

## АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ТА НАВАНТАЖЕННЯМ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

У статті розглядаються питання аналізу моделей управління ресурсами та навантаженням каналів передачі в телекомунікаціях. Здійснено аналіз проблем створення та забезпечення ефективного функціонування, розглянуто механізми запобігання перевантаженню і відкидання пакетів на основі аналізу мережного трафіку. Такі телекомунікаційні мережі здатні до самоорганізації оскільки їх вузли є не тільки кінцевими терміналами, але і є ретрансляторами-маршрутизаторами, що ретранслюють пакети інших абонентів та беруть участь у знаходженні маршрутів до них. Проблема пропускної здатності їх каналів передачі є дуже актуальною.

Ключові слова: фіксована архітектура, телекомунікаційна система, пропускна здатність, змінна топологія, самоорганізація.

O.A.FILIPCHUK, Y. V.KHMELNITSKY  
Khmelnitskyi National University

### RESEARCH AND ANALYSIS BANDWIDTH IN TELECOMMUNICATIONS TRANSMISSION

The article deals with the study and analysis of packet creation of mobile telecommunications networks that do not have a fixed infrastructure - fixed network (Ad Hoc) and mobile subscribers (MANET). Such telecommunications networks are capable of self-organization, on how many units are not only end terminals, but are repeaters, routers that relay packets and other parties involved in finding routes to them. The problem of bandwidth channels is very important.

Keywords: fixed architecture, telecommunication system, bandwidth, variable topology, self-organization.

### Вступ

Проблема створення і забезпечення ефективного функціонування та управління ресурсами та навантаженням каналів передачі телекомунікаційних систем досить часто постає перед організаціями та корпораціями із розвинутою розподіленою інфраструктурою. Вкладаючи свої кошти ці компанії сподіваються на якісну роботу таких інформаційних систем та очікують зменшення витрат на експлуатацію, зниження вартості обслуговування користувачів, що дозволить закласти основу для більш ефективної діяльності самої компанії та їх клієнтів. Клієнти своє бачення роботи такої структури погоджують із компанією на рівні вимог, до яких належать: вартість таких послуг, доступність та керованість інфраструктури, цілісність даних, безпека, надійність. Досягнення такого рівня вимог користувачів із найменшими коштами та ресурсами становить сутність проблеми створення і забезпечення функціонування телекомунікаційної системи. Загалом таку комплексну інформаційну проблему розбивають на ряд проблем менших розмірів, хоча не набагато простіших. Однією із таких є проблема управління ресурсами і навантаженням телекомунікаційної системи. Тут необхідні гнучкі рішення, які ґрунтуються на оцінюванні та прогнозуванні стану ресурсів, обсягів навантаження і полягають у правильному балансуванні навантаження та ефективного розподілі ресурсів телекомунікаційної системи. Для прийняття коректних правильних рішень необхідні інструментарій та комплекси методик для вирішення задач підтримки інфраструктури телекомунікаційної системи. Створення такої структури становить достатньо важливу проблему, розв'язання якої вимагає досить глибокого розуміння процесів, які відбуваються в телекомунікаційних системах, функціонування інфраструктури, чіткої постановки конкретних задач аналізу та дослідження, розроблення нових математичних моделей та відповідних методів вирішення задач і реалізацію розроблених методик.

### Постановка проблеми

У статті досліджуються та розглядаються питання вирішення задачі аналізу моделей управління ресурсами та навантаженням каналів передачі в телекомунікаційних системах. Необхідно проаналізувати моделі та алгоритми управління телекомунікаційною інфраструктурою організацій і підприємств з урахуванням завантаженості каналів передачі системи. Оскільки моделі залежать від багатьох чинників, то в статті буде проаналізована класифікація потрібних для реалізації системи управління інфраструктурою моделей і алгоритмів із урахуванням цих чинників як ознак класифікації. Потрібні моделі визначаються комбінаціями необхідних параметрів. Одна з ознак параметрів передбачає відмінність моделей у залежності від цілей роботи телекомунікаційної системи – управління інфраструктурою для підтримки власних процесів чи надання послуг зовнішнім клієнтам. Такий поділ буде впливати на вид критерію, який використовується у відповідній моделі. Іншою ознакою є технологічні особливості інфраструктури телекомунікаційної системи, які обумовлені архітектурою її побудови. Загалом ці ознаки будуть впливати на всі елементи моделі. Залежно від етапу життєвого циклу, на якому знаходиться телекомунікаційна система виникають різні задачі. Тому на етапі планування крім технологічних та ресурсних обмежень можуть використовуватись також і інші обмеження, наприклад вартість чи надійність. Рівень доступних ресурсів буде впливати на складність моделі задачі. Суттєво буде впливати на вид моделей остання ознака – це забезпечення ресурсами. У загальному вигляді необхідно проаналізувати моделі, що складаються з

критерію, який потрібно мінімізувати чи максимізувати, ресурсних обмежень, технологічних та інших обмежень. Це дасть змогу більш адекватно підлаштувати параметри до умов функціонування конкретної телекомунікаційної системи та дозволить зменшити час простою системи та уникнути передачі неінформативних даних.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Аналіз моделей, які використовуються для управління ресурсами і навантаженням інфраструктури в телекомунікаційних системах показує, що популярність набувають технології серверної віртуалізації, які дозволяють зменшити вартість придбання серверної частини структури та скоротити витрати на її утримання і використання. Аналіз показує це дає можливість «живої міграції» віртуальних машин між фізичними серверами та дозволяє отримати показники надійності рішень у кластерах.

По аналогії роботи [1], розглянемо задачу управління розподілом ресурсів для випадку серверної віртуалізації із можливістю міграції. Використовується декілька фізичних серверів  $S_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , на яких під управлінням функціонують віртуальні машини  $V_j$ ,  $j = 1, \dots, m$  (рис. 1). Кожна із віртуальних машин в залежності від потоку клієнтських запитів використовує певну кількість ресурсів типу  $R_k$ ,  $k = 1, \dots, l$  (пропускна спроможність, пам'ять, процесорний час, дисковий простір).

У роботі [2] було введено необхідні для побудови моделей позначення:

$r_{ki}$  – кількість ресурсу типу  $R_k$ , що встановлена на сервері  $S_i$ ;

$p_{kj}$  – потреби  $V_j$  у ресурсах типу  $R_k$ ;

$x_{ij}$  – булева змінна, яка визначає, чи встановлена віртуальна машина  $V_j$  на сервері  $S_i$ .

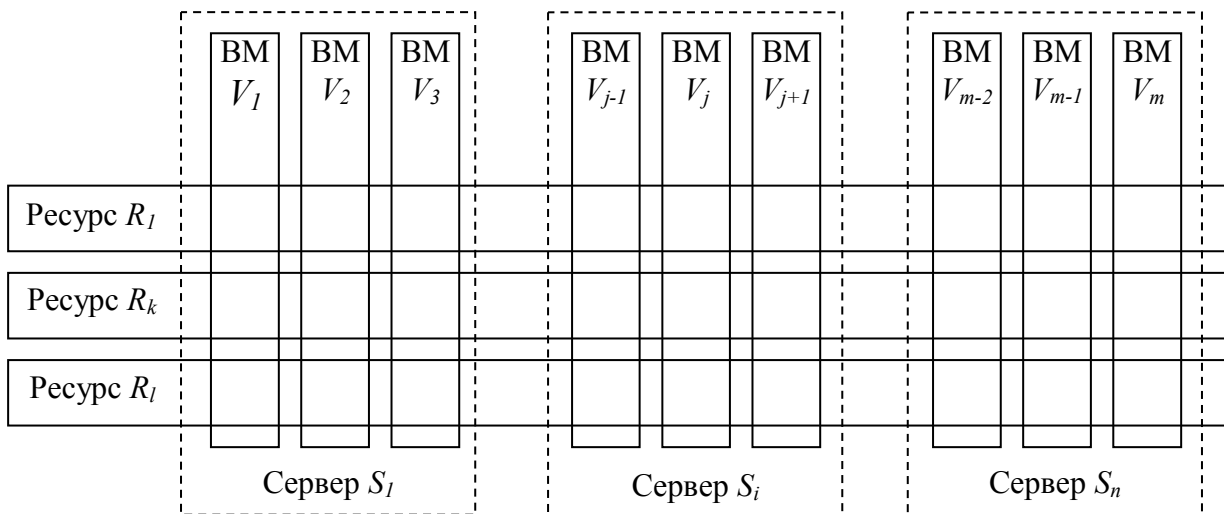


Рис. 1. Розподіл ресурсів серверів між віртуальними машинами

Тут кожна віртуальна машина одночасно розташована не більше, ніж на одному із серверів і має виконуватись наступна умова:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq 1, j = 1, \dots, m \quad (1)$$

Для нормального функціонування віртуальні машини повинні бути забезпечені достатнім обсягом ресурсів серверів, на яких вони розташовані:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} p_{kj} \leq r_{ki}, k = 1, \dots, l; i = 1, \dots, n \quad (2)$$

Для аналізу розглянемо розташування віртуальних машин у випадках нестачі та надлишку ресурсів представлених у роботі [2]. Якщо внаслідок збільшення клієнтських запитів потреба окремих віртуальних машин у ресурсах необхідного типу збільшилась настільки, що стає неможливим забезпечити усі віртуальні машини необхідною кількістю ресурсів, природним виходом стає задача підтримки найбільш важливих процесів шляхом забезпечення ресурсами тих віртуальних машин, на яких працюють найбільш необхідні сервіси.

Було позначено через  $w_j$ ,  $j = 1, \dots, m$ , важливість застосувань, встановлених на віртуальних машин  $V_j$ . Задача була сформульована наступним чином:

$$\max \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij} w_j \quad (3)$$

при обмеженнях (1), (2).

Сутність удосконаленого полягає у наступному. По-перше, згідно з обмеженням (3), кожна VM може бути розташована не більше, ніж на одному сервері, тобто замість перебору  $2^n$  комбінацій для кожної VM  $V_j$ , можна обмежитись розглядом лише  $n+1$  варіантів:  $y_j=0, \dots, n$ , де  $y_j$  – номер сервера, на якому

встановлена ВМ  $V_j$  ( $y_j=0$  у випадку, якщо внаслідок нестачі ресурсів ВМ  $V_j$  не встановлена на жодному сервері або ресурси для неї виділяються по залишковому принципу).

По-друге, враховуючи те, що вимоги ВМ у ресурсах  $p_{ij}$  є невід’ємними, якщо на якомусь з етапів побудови дерева варіантів розміщення ВМ по серверам одне з обмежень (4) перестає виконуватись, продовжувати побудову цієї гілки немає сенсу, оскільки для усіх її вузлів це обмеження також не буде виконуватись.

По-третє, слід врахувати те, що дуже часто при побудові серверних ферм використовують сервери з однаковою конфігурацією. Якщо, наприклад, є два ідентичних сервера, кількість можливих варіантів розміщення ВМ можна скоротити в 2 рази, оскільки перенесення усіх ВМ з першого сервера на другий, а з другого на перший ніяк не вплине на об’єм ресурсів, які використовуються. Тобто перестановка рядків у матриці  $X = \|x_{ij}\|$ , які відповідають однаковим стовпцям у матриці  $R = \|r_{ki}\|$ , ніяк не впливає ані на виконання обмежень (3), (4), ані на значення критерію (5). Так, наприклад, для випадку трьох ВМ і трьох ідентичних серверів з можливих 27 комбінацій розташування ВМ лише 5 є унікальними, а решта – 22 комбінації – «симетричними» до них. Тобто, навіть для таких незначних значень  $m$  і  $n$  початкову множину варіантів можна скоротити більше, ніж у 5 разів.

Алгоритм відбору варіантів для аналізу та його результати проілюстровані на рис. 2.

Для наочності буквами («А», «В», «С») позначені ВМ, цифрами (1, 2, 3) – номери серверів, комбінацією букви з цифрою – розміщення ВМ на сервері. Поруч з кінцевими результатами на рисунку перелічені комбінації, які є «дзеркальними» до них, тобто призводять до саме таких результатів і можуть бути виключені з аналізу. Алгоритм відбору варіантів при побудові дерева рішень задачі розташування ВМ полягає у наступному: на черговому рівні чергової гілки кількість серверів, що розглядаються, приймається на 1 більше, ніж максимальна для попередніх рівнів цієї ж гілки, але не більше ніж  $n$ .

Після того, як рішення знайдене, аналізуються усі рішення, симетричні до нього, і обирається те, яке призводить до найменшої кількості міграції ВМ між серверами у кластері.

У разі, якщо кількість наявних обчислювальних ресурсів суттєво перевищує потреби ВМ, природною стає задача розподілити ВМ між серверами таким чином, щоб зменшити енергоспоживання за рахунок вимкнення живлення серверів, які не використовуються на цей час [3].

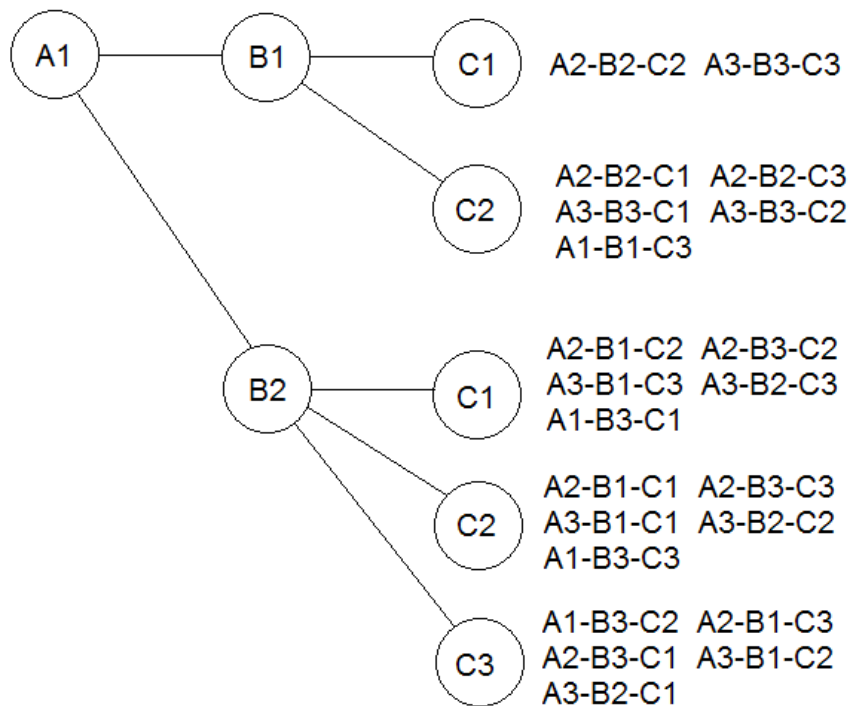


Рис. 2. Схема аналізу варіантів для випадку ідентичних серверів

Оскільки відключати сервери для економії електроенергії має сенс лише у тому випадку, коли у наявності є вільні ресурси (випадок, коли економічний ефект від бізнес-процесів не перевищує енерговитрати на живлення серверів не розглядається), модифікуємо обмеження (3), щоб гарантувати, що кожна ВМ буде забезпечена ресурсами одного і лише одного сервера:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, \dots, m \quad (4)$$

Позначимо через  $e_i$  енергоспоживання сервера  $S_i$  коли на ньому не працює жодної ВМ. Ознаку того, що на сервері  $S_i$  не працює жодної ВМ виразимо наступним чином:

$$d_i = \prod_{j=1}^m x_{ij}, j = 1, \dots, m \quad (5)$$

Тоді задачу мінімізації енергоспоживання можна сформулювати як задачу:

$$\max \sum_{i=1}^n d_i e_i \quad (6)$$

при обмеженнях (4), (6).

Для вирішення задачі 2 пропонується той же алгоритм, але зі спрощеною процедурою перебору, оскільки згідно з обмеженням (4) неможливі випадки, коли якась ВМ не розміщена на жодному сервері.

#### Висновки

У статті досліджено та проаналізовано забезпечення інформаційного потоку даних на основі протоколів реального часу. Проведено дослідження і визначено параметри при яких використання технології багато адресної передачі даних для IP-телебачення та відео конференцій дозволяє оптимізувати та збільшити продуктивність роботи телекомунікаційної мережі та зекономити ресурси смуги пропускання каналів передачі.

#### Література

1. Теленик С.Ф. Моделі і методи розподілу ресурсів в системах з серверною віртуалізацією / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов, О.А. Косован, О.І. Кобец // Зб. наук. праць ВІТІ НТУУ «КПІ». – Київ : ВІТІ НТУУ «КПІ», 2009. – Випуск № 3. – С. 100–109.
2. Теленик С.Ф. Моделі управління віртуальними машинами при серверній віртуалізації / С.Ф. Теленик, А.І. Ролік, М.М. Букасов, А.Ю. Лабунський // Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К. : «ВЕК+», 2009. – № 51. – С. 147–152.
3. Хмельницький Ю.В. Система керування пристроями адаптивного діагностування / Ю.В. Хмельницький // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький : ХНУ, 2009. – № 4 (137). – С. 127–131.

Рецензія/Peer review : 17.10.2016 р.

Надрукована/Printed :28.10.2016 р.  
Рецензент: д.т.н., проф.. Мясішев О.А.