

Висновки

Проаналізовано моделі для розрахунку газодинамічних параметрів (масових витрат і тиску) ділянок трубопроводу із звужувальними пристроями і свічковими кранами. Робота крана (закриття–відкриття) моделюється як зміна локального опору та/або діаметра. Для нестационарного газового потоку побудовано модель миттєвого та поступового закриття (відкриття) крана. Порівняно різні підходи для часової дискретизації нестационарних моделей. Одержані числові результати підтверджують адекватність та надійність побудованих моделей та розрахункових схем.

1. Селезнев В. Е., Алешин В. В., Клишин Г. С. *Методы и технологии численного моделирования газопроводных систем.* – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 448 с. 2. Панкратов В. С., Дубинський Ф. В., Сиперштейн Б. И. *Информационно-вычислительные системы в диспетчерском управлении газопроводами.* – Л.: Недра, 1988. – 246 с. 3. Сарданашвили С. А. *Расчетные методы и алгоритмы (трубопроводный транспорт газа).* – М.: ФГУП Изд-во РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2005. – 577 с. 4. Ковалко М. П. *Методи та засоби підвищення ефективності функціонування систем трубопроводного транспорту газу.* – К.: Українські енциклопедичні знання, 2001. – 288 с. 5. Бобровский С. А., Щербаков С. Г., Яковлев Е. И и др. *Трубопроводный транспорт газа.* – М.: Наука, 1976. – 495 с.

УДК 004.724.4

К. Обельовська, А. Русаков

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматизованих систем управління

МОДИФІКОВАНИЙ АЛГОРИТМ МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ РЕСУРСІВ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Ї Обельовська К., Русаков А., 2010

Запропоновано модифікований алгоритм маршрутизації для зменшення перевантажень ресурсів комп'ютерних мереж, зокрема з врахуванням двох класів трафіку.

Modified routing algorithm for computer networks resources overloads reduction is proposed. In networks with two classes of traffic algorithm increases delay-sensitive data transfer quality.

Вступ

Основним завданням, яке ставиться перед комп'ютерною мережею, є транспортування інформації від комп'ютера-відправника до комп'ютера-отримувача. Зазвичай для цього потрібно здійснити декілька транзитних пересилань. Шлях, яким пересуваються інформаційні пакети, визначається алгоритмом маршрутизації. Маршрутизація істотно впливає на ефективність функціонування мережі, її продуктивність, раціональне використання ресурсів.

Постановка задачі

У сучасних комп'ютерних мережах одним з основних протоколів, використовуваних для маршрутизації, є протокол OSPF (Open Shortest Path First). Він забезпечує передавання даних найкоротшим шляхом, для знаходження якого використовується алгоритм Дейкстри [1, 2]. Протокол OSPF не передбачає захисту ресурсів мережі від перевантажень, що зумовлює потребу реалізації додаткових заходів для їх зменшення. Проблема перевантажень у мережах, що застосовують маршрутизацію за протоколом OSPF, є актуальною, прикладами робіт у цьому напрямі є роботи [3, 4].

Однією з причин, що приводять до перевантажень в мережах, є передавання різних потоків спільним найкоротшим шляхом. Алгоритм Дейкстри знаходить дерево найкоротших шляхів на основі топології мережі, проте не враховує її поточного завантаження. А тому цілком реальною є ситуація, коли на вході найкоротшого шляху створюється черга з інформаційних пакетів і виникає затримка в передаванні даних. Причиною цього є те, що всі потоки йдуть по найкоротшому (згідно певної метрики) маршруту, і в результаті він може бути перевантаженим. Метою даної роботи є зниження ймовірності перевантаження найкоротших шляхів, а також адаптивний перерозподіл потоків різної природи з метою забезпечення менших затримок для критичних до часу застосувань.

Задача адаптивного перерозподілу потоків при обслуговуванні вхідних потоків різної природи обумовлена тим, що протокол OSPF вибирає найкоротший шлях без огляду на тип потоку, що передається. Проте найреальнішою є ситуація, коли в мережі одночасно передаються як еластичний (не чутливий до затримок) трафік, так і трафік, чутливий до них, наприклад, аудіодані. Ці класи трафіку ставлять різні вимоги до якості обслуговування. Інженіринг трафіку різних класів передбачає контроль ресурсів мережі окремо для кожного класу трафіку та модифікацію протоколів маршрутизації. Останні повинні розповсюджувати вектор ресурсів окремо для кожного класу, а отже, обсяг службової інформації, що циркулюватиме в мережі, різко зростає [1]. Модифікація маршрутизації, запропонована в даній роботі, не передбачає збільшення обсягів обміну службовою маршрутною інформацією.

Модифікована маршрутизація у разі перевантаження ресурсів мережі

Традиційні методи маршрутизації в мережах з комутацією пакетів передбачають вибір найкоротшого шляху для доставки інформаційного пакета з точки відправлення у точку призначення навіть, якщо існують інші, хоч і дещо гірші маршрути. Це призводить до того, що у випадку, коли найкоротший шлях є перевантаженим, інформаційні пакети продовжують надсилатися цим шляхом, нагромаджуючи черги. Зменшити або усунути перевантаження найкоротшого шляху можна за рахунок тимчасового переходу на інший маршрут, який знаходять за модифікованим алгоритмом Дейкстри. Після зниження завантаженості найкоротшого шляху до допустимого рівня відновлюється передача пакетів найкоротшим шляхом. Прикладами повідомлень про перевантажені шляхи є повідомлення про перевантаження каналу у зворотному напрямку BECN (Backward Explicit Congestion Notification) та повідомлення про перевантаження каналу в прямому напрямку FECN (Forward Explicit Congestion Notification), що використовуються в технології ретрансляції кадрів Frame Relay [1, 2].

Модифікація алгоритму полягає у вилученні з графу топології мережі суміжної з коренем дерева вершини, через яку проходить перевантажений найкоротший шлях. Не будь-яку вершину можливо видалити з мережі без порушення її роботи. Вершина не може бути видалена:

- якщо вона є кінцевою в гілці (існує тільки один зв'язок);
- якщо через вершину пролягає єдиний можливий шлях до іншої вершини.

Проілюструємо запропонований підхід прикладом мережі, топологію якої наведено на рис. 1. Для подальшої побудови таблиць маршрутизації кожному вузлу та інтерфейсу присвоюються IP-адреси, значення яких наведені у табл. 1. Наприклад, мережі, під'єднаній до вузла А, відповідає IP-адреса 10.0.0.0, а адреса 10.0.0.1 відповідає інтерфейсу вузла А, через який пакети передаватимуться вузлу В.

Для реалізації запропонованого підходу розроблено програму, яка для створення вхідної топології мережі використовує зважений граф, що задається матрицею суміжностей. За допомогою алгоритму Дейкстри будується дерево найкоротших шляхів від кожної вершини до всіх решти. Після активації механізму вилучення перевантаженого вузла будується альтернативна мережа, для якої розраховується нове (альтернативне) дерево найкоротших шляхів. Древа використовуються для побудови основної та додаткової маршрутних таблиць.

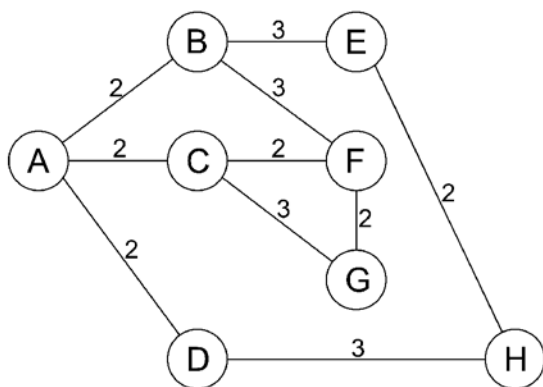


Рис. 1. Граф топології мережі

Таблиця 1

Відповідності IP-адрес вузлам та інтерфейсам

A – 10.0.0.0	A-B 10.0.0.1 A-C 10.0.0.2 A-D 10.0.0.3
B – 20.0.0.0	B-A 20.0.0.1 B-F 20.0.0.2 B-E 20.0.0.3
C – 30.0.0.0	C-A 30.0.0.1 C-G 30.0.0.2 C-F 30.0.0.3
D – 40.0.0.0	D-A 40.0.0.1 D-H 40.0.0.2
E – 50.0.0.0	E-B 50.0.0.1 E-H 50.0.0.2
F – 60.0.0.0	F-B 60.0.0.1 F-C 60.0.0.2 F-G 60.0.0.3
G – 70.0.0.0	G-C 70.0.0.1 G-F 70.0.0.2
H – 80.0.0.0	H-D 80.0.0.1 H-E 80.0.0.2

Суть модифікованого алгоритму можна описати за допомогою таких кроків.

1. Знаходження дерева найкоротших шляхів.

- 1.1. Задається топологія мережі у вигляді зваженої матриці суміжностей, що зберігається у масиві $A[\text{vert}][\text{vert}]$, де vert – загальна кількість вершин в мережі.
- 1.2. Створюється масив $X[\text{vert}]$, в якому буде відображатися факт знаходження найкоротшого шляху з вершини s (кореня дерева) до кожної з решти вершин (1 – шлях знайдено, 0 – шлях не знайдено).
- 1.3. За алгоритмом Дейкстри знаходиться дерево найкоротших шляхів D з вершини s до всіх решти вершин.

2. Формування основної маршрутної таблиці.

3. Знаходження альтернативних дерев найкоротших шляхів, що рекомендуються до використання при перевантаженні, та формування маршрутних таблиць відповідно до модифікованого алгоритму.

Для всіх вершин, суміжних з коренем дерева:

- 3.1. Створюється масив $B[\text{vert}][\text{vert}]$, що є копією масиву $A[\text{vert}][\text{vert}]$ і буде використовуватись для опису топології мережі з видаленою вершиною;
- 3.2. В циклі по j , де $j \in 1.. \text{vert}$, виконуємо прохід по елементах матриці $B[\text{vert}][\text{vert}]$ і занулюємо ваги $B[j][n]$ та $B[n][j]$, які показують вартість переходу між перевантаженою вершиною n та іншими вершинами;
- 3.3. За алгоритмом Дейкстри знаходиться дерево найкоротших шляхів D_a для мережі з видаленою вершиною n ;
- 3.4. Формується масив $X_n[\text{vert}]$, що відображає знайдені найкоротші шляхи з вершини s до кожної з решти вершин;
- 3.5. Масив $X_n[\text{vert}]$ порівнюється з створеним на кроці 1 масивом $X[\text{vert}]$, в результаті порівняння знаходяться елементи, що відрізняються (вершини, для яких відсутній альтернативний шлях);
- 3.6. Для вершин, знайдених на кроці 3.5, дерево альтернативних шляхів D_a , знайдене на кроці 3.3, доповнюється шляхами з дерева D , знайденого на кроці 1.3, в результаті чого отримуємо дерево найкоротших шляхів модифікованого алгоритму D_m ;

3.7. Формування маршрутних таблиць, знайдених на основі модифікованого алгоритму (дерева D_M).

Для демонстрації описаного вище підходу було створено програму, вікно якої наведено на рис. 2. Блок вікна “Матриця суміжностей” містить всі зв’язки і вартості переходів між вершинами. Матриця описує топологію мережі, зважений граф якої наведено нижче. Блок “Дерево” відображає дерево найкоротших шляхів від кожної вершини графу до всіх решти. Перевантаження деякої вершини графу мережі виконується введенням назви вершини у вікні блоку “Перевантаження маршрутизатора”. Блок “Класичний алгоритм” відображає шляхи дерева D , які знаходяться за алгоритмом Дейкстри, від заданої вершини графу до всіх решти, як це передбачає протокол OSPF. Блок “Модифікований алгоритм” відображає шляхи дерева D_M , яке знаходиться за модифікованим алгоритмом при видаленні з графу перевантаженого вузла. У вікні рис. 2 це вузол С. У блоці “Шлях між вершинами” можна отримати шлях між двома довільними вершинами, що задаються.

У табл. 2 наведено основну та додаткову таблиці маршрутизації вузла А для прикладу мережі, що розглядається.

Матриця суміжностей

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	2	2	2	0	0	0	0
B	2	0	0	0	3	3	0	0
C	2	0	0	0	0	2	3	0
D	2	0	0	0	0	0	0	3
E	0	3	0	0	0	0	0	2
F	0	3	2	0	0	0	2	0
G	0	0	3	0	0	2	0	0
H	0	0	0	3	2	0	0	0

Дерево шляхів

Дерево	В	C	D	E	F	G	H
A	AB	AC	AD	ABE	ACF	ACG	ADH
B	BA	BAC	BAD	BE	BF	BFG	BEH
C	CA	CAB	CAD	CABE	CF	CG	CADH
D	DA	DAB	DAC	DHE	DACF	DACG	DH
E	EBA	EBC	EBCD	EBF	EBFG	EBH	
F	FCA	FCB	FC	FCAD	FCBE	FCG	FBEH
G	GCA	GC	GCAD	GCBE	GF	GCADH	
H	HDA	HEB	HDAC	HD	HE	HEBF	HDACG

Класичний алгоритм

А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
AB	AC	AD	ABE	ACF	ACG	ADH	

Модифікований алгоритм

А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
AB	AC	AD	ABE	ABF	ABFG	ADH	

Шлях між вершинами

Вихідна: Кінцева:

Шлях:

Рис. 2. Вікно програми, що відображає маршрути шляхів при класичному та модифікованому алгоритмах

За відсутності перевантажень використовується класичний підхід до маршрутизації згідно з протоколом OSPF. Таблицю маршрутизації, яка формується і використовується у цьому випадку, назвемо основною. У табл. 2 вона показана як *Main routing table*. На основі запропонованого алгоритму сформовані додаткові записи маршрутної таблиці (назвемо їх додатковими

маршрутними таблицями – *Additional routing table*), що відповідають найкоротшим шляхам за умови вилучення перевантаженого вузла. При отриманні інформації про перевантаження певного вузла маршрут пакета треба направляти по шляху, вибраному з додаткової таблиці, що побудована, враховуючи умови вилучення цього вузла.

Таблиця 2

Основна та додаткова таблиці маршрутизації

Шлях	Destination Address	Gateway	Interface	Metric	Alternative Interface
Main routing table					
AB	20.0.0.0	20.0.0.1	10.0.0.1	2	-
AC	30.0.0.0	30.0.0.1	10.0.0.2	2	-
AD	40.0.0.0	40.0.0.1	10.0.0.3	2	-
ABE	50.0.0.0	20.0.0.1	10.0.0.1	5	10.0.0.3
ACF	60.0.0.0	30.0.0.1	10.0.0.2	4	10.0.0.1
ACG	70.0.0.0	30.0.0.1	10.0.0.2	5	10.0.0.1
ADH	80.0.0.0	40.0.0.1	10.0.0.3	5	10.0.0.1
Additional routing table 1 (overload B)					
ADHE	50.0.0.0	40.0.0.1	10.0.0.3	7	
Additional routing table 2 (overload C)					
ABF	60.0.0.0	20.0.0.1	10.0.0.1	5	
ABFG	70.0.0.0	20.0.0.1	10.0.0.1	7	
Additional routing table 3 (overload D)					
ABEH	80.0.0.0	20.0.0.1	10.0.0.1	7	

Поля таблиці мають наступні значення: *Destination Address* – точка призначення інформаційного пакету; *Gateway* – шлюз, через який інформаційний пакет відправляється біжучим маршрутизатором; *Interface* – інтерфейс, через який інформаційний пакет виходить з біжучого маршрутизатора; *Metric* – вартість переходу в точку призначення; *Alternative Interface* – альтернативний інтерфейс, через який інформаційний пакет виходить з біжучого маршрутизатора, поле заповнюється при наявності альтернативного шляху в додаткових таблицях.

Модифікована маршрутизація з врахуванням класу трафіку

Метод перенаправлення інформаційних пакетів за рахунок тимчасового вилучення вершин, на яких спостерігається перевантаження, може бути використаний і для покращання якості обслуговування різнорідних потоків. При цьому треба передбачити поділ мережевого трафіку на два класи: еластичний і чутливий до затримок. Чутливий до затримок трафік - це дані типу аудіо і відео, які мають підвищені вимоги до часових показників порівняно з іншим (еластичним) трафіком. Трафік чутливий до затримок має вищий пріоритет.

При відсутності перевантажень маршрутизація відбувається за класичною схемою OSPF, використовується дерево найкоротших шляхів D. При певній завантаженості найкоротшого шляху еластичний трафік може бути напрямлений до точки призначення по шляху, знайденому за модифікованим алгоритмом (на основі дерева D_M), чутливий до затримок трафік – по основному шляху (дерево D).

Захист інформації, що передається у мережі

Важливим фактором при передачі інформації засобами комп'ютерних мереж є її захищеність. Протокол OSPF використовує для побудови маршруту між вихідною точкою і точкою призначення метод пошуку найкоротшого шляху, який на кожному кроці обирає перехід в ту вершину, вартість переходу до якої дає найдешевший, згідно певної метрики, шлях. Ця особливість алгоритму робить його гнучким і ефективним, проте дає змогу примусового перенапрявлення маршруту проходження потоку інформаційних пакетів шляхом оголошення в мережі псевдоканалу з мінімальною вартістю передачі даних.

Застосовуючи наведений вище метод видалення вершин, можливо блокувати доступ до вузла, який не відповідає критеріям захищеності, і перенапрявляти інформаційні пакети до точки

призначення іншим шляхом, який буде найбільш оптимальним в умовах, що склалися. Критерії захищеності вузлів потребують додаткового дослідження і розроблення.

Висновок

Запропонована модифікація алгоритму маршрутизації дає змогу зменшити затримки в мережі, причиною яких є перевантаження найкоротшого шляху за рахунок його багатократного використання. Досягається цей ефект перенапряженням потоків по альтернативному шляху, що знаходиться після вилучення суміжної з коренем дерева вершини перевантаженого маршруту. Для різнорідних потоків при перевантаженнях найкоротшого шляху доцільним є перенапряження на альтернативний маршрут потоків еластичного трафіку.

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.* 2. Семенов Ю.А. *Telecommunication technologies – телекоммуникационные технологии (v3.2, 19 марта 2008 года).* www.book.itper.ru. 3. Кузнецов Н.А., Фетисов В.Н. *Алгоритм Дейкстры с улучшенной робастностью для управления маршрутизацией в IP-сетях. Автоматика и телемеханика. 2008. – № 2. – С. 80–85.* 4. Быков Д.В., Лукьянов В.С. *Разработка внутреннего протокола маршрутизации // Информационные технологии моделирования и управления. – 2007. – № 1 (35). – С. 100–105.*

УДК 004.22(0.23)

В. Лахно, Д. Ширяев

Луганський національний аграрний університет,
кафедра економічної кібернетики

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРАХУНКУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ТЕПЛОТИ В ЗЕРНОВІЙ МАСІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІЧ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

© Лахно В., Ширяев Д., 2010

Розкрито математичну модель переміщення теплоти в зерновій масі із використанням ІЧ випромінювання.

The article revealed a mathematical model of heat transfer in grain weight using infrared radiation.

Вступ

Автоматизація виробничого процесу все більше застосовується на сучасних зернових елеваторах, сприяючи прискоренню технічного прогресу. Реалії економіки загострюють боротьбу за якість і збереження врожаю. Особливо актуальна ця задача з огляду подорожчання енергоносіїв. Вивчати переміщення теплоти в зерновій масі при використанні ІЧ випромінювання необхідно для правильного підходу до сушіння зернових культур. Розуміння самого процесу сушіння ІЧ-випромінюванням, переміщення теплоти в зерновій масі допоможуть визначити правильний підхід до процесу з метою отримання високоякісного продукту.

Мета статті

Завданням розроблення математичної моделі АСУ ТП сушіння зерна з використанням ІЧ нагрівачів є отримання системи математичних співвідношень, що описують з необхідною точністю досліджуваний об'єкт, і його поведінка у виробничих умовах. Одним з етапів процесу сушіння є етап отримання математичної моделі вологообміну. Ідентифікація функції визначає характер вологообміну і коефіцієнтів, що характеризують теплообмін і вологообмін для конкретної ситуації