

SECTION: INFORMATION TECHNOLOGY AND CYBERSECURITY

DOI 10.70286/ISU-11.02.2026.012

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТОПОЛОГІЙ БАГАТОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ

Рибак Ольга

кандидат технічних наук, доцент

ORCID: 0000-0002-0250-3037

Кафедра інформаційних технологій проєктування та дизайну
Національний університет «Одеська політехніка», Україна

Багатопроесорні обчислювальні системи дедалі частіше будуються як розподілені структури, у яких велика кількість взаємопов'язаних процесорів або вузлів працюють спільно для досягнення високої продуктивності та надійності. Ефективність таких систем значною мірою визначається їхньою топологією – способом організації взаємозв'язків між елементами багатопроесорного середовища [1]. Схема будови топології визначає швидкість обміну даними, пропускну здатність каналів та відмовостійкість роботи мережі.

Найпростіший принцип організації передбачає лінійна топологія або шина, у якій кожен з вузлів послідовно з'єднаний з двома сусідніми, а крайні елементи мають лише одне підключення. Передача даних у такій структурі відбувається послідовно вздовж лінії, тому повідомлення може проходити через кілька проміжних вузлів, перш ніж потрапити до адресата. Це робить схему простою в реалізації, адже вона потребує мінімальної кількості з'єднань і не вимагає складної маршрутизації. Серед недоліків лінійної топології слід відзначити пряму залежність між зростанням кількості вузлів та часом передачі інформації, що знижує загальну масштабованість системи. Крім того, така будова є ненадійною і чутливою до помилок, адже відмова будь-якого процесора або каналу розриває лінію, порушуючи роботу всієї мережі або її сегмента. Саме тому лінійна топологія застосовується лише в простих системах, де кількість вузлів невелика, а вимоги до продуктивності та стійкості до відмов не критичні.

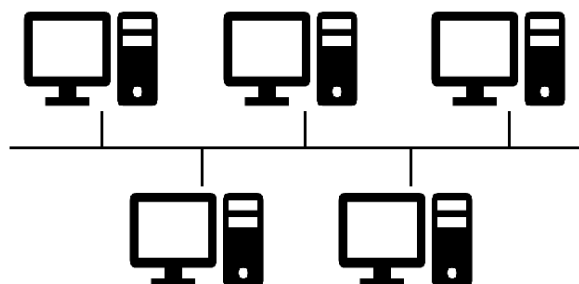


Рисунок 1. Загальний вигляд лінійної топології

Вдосконаленим варіантом лінійного підключення стала топологія «кільце», що передбачає послідовне з'єднання між собою всіх процесорів системи таким чином, щоб останній вузол був підключений до першого, утворюючи замкнену петлю. Передача даних при цьому в залежності від способу підключення може відбуватися в одному або двох напрямках. У випадку використання двонаправлених каналів зв'язку, така будова зменшує ризик повного розриву мережі, оскільки при збоях потік даних може обійти ушкоджену ділянку з іншого боку. Відтак, кільцева топологія є більш надійною, краще витримує навантаження та забезпечує рівномірний розподіл трафіку у порівнянні з лінійною. Проте зі збільшенням числа вузлів у кільці зростає затримка передачі інформації, оскільки кожному повідомленню доводиться проходити через велику кількість проміжних елементів [2].

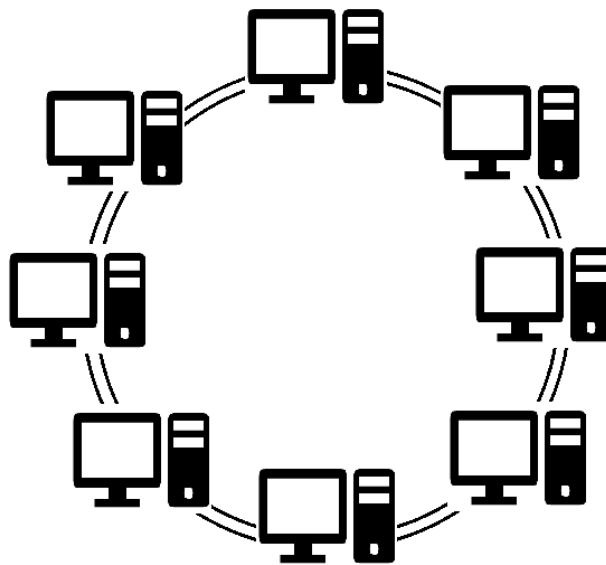


Рисунок 2. Схема підключення у топології «кільце»

Вирішити проблему швидкої передачі даних у системі може топологія «зірка», в архітектурі якої всі периферійні вузли підключені до одного центрального елемента – комутатора. Така структура спрощує управління мережею, оскільки всі комунікації проходять через одну точку, що координує обмін інформацією і забезпечує контроль доступу. Вихід з ладу периферійного процесора не впливає на функціональність усієї системи – в цьому випадку достатньо від'єднати або замінити несправний компонент. Ще однією перевагою цієї схеми топології є можливість простого масштабування мережі, адже додавання нових вузлів не змінює її загальної структури і потребує лише забезпечення з'єднання з центральним елементом. Тим не менш, при такій будові центральний вузол стає критичною точкою системи, і його відмова повністю зупиняє функціонування всієї мережі. Оскільки повне навантаження на обробку трафіку зосереджене саме у комутаторі, необхідно гарантувати високу продуктивність центрального пристрою та надійну роботу каналів, що пов'язують його з периферійними вузлами.

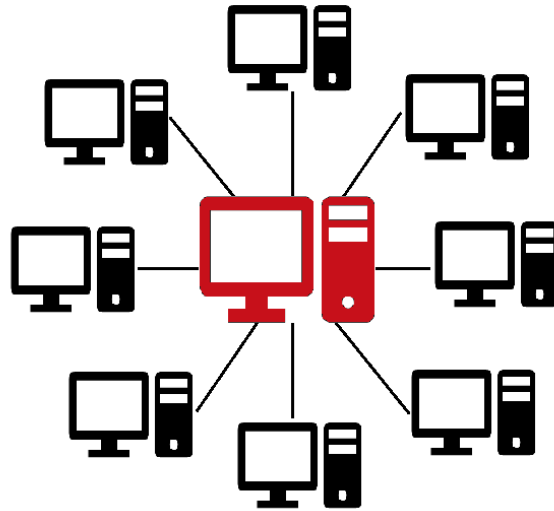


Рисунок 3. Схема підключення у топології «звірка»

Високу надійність та продуктивність роботи багатопроцесорних обчислювальних систем забезпечує топологія «сітка» або «решітка» (mesh або grid). Вона передбачає розташування вузлів у вигляді двовимірної таблиці або тривимірної ґратки, де кожен процесор з'єднаний зі своїми сусідами по горизонталі та вертикалі. У деяких реалізаціях наявні також діагональні зв'язки або додаткові рівні структуризації. За такого типу архітектури мережі кожен вузол має декілька альтернативних шляхів для обміну даними з іншими елементами, а передача інформації відбувається швидше, адже маршрути коротші. Зі збільшенням числа процесорів їх можна впорядковано додавати в нові рядки чи стовпці, не створюючи надмірного навантаження на окремі сегменти мережі. Однією з ключових переваг зазначеної топології є її висока стійкість до відмов: втрата одного або кількох з'єднань рідко призводить до повної непрацездатності системи, тому що повідомлення можуть обходити пошкоджені ділянки іншими маршрутами. Разом з тим така топологія є складнішою й дорожчою у побудові, адже потребує більшої кількості каналів зв'язку та складніших алгоритмів маршрутизації [3].

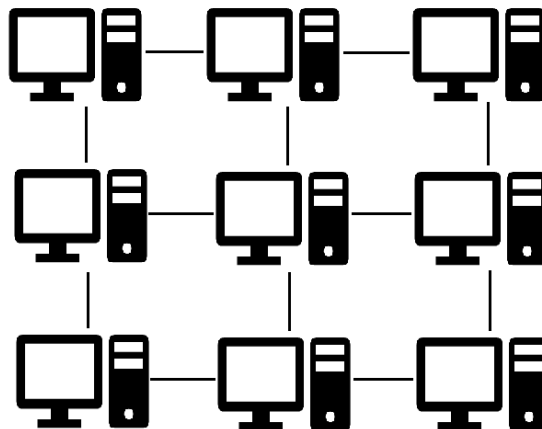


Рисунок 4. Топологія «сітка» або «решітка»

Для створення високопродуктивних паралельних комп'ютерів та суперкомп'ютерів також застосовують архітектуру гіперкуба. В залежності від кількості процесорів у системі, виділяють одновимірний, двовимірний, тривимірний гіперкуб тощо. Кожен вузол структури має прямі канали зв'язку до сусідніх процесорів, які представляються ребрами куба. Завдяки малій кількості зв'язків та великій обчислювальній потужності кожного процесора, така топологія дозволяє проводити складні паралельні обчислення та вбудовувати топології інших структур, зокрема «кільце» або «сітку». Якщо обчислювальної потужності одного процесора не вистачає, до обробки даних залучають ресурси сусідніх вузлів або всього кубу [4]. Для надскладних задач, якщо цього виявляється недостатньо, можна залучити процесори, розташовані у вузлах зовнішнього гіперкубу відносно до даного. Недоліком такої топології є досить складна реалізація, а також збільшені витрати на апаратне забезпечення.

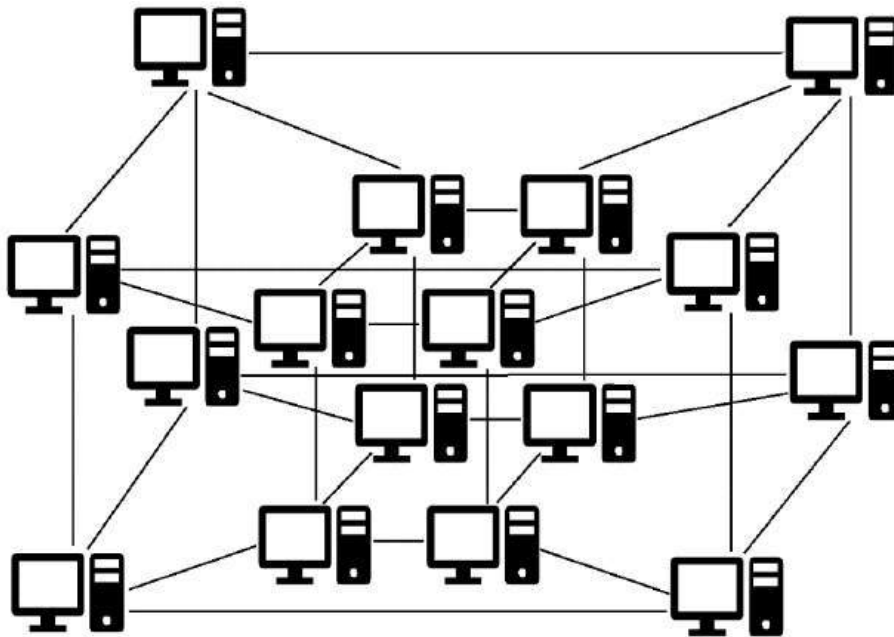


Рисунок 5. Схема топології «гіперкуб»

Ефективність топології багатопроцесорної системи визначається швидкістю передачі даних, відмовостійкістю, масштабованістю, вартістю реалізації та здатністю забезпечувати рівномірне навантаження між вузлами. Кожна з розглянутих структур має свої переваги та недоліки. При виборі конкретної топології слід враховувати її відповідність певному типу задач та оптимальні сфери застосування. Для невеликих систем придатними будуть лінійна або кільцева архітектури. У корпоративних мережах та клієнт-серверних архітектурах, де важливі централізований контроль і простота керування, доцільно використовувати топологію «зірка». Якщо пріоритетом є висока надійність, продуктивність і гнучкість, найкращим варіантом буде топологія «сітка» або гіперкуб. Таким чином, вибір топології завжди пов'язаний із балансом між функціональністю, продуктивністю, обмеженнями, вартістю та складністю реалізації.

Список використаних джерел

1. Стіренко С.Г., Сімоненко В.П., Сімоненко А.В. Організація обчислювальних процесів у комплексах, системах та мережах. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2019. – 650 с.
2. Матвієнко М.П., Розен В.П., Закладний О.М. Архітектура комп'ютера. – К.: «Ліра-К» – 2016. – 264 с. ISBN 978–966–2609–25–7
3. Антонов В.М. Сучасні комп'ютерні мережі.– К.: «МК-Прес».– 2005.–480 с.
4. Alrashedy K., Kimmett B., Gulliver T. (2017). Performance of software-defined networking controllers for different network topologies. IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM), pp. 1-4. DOI:10.1109/PACRIM.2017.8121925.

АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ ЦИФРОВИХ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ КАДРОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ

Прохорський Сергій Ігорович

старший науковий співробітник

Фомкін Денис Валентинович

начальник науково-дослідної лабораторії

Гетьман Алевтина Вячеславівна

старший науковий співробітник

Науковий центр зв'язку

та інформатизації Військового інституту телекомунікацій

та інформатизації імені Героїв Крут, Україна

На сучасному етапі розвитку суспільства впроваджуються цифрові технології у всі сфери життя, включаючи державне управління. Цифрова трансформація відкриває нові можливості для підвищення ефективності управління кадровим потенціалом, але разом із цим виникають і нові виклики, пов'язані з необхідністю адаптації державних органів до технологічних змін, підвищенням вимог до професійної компетентності працівників й оперативності процесів управління кадрами.

Ключова проблема полягає у недостатньому рівні цифровізації процесів управління кадровим потенціалом у державній службі, що призводить до низької ефективності роботи. Також існує проблема недостатньої цифрової грамотності державних службовців, що у свою чергу ускладнює впровадження сучасних технологій у процеси управління персоналом. Важливим аспектом є відсутність інтегрованих цифрових платформ, на відміну міжнародному рівню (де накопичено значний досвід впровадження інноваційних цифрових рішень для управління кадровим потенціалом). Проведені дослідження підтверджують, що цифрові сервіси здатні значно підвищити ефективність управління кадровими ресурсами.