
УДК 004.7 : 621.34

О.О. Можаяв¹, Н.Х. Раковська², С.О. Загайнов², О.С. Савченко³

¹ Національний технічний університет «ХПИ», Харків

² Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

³ Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

МЕТОД РОЗШИРЕННЯ СТРУКТУРИ ВІРТУАЛЬНИХ З'ЄДНАНЬ ДІЛЯНКИ МУЛЬТИСЕРВІСНОЇ МЕРЕЖІ

Розглянуті питання нарощування структури мережі зв'язку при збільшенні її розмірів (масштабу) на основі використання регулярних графів і отримання багаторівневої ієрархічної топологічної структури типу «сітка».

Ключові слова: мережа зв'язку, регулярні графи, структура типу «сітка».

Вступ

Інтенсивний розвиток нових інформаційних технологій, постійно зростаючий попит на новий вигляд послуг зв'язку, включаючи послуги Інтернет, пред'являють нові вимоги до сучасних мереж зв'язку і якості послуг, що надаються. У зв'язку з цим питання планування і побудови сучасних мультисервісних мереж (МСМ) різного масштабу, застосування в них нових інформаційних технологій набувають актуальності і особливої значимості [1]. У [2] показано, що мережа, котра синтезується, повинна задовольняти вимозі масштабованості, що дозволяє залежно від конкретного варіанту застосування стискувати або розширювати структуру мережі в будь-якому напрямі. При цьому структура мережі і її масштаб визначаються великою кількістю різних чинників, основними з яких є географічне розміщення абонентів, інформаційні потоки між ними, вимоги до надійності і якості обслуговування.

Метою даної статті є розробка способу нарощування структури мережі зв'язку при збільшенні її масштабу на основі використання регулярних графів і отримання багаторівневої ієрархічної топологічної структури типу «сітка».

Результати досліджень

Мережа зв'язку представляється графом G [3], який складається з множини вузлів і ліній (дуг), що сполучають їх, причому обидва кінці кожної лінії сполучено з вузлами, що мають номери i та j (змінні приймають значення від 1 до k , де k – загальна кількість вузлів графа G). Як початкова конфігурація («початкова структура») [3] вибирається або повнозв'язний граф, або граф, що володіє певною регулярністю, тобто всі вузли такого графа рівноправні в сенсі топології. У [4] вирішується завдання розподілу потоків в повнозв'язній мережі, що доведено до аналітичного рішення. Використання повнозв'язної структури як моделі мережі спрощує рішення задачі оптимізації, проте така структура не задовольняє вимозі її обмеженої вартості. У [4] також пропонується перехід до регулярної структури графа мережі, котра має зв'язність, не нижче заданої, що дозволяє отримати модель оптимальної маршрутизації в мережі. Значно важче організувати взаємодію між окремими зональними мережами, побудованими на різних ідеологічних принципах.

У великомасштабних мережах визначальними виявляються потоки, що формуються в центральній

зоні, де зосереджені центри управління, і котрі створюють сильно виражене тяжіння з периферією, де розташовані керовані об'єкти. Отже, в структурі територіальної мережі повинні бути передбачені достатньо потужні напрями зв'язку між магістральними і зональними вузлами комутації. Таким чином, магістральні вузли комутації повинні мати сильну зв'язність, щоб забезпечити обмін інформацією між віддаленими зонами з мінімальним обсягом транзитного трафіка. Для забезпечення тяжінь між довколишніми зонами необхідно мати прямі зв'язки з сусідніми зональними вузлами, які так само можуть використовуватися для підвищення надійності зв'язку, оскільки дозволяють організувати обходи у разі відмови окремих магістральних напрямів.

Взаємодія між окремими зональними мережами, побудованими на різних ідеологічних принципах, може здійснюватися, в першому випадку, безпосередньо через аналогічні вузли комутації з реалізацією загальних процедур інформаційного обміну, а в другому випадку, для сполучення повинні використовуватися спеціальні програмно-апаратні засоби (шлюзи), забезпечуючи перетворення й узгодження інтерфейсів, форматів даних, принципів адресації і інформаційного обміну, а також реалізацію процедур маршрутизації і контролю за доведенням повідомлень до адресата, котрий є абонентом іншої мережі. Таким чином, шлюзові елементи мережі можуть забезпечувати сумісність різних структурних елементів мережі, що відрізняються протоколами. Залежно від розмірів обслуговуваної території, необхідної кількості вузлів комутації в кожній із зон для обслуговування зонального і загального навантаження (трафіка), мережа зв'язку може мати багаторівневу ієрархічну структуру, що звільняє більш дорожчі канали великої протяжності вищих рівнів від перенасичення їх транзитними потоками інформації шляхом використання їх лише для міжзонального обміну.

При великих розмірах мережі зв'язку окремі її ділянки, обмежені порівняно невеликими розмірами регіону, необхідно створювати на основі структури з повністю розподіленими функціями комутації. Перенесення такого підходу на всю мережу невиправдано ускладнює її структуру, збільшуючи вимоги до зв'язності, що принципово веде до зростання розмірності вирішуваного завдання управління потоками і призводить до різкого збільшення числа переприймаємих ділянок, а отже, і до часу доставки повідомлень.

Аналіз даної проблеми, проведений в [1, 3], показує, що найкращим рішенням, задовольняючим вище переліченим вимогам, є топологічна структура типу «сітка» (комірчаста структура). Елементарною моделлю мережі зв'язку розміром в одну комірку є чотирьохвузловий повнозв'язний граф (рис. 1), діа-

гональні елементи якого можуть використовуватися для нарощування структури мережі «завширшки» (рис. 2). Зв'язність такого графа буде дорівнювати $p = 2$, якщо зв'язність визначати як максимальну кількість дуг, розриви котрих не призводять до втрати зв'язності. Очевидно, що в цьому випадку подібна структура будь-якої протяжності «завширшки» повинна містити парну кількість вузлів, тобто $k = 2k'$. Така структура може бути отримана перетворенням повнозв'язного графа в регулярний граф методом впорядкованого виключення гілок [3], створюючих зовнішній гамільтоновий цикл, кількість котрих дорівнює кількості вузлів повнозв'язного графа. Таким чином, якщо p є зв'язністю початкового повнозв'язного графа, то зв'язність отриманого графа $p_{\text{per}} = p - 2$.

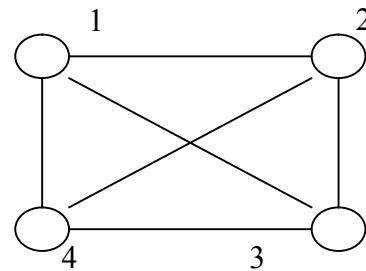


Рис. 1. Чотирьохвузловий повнозв'язний граф

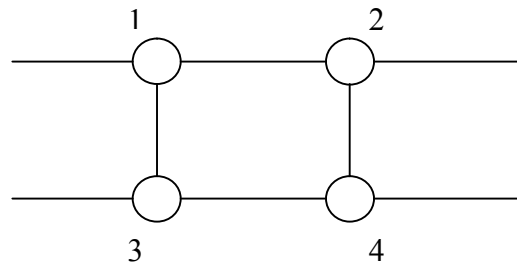


Рис. 2. Принцип нарощування структури мережі

Якщо початкова структура містить достатньо велику кількість вузлів, то для переходу до комірчастої структури необхідно виключити гілки, створюючи декілька гамільтонових циклів:

$$k - 1 - 2v = 3, \quad \text{тобто} \quad v = \frac{k - 4}{2},$$

де v – кількість гамільтонових циклів, що виключаються.

Наприклад, при десятивузловій повнозв'язній мережі кількість гамільтонових циклів, що виключаються, складе $v = 3$. Діаметр отриманого графа $\Theta = k/2$. Загальна кількість гілок, що містяться в отриманому регулярному графові, визначається як:

$$N_c = \frac{k(k-1)}{2} - vk = \frac{3}{2}k.$$

У загальному випадку отриманий регулярний граф комірчастої структури при довільній кількості

вузлів до початкового графа має вигляд, представлений на рис. 3, причому $k = 2\Theta$. Для отримання

кінцевої структури типу «сітка» необхідно провести нарощування структур (рис. 3) в «глибину».

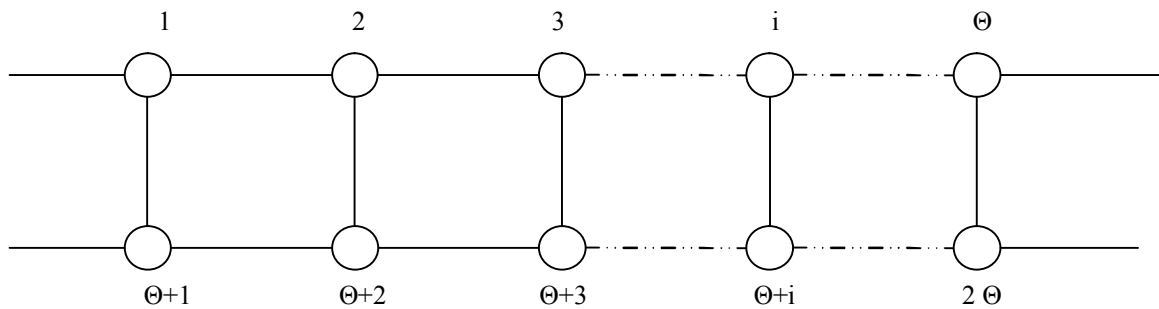


Рис. 3. Регулярний граф комірчастої структури, що має k вузлів

Враховуючи ієрархічність побудови мережі, введемо відповідні позначення: перша цифра визначає номер рівня структури, а друга – номер вузла на кожному рівні ієрархії. Отримана в результаті регулярна структура має зв'язність, рівну 3.

Міжзональний обмін здійснюється через спеціальні шлюзи, що здійснюють узгодження різних по ідеології фрагментів мережі. Для отримання однорідної структури в мережі можна організувати потужні горизонтальні і вертикальні напрями, що зв'язують кінцеві вузли мережі зв'язку. Це знижує діаметр отриманої структури в два рази. Узгодження зональних мереж по трафіку здійснюється величиною початкового потоку F_{0i} , за умови виконання закону збереження потоку для кожного вузла

$$\sum_{\alpha=1}^{p+1} F_{i\alpha} = F_0 \begin{cases} 1, & i = S; \\ 0, & i \neq S, t; \\ -1, & i = t, \end{cases} \quad i = \overline{1, k},$$

де F_{ij} – потік в довільній гілці; S – джерело інформації; t – приймач (S та t – будь-яка пара кореспондуючих абонентів).

В цьому випадку результати розрахунків, отримані в [4], справедливі для мережі в цілому. Якщо в кінцевій структурі окремі напрями передачі інформації не можуть бути здійснені, то структура може набрати вигляду «неправильних ґрат» [3]. Аналіз такої структури може бути виконаний з використанням модифікованого методу Стейгліца [4].

Висновки

Таким чином, запропонований спосіб нарощування структури мережі зв'язку при збільшенні її розмірів (масштабу) на основі використання регулярних графів і отримання багаторівневої ієрархічної топологічної структури типу «сітка» з потужними горизонтальними і вертикальними напрямками міжрівневого обміну інформацією, що звільняє канали вищих рівнів від перенасичення транзитними потоками інформації шляхом використання їх для міжзонального обміну.

Список літератури

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2012. – 943 с.
2. Шмалько А.В. Цифровые сети связи: основы планирования и построения / А.В. Шмалько. – М.: ЭкоТрендз, 2001. – 282 с.
3. Мельников Д.А. Информационные процессы в компьютерных сетях. Протоколы, стандарты, интерфейсы, модели / А.Д. Мельников. – М.: Кудиц-образ, 1999. – 256 с.
4. Фомин Л.А. Синтез структуры сети документального обмена с использованием регулярных графов / Л.А. Фомин, С.А. Турко, Н.А. Павленко // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2003. – Т. 6, № 5. – С. 91-94.

Надійшла до редколегії 5.06.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Стасев, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОД РАСШИРЕНИЯ СТРУКТУРЫ ВИРТУАЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ УЧАСТКА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ

А.А. Можаяев, Н.Х. Раковская, С.А. Загайнов, А.С. Савченко

Рассмотрены вопросы наращивания структуры сети связи при увеличении ее размеров (масштаба) на основе использования регулярных графов и получения многоуровневой иерархической топологической структуры типа «сетка».

Ключевые слова: сеть связи, регулярные графы, структура типа «сетка».

METHOD OF EXPANSION OF STRUCTURE OF MULTISERVICE NETWORK AREA VIRTUAL CONNECTIONS

O.O. Mozhaev, N.Kh. Rakovska, S.O. Zagaynov, O.S. Savchenko

The questions of increase of communication network structure are considered at the increase of its sizes (to the scale) on the basis of the use of regular counts and receipt of multilevel hierarchical topology structure of type «net».

Keywords: a communication network, regular columns, structure of type, is a «net».