (до 50% трафіку);

• **централізована маршрутизація.** Таблиця маршрутизації формується на сервері домена і передається на всі вузли. Таблиця маршрутизації будується на основі інформації, яку передають вузли. Так як ми з самого початку маємо повну інформацію про мережу (дані як правило зберігаються на сервері), він оперує інформацією про кожну лінію зв'язку, На практиці алгоритми, що володіють глобальною інформацією про стан мережі, часто називають **алгоритмами, заснованими на станах ліній**, оскільки алгоритм повинен знати вартість кожної лінії в мережі. ;

• **децентралізована маршрутизація.** Таблиця маршрутизації будується ітераційно, так як ми не маємо повної інформації про мережу, тому ми покроково (ітераційно), починаючи від одного вузла, збираємо інформацію, переходячи по його сусіднім вузлам, тим самим, формуючи таблицю маршрутизації.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

Варто також перелічити історичні і вживані протоколи, які базуються на вище перелічених методах: протоколи динамічної маршрутизації, в залежності від типу алгоритмів, на яких вони засновані, поділяються на два види: протоколи маршрутизації по вектору відстаней (засновані на Distance Vector Routing Protocol (DVRP)) та протоколи з урахуванням стану каналу (засновані на Link State Routing Protocol (LSRP)).

Найвідомішим і найстарішим дистанційно-векторним протоколом є **протокол RIP** (Routing Information Protocol). Цей протокол, який є відкритим і підтримується мережним обладнанням всіх виробників, досить простий в налаштуванні. Як метрику використовує інформацію про кількість проміжних маршрутизаторів, що іноді призводить до неоптимальної маршрутизації.

Протокол IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) теж належить до групи дистанційно-векторних протоколів. Він був розроблений у середині 80-х років минулостоліття фірмою Cisco.

Протокол OSPF (Open Shortest Path First), аналогічно RIP, відноситься до відкритих протоколів, однак базується на принципово інших підходах щодо визначення маршрутів. Кожний маршрутизатор на основі інформації про топологію всієї мережі розраховує оптимальні маршрути, використовуючи алгоритм Дейкстри. Метрики розраховуються на основі пропускної спроможності каналів. Широко застосовується в гетерогенних мережах.

Протокол IS-IS (Intermediate System To Intermediate System) також є стандартним протоколом класу IGP і за принципом роботи дуже схожий на OSPF. Відмінності полягають в реалізації багатозонної маршрутизації. Крім того, IS-IS підтримує більшу кількість маршрутів, що робить його більш привабливим з точки зору масштабованості.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

Протокол EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) розроблений фірмою Cisco як альтернатива IGRP. Він уособлює позитивні риси як дистанційно-векторних протоколів, так і протоколів з урахуванням стану каналу.

Протоколи маршрутизації з урахуванням стану каналу принципово відрізняються від дистанційно-векторних. Головна відмінність — наявність в кожному маршрутизаторі інформації про топологію всієї мережі, на основі якої здійснюється розрахунок оптимальних маршрутів. Для визначення маршруту, як правило, використовується алгоритм маршрутизації з урахуванням стану каналів зв'язку, який ще називають алгоритмом вибору найкоротшого шляху (Shortest Path First — SPF).

Узагальнюючи, можна сказати, що найважливішими є децентралізовані і централізовані алгоритми, а саме: динамічний глобальний алгоритм, заснований на станах ліній, і динамічний децентралізований дистанційно-векторний алгоритм.

Для вистежування змін в топології зв'язків мережі, змін в існуючих маршрутах і синхронізації таблиць маршрутизації серед маршрутизаторів і вузлів мережі використовуються протоколи обміну маршрутною інформацією. При цьому ці протоколи можуть ґрунтуватися на дистанційно-векторних алгоритмах, прикладом використання яких є протокол RIP, що має реалізації для роботи в різних стеках протоколів, таких, як TCP/IP або IPX/SPX, або на алгоритмах стану зв'язків, наприклад як протоколи IS-IS стека OSI, NLSP стека IPX/SPX, OSPF стека TCP/IP (IGRP, OSPF, EIGRP тощо).

ІАЛЦ.467200.003 ПЗ

Арк.

14

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

1.5 ОПИС ЗАДАНОГО АЛГОРИТМУ МАРШРУТИЗАЦІЇ

В цьому курсовому проєкті використовується протокол маршрутизації з урахуванням стану каналів зв'язку.

Взагалі протоколи маршрутизації з урахуванням стану каналу принципово відрізняються від дистанційно-векторних. Головною відмінністю є наявність на кожному маршрутизаторі інформації про топологію мережі, на основі якої і здійснюється пошук та розрахунок оптимальних маршрутів. Даний протокол є протоколом динамічної маршрутизації. Для знаходження найкоротшого маршруту використовується алгоритм Дейкстри. Даний алгоритм дає можливість швидко реагувати на зміни в мережі, розсилати оновлення лише у разі змін та через великі проміжки часу надсилати оновлення стану каналу.

Для реалізації цього типу маршрутизації використовуються наступні компоненти:

- анонси стану каналу LSA (Link-State Advertisement) – невеликі пакети, які містять інформацію про параметри та стан безпосередньо приєднаних до маршрутизатора каналів;
- топологічна база даних, що створюється кожним з маршрутизаторів на основі інформацію отриманої з LSA;
- алгоритм вибору найкоротшого маршруту (алгоритм Дейкстри) використовується для знаходження оптимальних шляхів до всіх мереж
- таблиці маршрутизації містять необхідну інформацію про всі відомі мережі та інтерфейси, через які проходять оптимальні маршрути та метрики цих маршрутів.

Процес створення таблиці маршрутизації засобами протоколу LSR містить наступні етапи:

ІАЛЦ.467200.003 ПЗ

Арк.

15

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

1. Кожний маршрутизатор вивчає інформацію про всі безпосередньо приєднані мережі.

2. Кожний маршрутизатор відправляє в усі безпосередньо приєднані мережі пакет Hello для встановлення так званих сусідських відносин, в результаті чого формується база даних «сусідів».

3. Кожний маршрутизатор формує LSA і відправляє їх всім своїм сусідам.

4. Отримавши LSA, кожний маршрутизатор заносить цю інформацію до власної топологічної бази і відправляє анонс іншим сусідам.

5. Отримавши LSA від усіх маршрутизаторів, кожний маршрутизатор будує граф мережі, вершинами якого є маршрутизатори та локальні мережі, а ребрами — канали зв'язку між ними.

6. Застосовуючи алгоритм Дейкстри, кожний маршрутизатор будує логічну топологію у вигляді дерева, коренем якого є він сам, а гілками — мінімальні маршрути до інших вершин графу.

7. Маршрутизатор заносить до таблиці маршрутизації найкращі маршрути та порти, через які вони доступні.

Після завершення формування таблиці маршрутизації кожний маршрутизатор періодично відправляє своїм сусідам пакети Hello, які підтверджують працездатність роботи маршрутизатора та відповідних каналів зв'язку. Це і є єдиний службовий трафік, за умови відсутності змін в топології мережі.

Метрика в одному з найпоширеніших протоколів LSA OSPF двома способами: адміністратором чи автоматично на основі смуги пропускання. Більшому значенню пропускнуої смуги відповідає менше значення метрики. В протоколі OSPF метрика називається вартістю.

У разі будь-яких змін: поява нових мереж, або втрата зв'язку з вже існуючими генеруються відповідні LSA та надсилаються сусіднім маршрутизаторам, ті в свою чергу розповсюджують інформацію далі.

ІАЛЦ.467200.003 ПЗ

Арк.

16

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Після цього, кожний відповідно модифікує свою топологічну базу та перераховує маршрути за допомогою алгоритму Дейкстри.

Дані особливості роботи створюють додаткові умови для маршрутизаторів, вони повинні мати достатню кількість оперативної пам'яті для зберігання усієї інформації та потужний процесор, який вираховуватиме найкоротші маршрути.

Безперечно перерахунок оптимальних маршрутів значно покращує роботу в цілому даного алгоритму та дає можливість швидко реагувати на зміни топології мережі, проте є в цьому і недоліки. При використанні великої кількості маршрутизаторів та каналів. Більше того, збільшення розмірів мережі збільшує топологічну базу та ускладнює задачу пошуку оптимальних маршрутів.

Даний алгоритм ділить вузли на два типи: тимчасові та постійні. Тимчасовий вузол, як наслідок, може бути замінений на другий тимчасовий, якщо буде знайдений коротший шлях до даного вузла. Якщо стає відомо, що більше не існує коротшого шляху, статус тимчасового вузла змінюється на постійний. Даний процес продовжується, допоки алгоритм не дійде до кінцевого вузла.

2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 ОПИС ТА ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ

В даному курсовому проєкті було розроблено програму для моделювання комп'ютерної мережі та симуляції передачі повідомлень в мережі незалежно від топології самої мережі.

Дана програма визначає маршрут пакету за допомогою алгоритму маршрутизації з урахуванням стану каналів зв'язку.

Користувач має можливість змодельовати мережу та процес передачі даних по ній повідомлень в двох режимах: в режимі віртуального каналу та дейтаграмному режимі. Користувач також має можливість вибрати топологію, розмір інформаційної та службової частин повідомлення, тип каналу: звичайний, напівдуплексний, супутниковий, та обрати метод генерації величини ваги каналу (випадково чи з множини значень).

Також дана програма моделює особливості розбиття повідомлення на пакети перед передачею та відновлення повідомлення пакету на місці призначення.

В результаті користувач може отримати інформацію про:

- час передачі від початкового вузла до кінцевого;
- кількість пакетів на яку було розбито повідомлення;
- розмір службової інформації;
- маршрут передачі.

Програмний продукт має можливість:

- швидке завдання вручну компонентів топології мережі <мишкою> - вузлів і каналів (повний дуплекс та напівдуплекс);
- політики для каналів: випадкового вибору ваги в заданих межах та константне значення із заданої множини значень;
- політики для буферів каналів: випадкового вибору ваги в заданих межах та константне значення з заданої множини значень;

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

- реалізацію основних звичних для користувача елементів управління: додавання, видалення, виділення вузлів і каналів;
- можливість відключати, включати обрані вузли і канали;
- перегляд покрокового виконання алгоритмів;
- генерування випадкового трафіка повідомлень;
- меню відправлення конкретних повідомлень із однієї в іншу робочу станцію мережі із зазначенням їх розміру.

ІАЛЦ.467200.003 ПЗ

Арк.

19

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

2.2. СТРУКТУРА РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ

Програмний код розбито на 2 файли, які відповідають за окремі частини функціоналу.

Концептуальна модель програмного продукту (рис. 17):

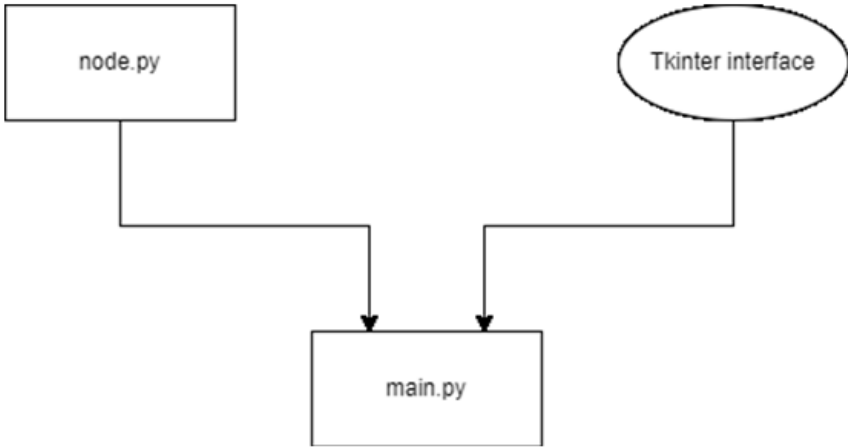


Рисунок 17 – концептуальна модель програми

Програма складається з:

- керуючого модулю `main.py`, який виконує роль точки входу в програму, керує модулем `node.py` та створює графічний інтерфейс, з яким працює користувач;
- модулю `node.py` – відповідає за створення вузла в мережі, його фактичну взаємодію з мережею (будування ТМ, надсилання та обробка LSA, відправлення повідомлень тощо).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

2.3. ОПИС ІНТЕРФЕЙСУ РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ

Графічний інтерфейс складається з трьох частин: область для завантаження та збереження мережі с файлової системи, область керування мережею та область побудови мережи (рис. 18).



Рис. 18 – Головне вікно програми

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Розглянемо кожну область детальніше:

1) Область для побудови мережі (рис. 19) – в ній користувач може додавати, видаляти та виділяти вузли, станції, канали.



Рис. 19 – Область для побудови мережі

2) Меню керування мережею (рис. 20) – у цій області знаходяться кнопки: “New Node” – «Новий вузол», “Remove Node” – «Видалити вузол», “Station” – «Режим створення станцій» , “Create Channel” – «Створити канал», “Remove Channel” – «Видалити канал», “Duplex” – «Режим дуплексного каналу», “Half-Duplex” – «Режим напівдуплексного каналу», “Set Channel Costs” – «Режим генерації вартості каналу з множини», “Random Channel Costs” – «Режим генерації випадкової вартості каналу»

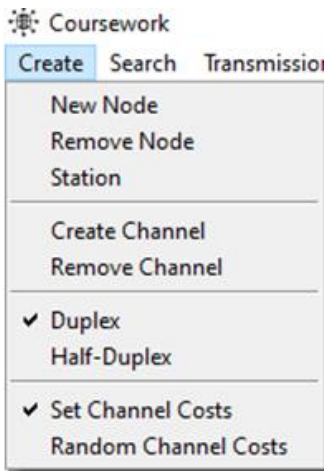


Рис. 20 – Меню керування мережею

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Опишемо основний функціонал програми.

Уявимо, що користувачу необхідно створити мережу, яка складається з двох вузлів та однієї станції. Для цього необхідно натиснути кнопку “New Node” лівою кнопкою миші, клікнути в місце, де повинен стояти вузол, повторити це для іншого вузла, а потім натиснути лівою кнопкою миші “Station”, знову натиснути “New Node” та клікнути у місце, де має стояти станція (рис. 21). На рисунку можна помітити, що умовне позначення вузла – коло, а станції – квадрат.

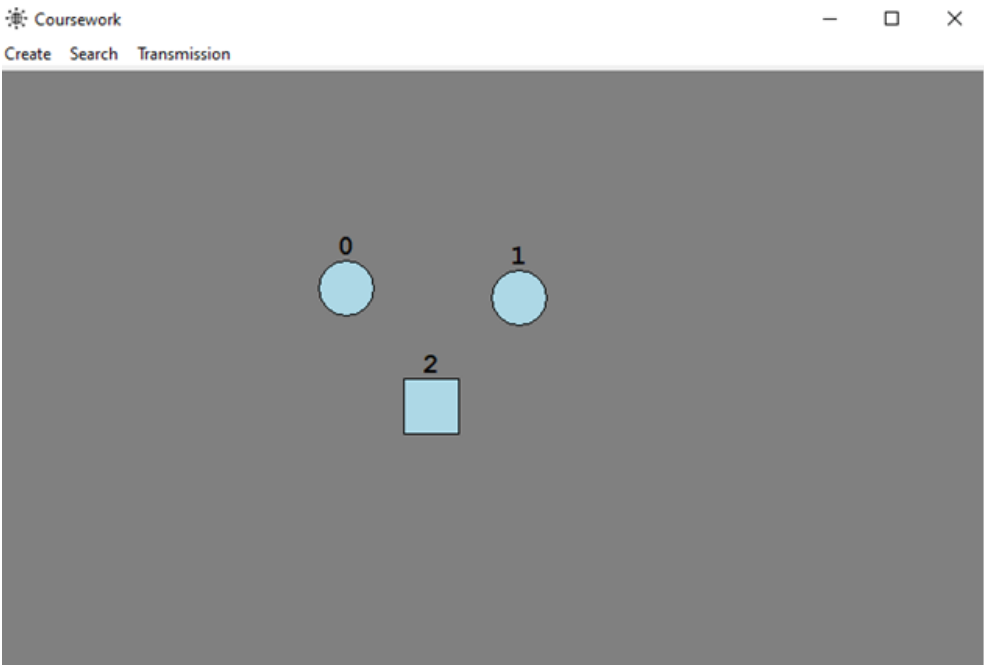


Рис. 21 – Приклад створення двох вузлів та станції

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Для того, щоб створити канал між двома вузлами, необхідно вибрати лівою кнопкою кнопку “Add Channel”, а потім натиснути вузол, від якого необхідно провести канал. Після цього в області для побудови мережі з’явиться відображення каналу, що веде до курсора (рис. 22).

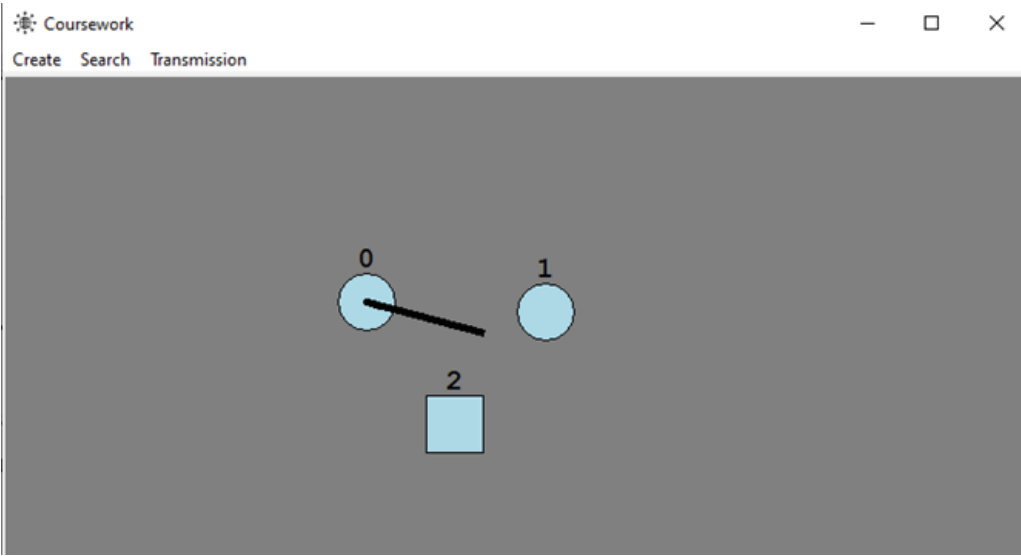


Рис. 22 – Вид після вибору першого вузла каналу

Далі необхідно натиснути на другий вузол, який необхідно з’єднати каналом. Після цього утвориться канал із налаштуваннями, вказаними в меню керування мережею.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

В залежності від вибраного типу каналу від буде відображений неперервною лінією – якщо канал дуплексний, або пунктиром – якщо канал напівдуплексний (рис. 23).

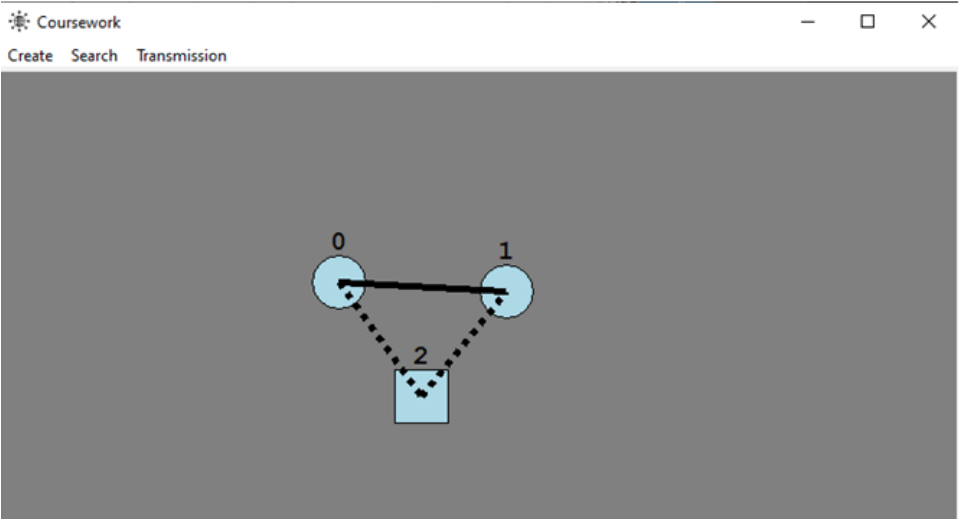


Рис. 23 – Вигляд каналів в залежності від типу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Щоб подивитися властивості вузла, необхідно натиснути двічі лівою кнопкою миші на вузол. Після цього з’явиться вікно, в якому вказана інформація про вузол та кнопки взаємодії з ним (рис. 24):

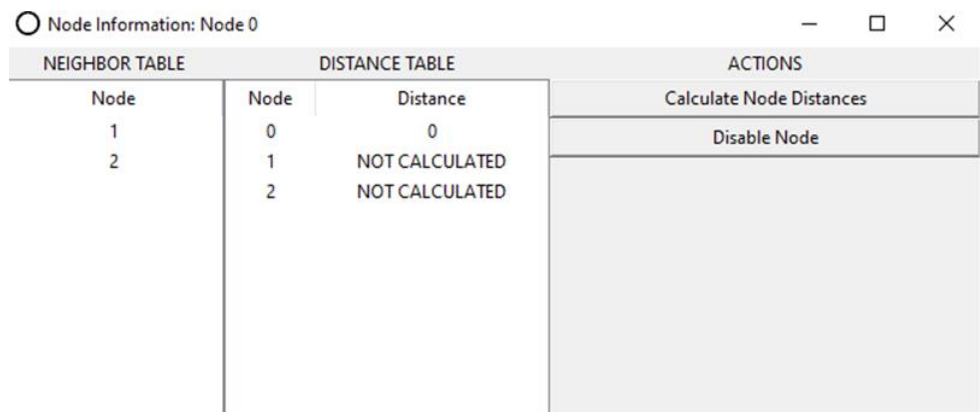


Рис. 24 – Вікно взаємодії з вузлом

Для станцій також існує можливість відправляти повідомлення (рис.25):

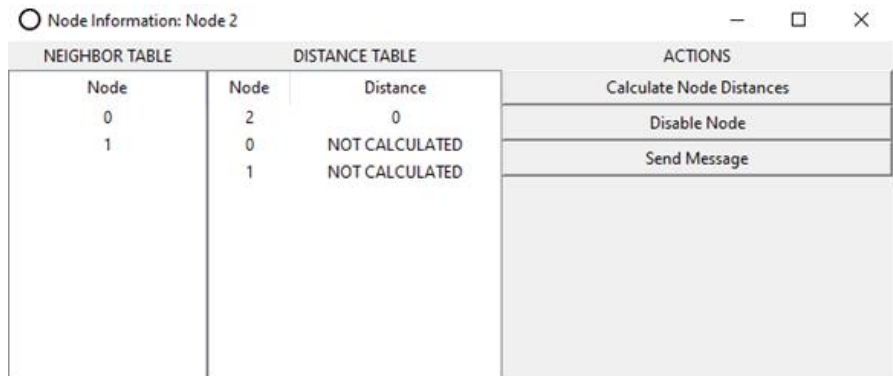


Рис. 25 – Вікно взаємодії зі станцією

3. ПРОЦЕС ТЕСТУВАННЯ ПЕРЕДАЧІ ПОВІДОМЛЕНЬ

Побудуємо комп'ютерну мережу в нашому програмному продукті перед початком тестування.

За заданим варіантом маємо: Передбачити введення топології мережі, яка складається з мінімум 24 комунікаційних вузлів, 2 канали - супутникові. Ваги каналів обираються випадковим чином зі значень 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 15, 21. Середній ступінь заданої мережі повинен бути 4. До кожного $n/2$ -го комунікаційного вузла підключена робоча станція. Скористатися алгоритмом маршрутизації з урахуванням стану каналів зв'язку для передачі пакета у мережі передачі даних з одного вузла у всі інші вузли.

Дана станція зображена на рисунку (рис. 26).

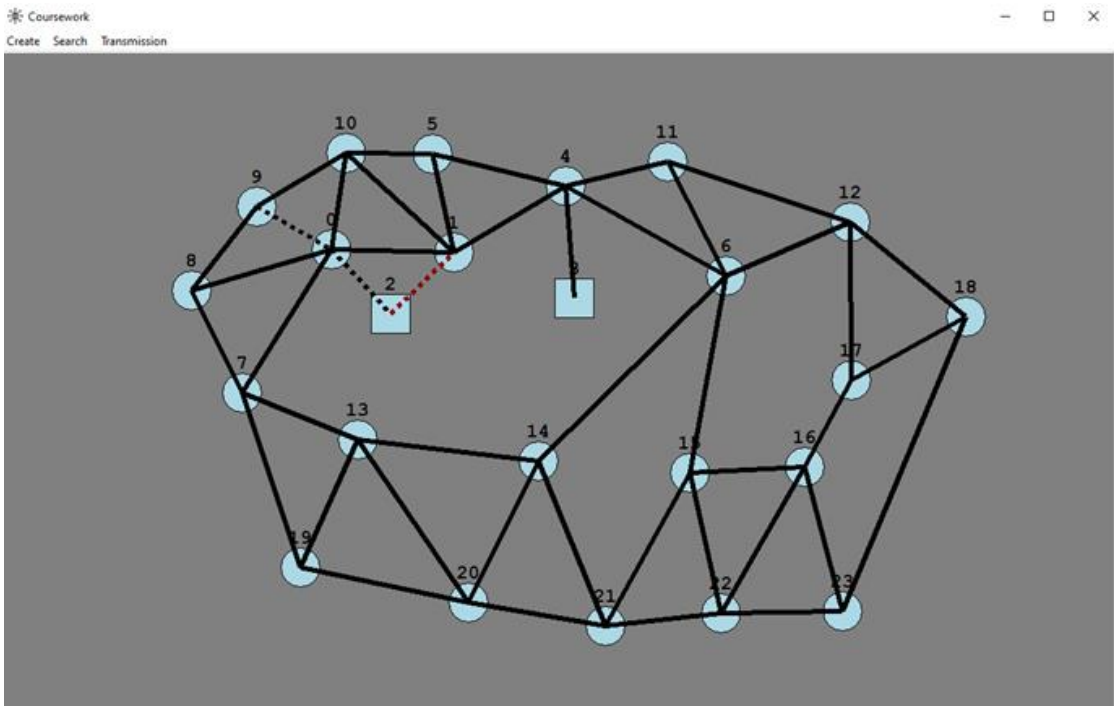


Рис. 26 – Мережа заданої топології

Спочатку змодельюємо ситуацію в якій розмір пакету буде сталим, а розмір повідомлення буде збільшуватись. Нехай початковий розмір повідомлення буде

ІАЛЦ.467200.003 ПЗ

Арк.

27

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

500 байтів, а розмір пакету візьмемо рівним 150 байтам. Визначимо, як змінюється час передачі повідомлення та кількість переданої службової інформації при поступовому збільшенні розміру повідомлення.

Тип каналу	Розмір повідомлення	Розмір пакету	Кількість службової інформації	Час передачі
Дейтаграмний	500	150	275	11340
Віртуальний канал	500	150	660	16275
Дейтаграмний	1500	150	715	33939
Віртуальний канал	1500	150	1045	41891
Дейтаграмний	2000	150	935	44900
Віртуальний канал	2000	150	1210	53265

Таблиця 1 - Зміна кількості службової інформації та часу передачі повідомлення при сталому розмірі пакету і збільшенні розміру повідомлення

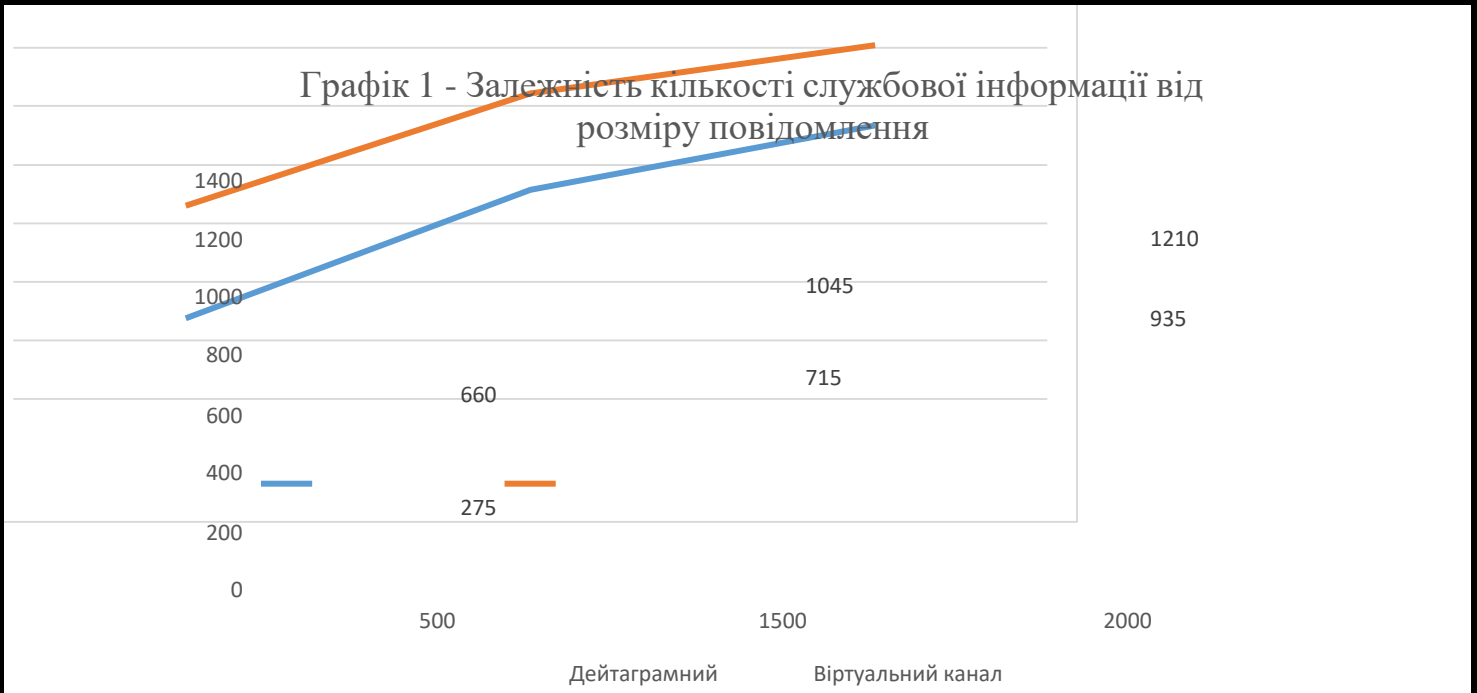
Проаналізувавши отримані результати можна побачити, що при збільшенні розміру пакету як кількість службової інформації так і час передачі збільшуються, це пояснюється тим, що при збільшенні розміру повідомлення відповідно збільшується кількість інформації яку необхідно передати. Дейтаграмний режим збільшення даних не є дуже різким, тому що ніяких додаткових службових пакетів підтвердження не відправляється. У режимі ж зі встановленням віртуального каналу та логічного каналу це значно помітніше, адже на кожен інформаційний пакет є службовий пакет підтвердження отримання.

Зобразимо залежність на графіку:

ІАЛЦ.467200.003 ПЗ

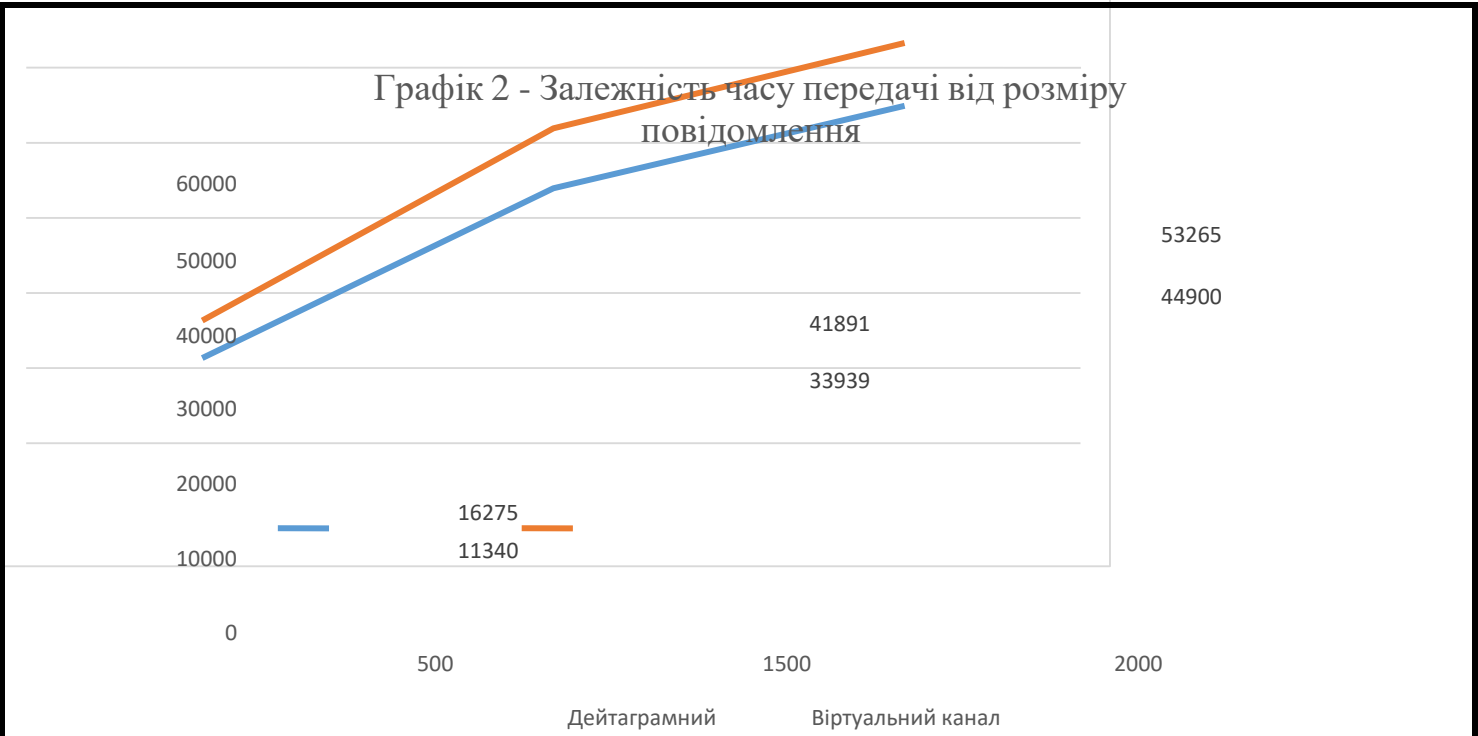
Арк.

28



На графіку видно різницю в кількості службової інформації між дейтаграмним режимом та зі встановленням віртуальним каналом. Для дейтаграмного режиму цей показник є меншим, ніж для віртуального каналу. Це можна пояснити тим, на відміну від дейтаграмного, віртуальний канал забезпечує надійну передачу даних в комп'ютерній мережі, можливість виправлення помилок, керування потоками даних, впорядкування блоків даних, а також передбачає процедуру встановлення, підтримки та розриву з'єднання між об'єктами верхніх рівнів.

Зобразимо графік залежності часу передачі від збільшення розміру повідомлення:



На графіку знову видно, що дейтаграмний режим потребує найменше часу для передачі всієї інформації, це пояснюється тим, що він не забезпечує надійну передачу інформації.

На графіку ми також можемо побачити, що віртуальний канал має більший час передачі ніж дейтаграмний, хоча має меншу кількість службової передачі, через те, що не додає адресу отримувача в пакет, це пояснюється тим, що віртуальний канал має сталий маршрут який може бути завантаженим в момент передачі даних. Тож в даній ситуації віртуальний канал виходить найдовшим.

Далі змодельюємо ситуацію, при якій розмір повідомлення залишається сталим, в той час як розмір пакету зростає. Нехай розмір повідомлення буде сталим та буде дорівнювати 1024 байтів, при цьому буде збільшуватись розмір пакету.

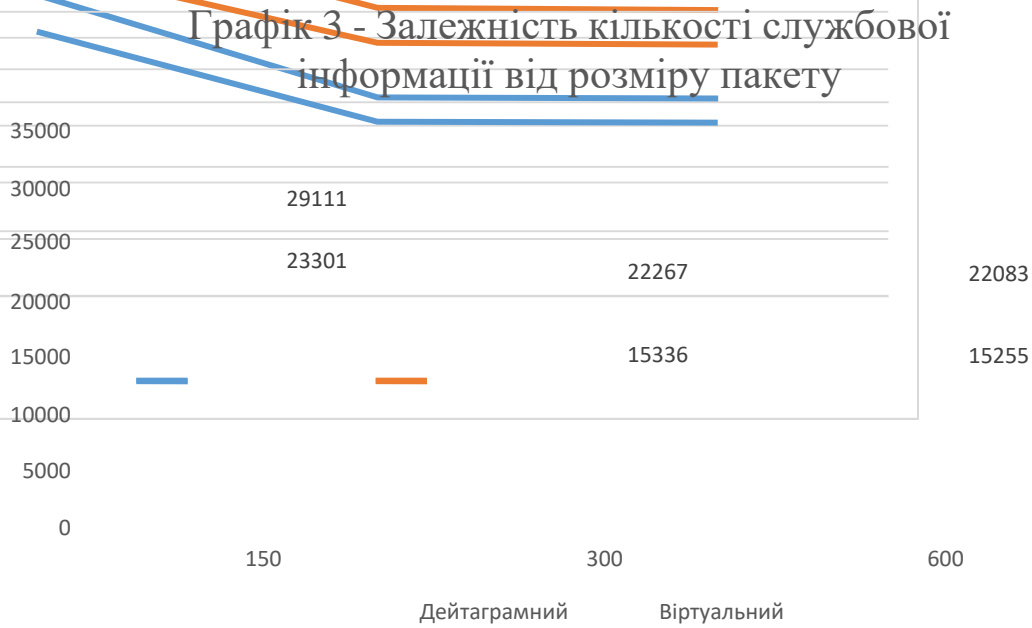
Тип каналу	Розмір повідомлення	Розмір пакету	Кількість службової інформації	Час передачі
Дейтаграмний	1024	150	495	23301
Віртуальний	1024	150	880	29111
Дейтаграмний	1024	300	220	15336
Віртуальний	1024	300	660	22267
Дейтаграмний	1024	600	110	15255
Віртуальний	1024	600	550	22083

Таблиця 2 – Аналіз зміни часу передачі повідомлення та розміру службової інформації при сталому розмірі повідомлення та збільшенні розміру пакета

В таблиці чітко видно, що при збільшенні розміру пакету значно зменшується кількість інформації, тому що у разі збільшення розміру пакету зменшується кількість службової інформації на даний розмір інформаційної частини, необхідна більша кількість пакетів, щоб передати всі дані, а отже й більше службової інформації, яка додається до кожного пакету. Більш того можна помітити, що зі збільшенням пакету зменшується час передачі, тому що оскільки в нас менша кількість службової інформації, то й розмір всього трафіку в цілому стає менший, а отже необхідно менше часу, щоб відправити всі пакети.

Відобразимо отримані результати на графіках. На першому графіку зобразимо залежність кількості службової інформації від розміру пакету, на другому залежність часу передачі від розміру пакету.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		31



На даних графіках можна побачити, що найкращі часові характеристики так і найменший розмір пакету має дейтаграмний режим, це пояснюється тим, що дейтаграмний не потребує попереднього встановлення зв'язку та немає підтвердження отримання повідомлення, відповідальність за отримання всіх повідомлень та їх порядок реалізується на приймаючій стороні.

ІАЛЦ.467200.003 ПЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

4. АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

В даному курсовому проєкті були проведені тести, спрямовані на аналіз залежності часу передачі даних та кількості службової інформації від розміру пакету та розміру повідомлення. Дані тести були проведені в двох режимах: дейтаграмний та в режимі віртуального каналу. Було перевірено, чи відповідають результати тестів теоретичним відомостям. Результати повною мірою відповідають теорії. Це свідчить про правильність виконання курсового проєкту. Серед двох типів каналів найшвидшим за часом передачі виявився дейтаграмний, це пояснюється тим, що він не встановлює попереднього з'єднання, не відправляє підтвердження про отримання повідомлення та не має можливості виправити помилки. В такому випадку можна зробити висновок, що курсовий проєкт було змодельовано правильно.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		33

ВИСНОВКИ

В даному курсовому проєкті було досліджено використання різних способів передачі даних в мережі передачі даних та використання алгоритму . Для цього було розроблено програму для моделювання процесу передачі даних будь-якого розміру різними типами каналів та в різних режимах з'єднання. В даній програмі змодельовати мережу в двох режимах:

- дейтаграмний;
- віртуального каналу;

В програмі була використана маршрутизація з урахуванням стану каналу, головним принципом, якого є наявність в кожному маршрутизаторі інформації про топологію всієї мережі, за рахунок цього будуються оптимальні маршрути. Для визначення маршруту пакету використовується алгоритм Дейкстри. Даний протокол маршрутизації є досить ефективним для невеликої мережі, тому що будь-які зміни в мережі призводять до перерахунку всієї мережі та збільшення кількості маршрутизаторів може привести мережу в стан постійної конвергенції. Також це збільшує топологічну базу, таким чином ускладнюючи пошук оптимального шляху.

В курсовому проєкті було проведено тести, де було досліджено залежність часу передачі та кількості службової інформації від розмірів пакету та інформаційної частини.

Тести були проведенні для різних типів з'єднання. Було визначено, що дейтаграмний режим є найшвидшим, проте не є надійним, тому при передачі може відбуватися втрата інформації. Тим часом передача в режимах з віртуальним каналом та встановленням логічного з'єднання більш повільні, проте надійні, бо попередньо встановлюють з'єднання, відправляють підтвердження отримання

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34

повідомлення та мають можливість виправлення помилок. Результати тестів збігаються з теоритичними відомостями, тож усі результати в курсовому проєкті можна вважати коректними.

Безумовно МПД побудована в курсовому проєкті є досить спрощеною та наглядною, побудована для навчальних цілей для того щоб показати лише ключові механізми роботи МПД, тому не відображає всіх проблем, які можуть зустрічатися в реальному житті, проте програму можна використовувати для розрахунку маршрутизації, попереднього моделювання та візуалізації МПД.

В результаті можна сказати, що при побудові МПД треба враховувати багато факторів, деякі з них було розглянуто в курсовому проєкті, такі як: середній ступінь мережі, протокол маршрутизації, завантаженість мережі, тип каналів, режим зв'язку, надійність. В залежності від вимог необхідно вибирати топологію мережі, режим передачі і так далі.

Моделювання передачі даних мережі - складна задача, але вона дозволяє проаналізувати параметри мережі, що лише проектується. Дозволяє проаналізувати передачу даних в різних режимах та вибрати той, що дає більшу ефективність.

					ІАЛЦ.467200.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		35

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Орлова М. М. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту.

2. Мартинова О. П. Комп'ютерні мережі: конспект лекцій.

3. Linpeng T., Qin L. A Survey on Distance Vector Routing Protocols. arXiv.org.
URL: <https://arxiv.org/abs/1111.1514> (дата звернення: 13.12.2024).

4. Dijkstra's Algorithm [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.programiz.com/dsa/dijkstra-algorithm> (дата звернення: 14.12.2024).

ІАЛЦ.467200.003 ПЗ

Арк.

36

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата