



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **57700** (13) **U**
(51) МПК (2011.01)
H04L 12/46
H04L 12/56
H04L 29/02
H04M 99/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ МІНІМІЗАЦІЇ СЛУЖБОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ТУНЕЛЮВАННІ RTP-НАВАНТАЖЕННЯ

1

2

(21) u201009681

(22) 02.08.2010

(24) 10.03.2011

(46) 10.03.2011, Бюл.№ 5, 2011 р.

(72) КАПТУР ВАДИМ АНАТОЛІЙОВИЧ, ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ ЄВГЕН ВАЛЕРІЙОВИЧ, ЯНІНА ОЛЬГА ОЛЕКСАНДРІВНА

(73) ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ІМ. О.С. ПОПОВА

(57) Спосіб мінімізації службової інформації при тунелюванні RTP-навантаження, який включає зменшення кількості службової інформації, що передають разом із корисним голосовим наванта-

женням крізь тунель, утворений в IP-мережі, та, як наслідок, зменшення пропускної здатності, необхідної для передавання голосового навантаження, який **відрізняється** тим, що голосові кадри з різних RTP-сесій, які супроводжують міні-заголовками, одержаними шляхом компресії на основі збереження інформації про контексти RTP-сесій, збирають до єдиного агрегованого IP-пакета, який містить лише один заголовок мережного рівня, протягом часу агрегації на одному кінці тунелю з подальшим відтворенням первинних IP-пакетів, в кількості, рівній кількості голосових кадрів в агрегованому пакеті, на іншому кінці тунелю.

Запропонована корисна модель відноситься до техніки зв'язку, зокрема до процедури передавання інформації в телекомунікаційних мережах.

Найближчим аналогом запропонованого способу мінімізації службової інформації при передаванні мультимедійного IP-навантаження є застосування протоколу cRTP (Compressed RTP) [1, 2], який передбачає стиснення заголовків IP/UDP/RTP для передавання в межах низько-швидкісних каналів зв'язку побудованих за принципом «точка-точка». Базовим принципом протоколу cRTP є збереження на обох кінцях каналу зв'язку (компресорі та декомпресорі) контекстів RTP-сесій, які включають опис типової для сесії структури службових заголовків IP/UDP/RTP, із подальшим передаванням між компресором та декомпресором лише тієї частини заголовків, які змінилися в супереч очікуванням компресора.

Всі поля в структурі заголовків трьох вищезазначених протоколів (IP, UDP та RTP) при передаванні пакетів в межах однієї RTP-сесії можна умовно поділити на три типи: статичні, поля та змінні поля.

Статичні поля це поля значення яких не змінюються під час передавання інформації в межах RTP-сесії. Таким чином, достатньо на початку RTP-сесії передати від компресора до декомпре-

сора значення цих полів і вони можуть бути відновлені на іншому кінці каналу зв'язку для кожного пакету, що надійшов від компресора. До таких полів належить весь заголовок IP-пакету, більша частина UDP-заголовку (крім поля контрольна сума), а також всі поля RTP-заголовку крім «чергового номеру» та «мітки часу».

Відновлювальні поля це поля алгоритм відтворення яких заздалегідь відомий, що дозволяє не передавати їх значення крізь канал зв'язку, а просто вилучати їх на стороні компресора та відтворювати на іншому. Прикладом відновлювального поля може бути поле «контрольна сума» UDP-заголовку.

Змінні поля можуть або приймати певну завершену кількість значень, що дозволяє закодувати це поле кодовою послідовністю значно меншого розміру або їх стиснення взагалі недоцільне. В типовому пакеті, який містить голосові фрейми, як правило, є лише два змінних поля, які розміщуються в межах RTP-заголовку - «черговий номер» та «мітка часу». Слід однак зазначити, що поле «черговий номер» має чітко оговорений алгоритм змінення від одного пакету до іншого та можливі відхилення від цього алгоритму є виключенням з правил та частіш за все пояснюються проблемами при передаванні голосової інформації, що потре-

(19) **UA** (11) **57700** (13) **U**

бує оновлення контекстів RTP-сесій на обох кінцях каналу зв'язку.

Такий спосіб є цілком виправданим при застосування для низько-швидкісних каналів зв'язку (наприклад, dial-up з'єднання), однак його застосування в сучасних швидкісних IP-мережах має достатньо суттєві недоліки:

протокол не дозволяє використовувати частину незадіяних полів IP-заголовку верхнього рівня для мінімізації відносного збільшення обсягу службової інформації;

протокол не має механізмів поєднання корисної інформації від різних RTP-сесій в межах одного пакету.

Необхідність в реалізації такого функціоналу особливо гостро постає при організації взаємоз'єднань між двома серверами IP-телефонії за умов одночасного передавання великої кількості RTP-сесій. В цьому випадку заголовки IP/UDP/RTP з паралельних RTP-сесій також містять велику кількість схожих за значеннями полів, що дозволяє застосувати цю властивість для більш ефективного стиснення службової інформації ніж для випадку незалежної компресії RTP-сесій.

Зважаючи на те, що при тунелюванні IP-навантаження утворюється віртуальний канал зв'язку побудований за принципом «точка-точка», принцип стиснення заголовків IP/UDP/RTP розглянутий в специфікації протоколу cRTP може бути використаний і в цьому випадку з врахуванням необхідних доповнень.

В запропонованому способі на кожній зі сторін IP тунелю окрім звичайних засобів тунелювання, що передбачають включення до кожного пакету додаткового IP-заголовку, реалізовано компресор та декомпресор. Як компресори, так і декомпресори оперують спеціальними таблицями контекстів RTP-сесій. За допомогою інформації, яка зберігається в зазначених таблицях компресори (за аналогією з протоколом cRTP) можуть не передавати всю службову інформацію для кожного голосового кадру, а попередньо забезпечити передавання першого з пакетів в межах RTP-сесії декомпресору і в подальшому передавати лише унікальний ідентифікатор контексту та спеціальні інформаційні повідомлення у разі відхилення службової інформації в наступному пакеті тієї самої RTP-сесії від очікуваних значень. Такий підхід дозволяє зменшити розмір службової інформації, що передається із кожним голосовим кадром з 40 байт до 2-4 байт на кожен пакет [3].

Додаткове зменшення обсягу службової інформації досягається за рахунок агрегації пакетів з різних RTP-сесій, що надходять до компресора на протязі періоду часу меншого за середню різницю в часі між надходженням двох пакетів з однієї RTP-сесії. Така агрегація дозволяє збільшити швидкість передавання корисного навантаження за рахунок зменшення сукупного обсягу службового навантаження, що передається із кожним голосовим фреймом.

Технічно задача вирішується в такий спосіб (Фіг. 1 та Фіг. 2):

1. Після надходження до компресору нового IP-пакету здійснюється перевірка на наявність в

цьому пакеті голосових даних, що передаються в межах типової RTP-сесії (перевіряється тип протоколів у відповідних полях заголовків, розмір пакету тощо).

2. У разі, якщо до тунелю надійшов пакет із голосовою інформацією проводиться аналіз IP-адрес відправника та одержувача, а також номерів портів протоколу UDP та за допомогою цієї інформації здійснюється пошук контексту RTP-сесії в таблиці контекстів.

3. Якщо контекст знайдено, компресором здійснюється перевірка на додержання очікуваних змін по відношенню до останнього збереженого стану контексту і у випадку, коли надійшов пакет, змінні поля службових заголовків якого набули очікуваних змін, здійснюється формування пакету із зменшеним обсягом заголовку, який обов'язково містить ідентифікатор контексту, порядковий номер пакету в межах сесії тощо. У разі, якщо контекст не було знайдено або до компресора надійшов пакет із неочікуваними змінами здійснюється створення нового контексту в таблиці або оновлення існуючого із подальшим пересиланням пакету із всіма службовими заголовками та додаванням ідентифікатора контексту.

4. Після формування пакету він зберігається до проміжного буфера. У разі, якщо до цього в буфері інших пакетів не було лічильник часу агрегації встановлюється в нульове значення. Додавання значень до лічильника здійснюється із надходженням до компресора штучних пакетів синхронізації.

5. Одержані пакети зберігаються до проміжного буфера та не надсилаються до іншої сторони тунелю до того часу, доки лічильник часу агрегації не перевищить заданого значення T_{max}. Після цього всі збережені в проміжному буфері пакети (як повні так і зменшені) збираються до одного агрегованого пакету та пересилаються на інший бік тунелю до декомпресора. В свою чергу всі інші пакети (в яких не міститься голосова інформація) відразу пересилаються на інший бік тунелю.

6. Декомпресор після одержання чергового пакету, насамперед, здійснює деінкапсуляцію інформації одержаної з іншого боку тунелю.

7. Після виділення цієї інформації здійснюється перевірка типу пакету (агрегований або ні). У разі, якщо до декомпресора надійшов агрегований пакет - декомпресор організує цикл обробки всіх пакетів, що входять до його складу. Першим кроком такої обробки є перевірка на повноту пакету. У разі, якщо пакет містить повні заголовки протоколів IP/UDP та RTP здійснюється створення нового контексту або оновлення існуючого в таблиці контекстів RTP-сесій декомпресора. В свою чергу, якщо пакет містить лише ідентифікатор контексту та порядковий номер пакету, здійснюється пошук контексту в таблиці та або відновлення пакету з контексту із подальшим його передаванням до верхніх рівнів стеку або формування та надсилання до іншого боку тунелю повідомлення про пошкодження контексту.

8. Якщо до декомпресора надійшов не агрегований пакет, то в цьому випадку насамперед здійснюється перевірка на одержання повідомлення

про пошкодження контексту. Така перевірка необхідна для обробки повідомлень від декомпресора на іншому боці тунелю. У разі одержання такого повідомлення здійснюється знищення пошкодженого контексту з таблиць контекстів RTP-сесій компресора та декомпресора та вихід з процедури без передавання пакету далі. У всіх інших випадках пакет передається до верхніх рівнів стеку.

Переваги запропонованого способу полягають у такому:

в 1,5-3 рази зменшується загальний обсяг навантаження, що передається крізь канал зв'язку при тунелюванні, в залежності від кількості одночасних RTP-сесій;

спосіб може бути використаний при організації взаємоз'єднань операторів IP-телефонії в сучасних IP-мережах;

звільнений ресурс пропускної здатності може бути використаний або для збільшення кількості одночасних телефонних з'єднань (без збільшення вимог до пропускної здатності каналу зв'язку), або для покращення якості зв'язку за рахунок дублювання IP-пакетів з метою мінімізації імовірності їх безповоротної втрати.

Перелік фігур креслення:

Фіг. 1 - Алгоритм роботи компресора.

Фіг. 2 - Алгоритм роботи декомпресора.

Умовні позначення (Фіг. 1):

1 отримання IP-пакету змаршрутизованого до тунелю

2 перевірка чи отриманий пакет містить RTP-заголовки та голосові дані

3 перевірка чи не є отриманий пакет, пакетом синхронізації таймера

4 пошук контексту RTP-сесії (за даними заголовків IP/UDP/RTP) в таблиці контекстів

5 таблиця контекстів RTP-сесій

6 додавання таймера синхронізації $T = T + dT$

7 перевірка чи знайдено контекст RTP-сесії

8 перевірка чи відбулися очікувані зміни

9 створення нового контексту та його збереження в таблиці

10 формування пакету із зменшеним обсягом заголовку

11 додавання до повного пакету ідентифікатора контексту та порядкового номеру

12 збереження сформованого пакету до проміжного буферу

13 проміжний буфер

14 перевірка чи це перший пакет в буфері

15 встановлення таймера в початкове значення

Т = 0

16 перевірка чи не перевищено час агрегації ($T > T_{max}$)

17 вихід з процедури без надсилання пакету

18 формування агрегованого пакету для відправки через тунель до декомпресора із використанням в якості поля даних змісту проміжного буферу

19 відправка пакету через тунель до декомпресора

Умовні позначення (Фіг. 2):

1 отримання IP-пакету з іншого боку тунелю

2 деінкапсуляція (відкидання тунельного IP-заголовку)

3 перевірка чи є отриманий пакет агрегованим

4 перевірка чи є отриманий пакет повідомленням про пошкодження контексту

5 цикл проходження пакетів вкладених в агрегований ($I = 1 \dots K$)

6 передавання пакету до верхніх рівнів стеку

7 знищення контексту з таблиць компресора та декомпресора

8 перевірка чи пакет надійшов із повними заголовками

9 пошук контексту за ідентифікатором

10 створення нового контексту або модифікація існуючого

11 вихід з процедури без надсилання пакету

12 перевірка чи знайдено контекст

13 перевірка чи порядковий номер пакету відповідає очікуваному

14 формування повідомлення про пошкодження контексту

15 відновлення пакету з контексту

16 передавання пакету до іншого боку тунелю

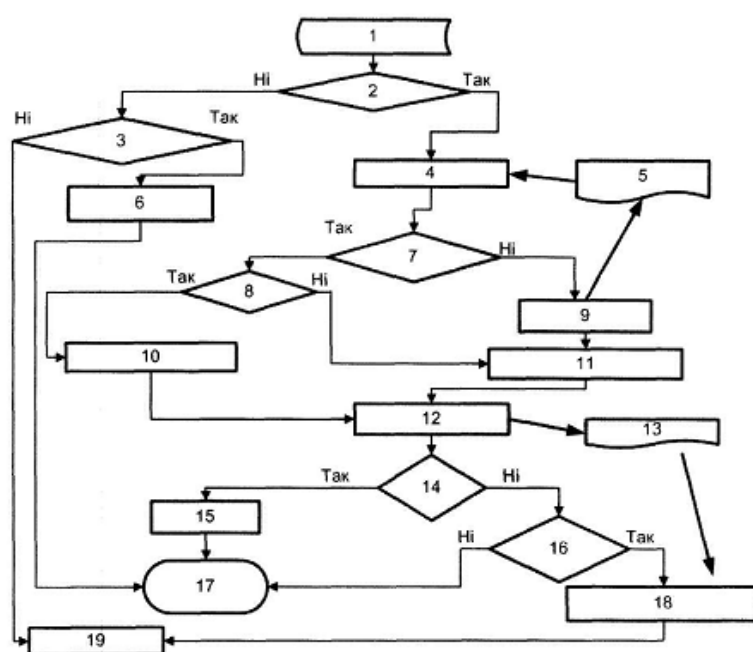
17 передавання пакету до верхніх рівнів стеку

Джерела інформації:

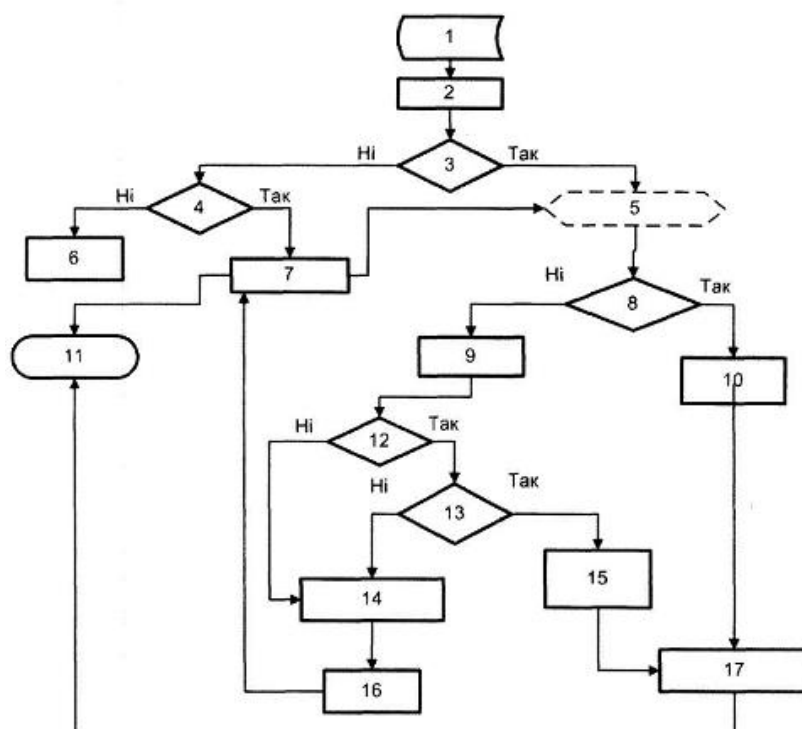
1. Casner S. Compressing IP/UDP/RTP Headers for Low-Speed Serial Links. [Електронний ресурс] / S. Casner, V. Jacobson. // RFC 2508. - Режим доступу: <http://www.faqs.org/rfcs/rfc2508.html>.

2. Enhanced Compressed RTP (CRTP) for Links with High Delay, Packet Loss and Reordering. [Електронний ресурс] / T. Koren, S. Casner, J. Geevarghese, B. Thompson, P. Ruddy // RFC 3545 - Режим доступу: <http://www.faqs.org/rfcs/rfc3545.html>.

3. Young-Bea Ko. Location-Aided Routing (LAR) in mobile ad hoc networks / Young-Bea Ko, Nitin H. Vaidya // Wireless Networks. - 2000. - № 6. - С 307-321.



Фіг. 1



Фіг. 2