

## АЛГОРИТМИ ДОСТАВКИ ДАНИХ, ОБМЕЖЕНОГО ОЧІКУВАННЯ І АГРЕГУВАННЯ

**Воловик В.А., Афанасьєва Л.О.**

*Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ»*

*E-mail: veravolovik@gmail.com*

### **Algorithms for data delivery, with limited waiting and aggregation**

The decision of selecting suitable routing algorithm based on the parameters analysis of the sensor network. Showed modified routing algorithm in the case of network nodes failure. Described the effectiveness of packets aggregation.

Пересилання звичайних даних у вузол-координатор відрізняється від інших лавинних розсилок, в яких інформація відправляється до всіх сусідів. Для пересилання інформації у координатор вузол повинен обрати один шлюз («вузол-асистент»), для чого використовується інформація з таблиць маршрутизації.

Можливі різноманітні підходи до використання маршрутних таблиць.

1. Пряме використання таблиці.

Переглядається таблиця по першій метриці, обирається той вузол, зв'язок з яким активний, і який має найменшу метрику. Цей вузол стає шлюзом, і одразу відбувається передача пакету даних. Однак, трапляється, що обраний вузол є не найкращим варіантом, і тоді можливі значні затримки. Якщо в даний момент немає ні одного активного шлюза, то обирається вузол з першого рядка і генерується завдання на очікування установки зв'язку з ним. При цьому час актуальності завдання не встановлюється.

2. Використання першого рядка

В якості отримувача завжди використовується той вузол, який має найменшу метрику. Якщо зв'язок з ним не може бути встановлений, то генерується завдання на очікування.

3. Використання  $k$  перших рядків.

Узагальнення 1-го та 2-го підходу. При розмірі таблиці  $k$  – маємо 1-ий випадок, при  $k$  рівному одиниці – випадок 2. Вибір  $k$  є окремою задачею, в загальному випадку  $k$  являється деякою функцією від усіх метрик в таблиці.

4. Загальне використання таблиць

Використання першого рядка таблиці по першій метриці і першого рядка по другій метриці, причому найбільш прийнятним є другий варіант.

*Алгоритм 1. Алгоритм ймовірнісної маршрутизації*

1. Доступ до таблиці. Необхідно обрати з таблиці рядок з найменшою метрикою.
2. Перевірка зв'язку. Вузол володіє інформацією про активність зв'язку (система оповіщень). Якщо зв'язок вважається активним, то можлива додаткова перевірка активності зв'язку.
3. Можливість передачі. Якщо зв'язок вважається активним, то необхідно розпочати негайну передачу пакету.
4. Зв'язок неактивний. Додати завдання на очікування встановлення зв'язку зі шлюзом. Час актуальності цього завдання не виставляється.

Найголовнішою особливістю доставки даних в вузол-координатор являється його повільний характер. Алгоритм 1 враховує наявність затримок в передачі, пов'язаних з часом очікування активності зв'язку.

Модифікований алгоритм ймовірнісної маршрутизації для роботи в мережі з вузлами, які можуть виходити з ладу запропонований нижче.

В разі можливості постійного виходу з ладу частини вузлів мережі необхідно змінити алгоритм маршрутизації відповідно до цих умов.

1. Встановлення завдання на очікування. При встановленні завдання виставляється час актуальності, розрахований за формулою.
2. Процедура завершення. При втраті актуальності викликається процедура завершення, яка має відреагувати на поточну ситуацію в мережі, і перенаправити пакет даних на інший шлюз.
3. Необхідність відслідковування циклів. Необхідно уникати можливих зациклювань пакетів, які часто виникають при використанні методу множинних маршрутів.

*Отриманий алгоритм 2 ймовірнісної маршрутизації з обмеженням на очікування.*

1. Доступ до таблиці. Обрання рядку з маршрутної таблиці з мінімальною метрикою та такого, що містить допустимий шлюз. Допустимим вважається шлюз, на який немає посилань в списку відісланих пакетів. Це необхідно для запобігання виникнення циклів: якщо відомо, що даний пакет вже надіслався якомусь з шлюзів, то повторне надсилання буде означати цикл. Якщо немає жодного допустимого шлюза, то необхідно видалити зі списку надісланих пакетів всі рядки з посиланням на даний пакет, і повторити Алгоритм 2. Так як топологія мережі динамічна, то є вірогідність того, що ситуація в околі вузла змінилась і можлива нормальна доставка пакету.

2. Перевірка зв'язку. Вузол володіє інформацією про активність зв'язку (система оповіщень). Якщо зв'язок вважається активним, то можлива додаткова перевірка активності зв'язку (через додатковий запит).

3. Можливість передачі. Якщо зв'язок вважається активним, то треба почати негайну передачу пакету.

4. Зв'язок неактивний. Додати завдання на очікування встановлення зв'язку з поточним шлюзом. Час актуальності виставити відповідно до формули.

5. Успіх очікування. У випадку, коли умова виконання завдання стала виконується до завершення часу актуальності, передати пакет шлюзу.

6. Спрацювання процедури завершення завдання. У випадку, коли час актуальності завдання вичерпаний і умова виконання не стала істинною, необхідно вважати поточний шлюз недопустимим. Для цього треба модифікувати таблицю, видаливши поточний рядок з таблиці маршрутизації (а) або модифікувати список  $S$ , вносячи у відповідний список  $S_j$  запис (б). Цей запис забороняє посилку пакета поточному шлюзу.

Далі треба повторити Алгоритм 2. При повторі поточний шлюз не буде вибраний знову, так як інформація про нього видалена (а) або він вважається недопустимим (б). Варіант (а) очікує більшу степінь впевненості вузла в тому, що шлюз назавжди вийшов з ладу і інформацію про нього можна видаляти (застосовується при малих  $p_{кр}$ ).

*Агрегування даних.* Агрегування представляє собою деяку умову, за якою з всіх пакетів, що надійшли і накопичилися в буфері, для пересилки обирається лише частина. Агрегування необхідно для того, щоб групувати пакети в більші пакети і пересилати всю групу одразу.

Можливі наступні прямі підходи до агрегування:

- 1) Вводиться параметр  $N$ , вузол очікує, поки надійде  $N$  пакетів, потім відсилає цю групу і знову очікує надходження  $N$  пакетів.
- 2) Вводиться параметр  $T$  ( $T$  може змінюватись, і може бути часом наступного перемикавання), при наступленні часу  $T$  вузол надсилає всю інформацію.

Ці два підходи ніяк не враховують поведінку вузлів в мережі, тому іноді застосування прямих методів приносить негативні результати. Інша ймовірна метрика дозволяє ввести певні умови на агрегування. Метрика в першому рядку таблиці, заснована на другій метриці, представляє собою середній час доставки пакету з даного вузла в координатор.

Запропонована наступна процедура агрегування.

*Алгоритм 3. Агрегування пакетів*

1. Ініціювання. Покласти  $N$  рівним поточному часу, покласти  $D$  рівним метриці першого рядка другої таблиці.
2. При генерації будь-якого пакета:
  - 2.1. в поле «час генерації» записати  $N$  (поточний системний час);
  - 2.2. в поле «очікуваний час доставки» записати  $D$ .
3. Перевірка. При перевірці пакетів на можливість пересилання:
  - 3.1. прийняти поле «час генерації» пакету рівним  $S$ ;
  - 3.2. в поле «очікуваний час доставки» пакету записати  $L$ ;
  - 3.3. якщо  $N - S + D \geq L$ , то додати пакет в групу пересилки.
4. Передача. Якщо група пересилки не пуста, то відправити її, використовуючи загальний механізм передачі, при цьому в поле «очікуваний час доставки» записати  $D$ .

Загальний принцип даної процедури агрегування полягає в тому, щоб відправляти тільки ті пакети, які не можуть більше чекати. Таким чином, при пересиланні вузол орієнтується на власну інформацію про мережу (очікуваний час доставки), що в цілому забезпечує хороший результат.

Програмно агрегування реалізується з використанням функцій зворотнього виклику. Умови пересилання за виключенням факта встановлення зв'язку з отримувачем також потребує виконання умови  $N - S + D \geq L$ .

Пакети, які задовольняють умови пересилання, групуються і надсилаються пакетом-групою за допомогою раніше розглянутих алгоритмів маршрутизації звичайних даних.

### Література

1. Мишагин, К.Г. Продление времени жизни сенсорной сети с помощью методов коллективной передачи информации / К.Г.Мишагин, В.А. Пастухов, А.Н. Садков // Тр. науч. конф. по радиофизике. Нижний Новгород, ННГУ, 2005. - С. 344 - 346.
2. Звягин, М.Ю. Алгоритмы сбора информации, маршрутизации и агрегации в мобильных сетях/ М.Ю.Звягин, Д.С.Милованов, В.Г.Прокошев/ /Тр. Междунар. Форума по проблемам науки, техники и образования.-М., 2007.-Т.2.-С.91-93.-ISBN 978-5-93411-045-2.