

обработке сигналов – М.: Радио и связь, 1990. – 216 с. 3. Pogribny W., Rais A. Optimization of DM coders algorithms with the use of steps with multiplication factor equal to power 2 // Proceedings of the 6th Intern. Conf. Mixed Design of Integrated Circuits and Systems MIXDES'99 – Kraków, Poland, 1999. – P. 399–404. 4. Погрібний В.О., Рожанківський І.В., Лозинський В.І. Цифрова узгоджена фільтрація частотно-модульованих сигналів у часовій області // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2002. – №443. – С.105–111. 5. Richard G. Lyons, Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów – Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. – Warszawa, 1999. – 462 s. 6. Pogribny W., Rozhankivsky I., Milewsky A., Lozynsky V. Studying the exactitude of digital matching filtration of widepass location signals // Hydroacoustics Annual Journal. – 2001. – Vol. 4. – P. 209–212.

УДК 683.05

О.В. ТИМЧЕНКО, Р.С. КОЛОДІЙ, М.В. СМОЛІНСЬКИЙ

КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ МОВНОГО ЗВ'ЯЗКУ В МЕРЕЖАХ З ПАКЕТНОЮ КОМУТАЦІЄЮ

© Тимченко О.В., Колодій Р.С., Смолінський М.В., 2004

The methods are proposed for voice service quality increase due to subscribers activity analysis and coding rate change.

Постановка проблеми

Забезпечити гарантовану якість зв'язку (Quality of Service, QoS) – означає розподілити всі мережені ресурси так, щоб мовні пакети могли передаватись мережею точно за призначенням з найменшою часовою затримкою (згідно із рекомендаціями ІТУ-Т G.114). У широкому розумінні основна задача обумовленого варіанта телефонії полягає в забезпеченні звичайного перебігу мовного спілкування двох або кількох абонентів, що є абонентами різних комутаційних мереж, засобами мережі зв'язку з комутацією пакетів. Отже, для кодування мови потрібно використовувати алгоритми, що мають найвигідніше співвідношення *якість мови / швидкість передачі*, і розглянути сеанс мовного зв'язку абонентів двох вузлів у годину найбільшого навантаження за відсутності трафіку даних і трафіку систем керування. Для цього необхідно створити модель діалогу двох абонентів у пакетній мережі, яка дасть можливість оптимізувати пропускну здатність каналу зв'язку в мережі з комутацією пакетів. З цих позицій можна зробити висновок про кількість абонентів пакетної мережі, що мають можливість вести телефонні розмови по мережі ІР.

Аналіз останніх досліджень

Для передачі мови по мережі передачі даних ІР відповідно до рекомендації ІТУ-Т Н.323 необхідна швидкість передачі каналу зв'язку 19,6 кбіт/с. Внесена в мову затримка може досягати значних величин, що істотно перевищують рекомендоване ІТУ-Т у рекомендації G.114 значення 150 мс. Величина внесеної в мову затримки при кодуванні нижча, ніж при передачі мови по мережі ІР, але і вона може досягати значних величин, тому в каналі при використанні алгоритмів стиску важливим є використання оптимальних алгоритмів кодування мови.

Постановка задачі: розглянути можливості керування методами кодування сигналів для забезпечення гарантованої якості зв'язку при передачі мовних пакетів по ІР-мережі.

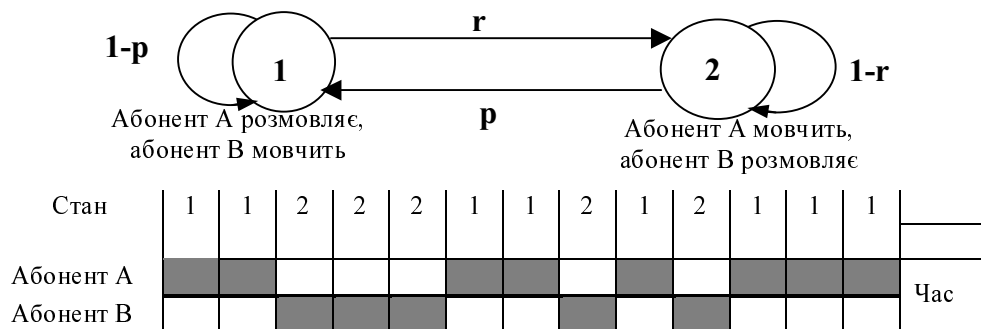
1. Пропускна здатність IP-каналу

Визначення необхідної пропускної здатності міжшлюзового каналу – одна з найважливіших задач оператора під час побудови мережі IP-телефонії. Швидкість передачі даних у такому каналі буде складатися з декількох компонентів: каналів доступу до шлюзу і маршрутизатора, використаних кодеків, і пропускної здатності самої мережі TCP/IP, також потрібно враховувати і те, що по цій мережі передається голосовий трафік і сигнали сигналізації та управління.

Джерелом інформаційних даних є мовний сигнал, можливою моделлю якого є нестационарний випадковий процес. У першому наближенні можна виділити такі типи сигнальних фрагментів: локалізовані, нелокалізовані, перехідні і паузи. При передачі мови в цифровій формі, тобто у вигляді послідовності чисел, кожен тип сигналу при одній і тій самій тривалості й однакової якості вимагає різної кількості біт для кодування і передачі. Отже, швидкість передачі різних типів сигналів також може бути різною. Звідси випливає важливий висновок: передачу мовних даних у кожному напрямку дуплексного каналу слід розглядати як передачу асинхронних логічно самостійних фрагментів цифрових послідовностей (транзакції) із блоковою (дейтаграмною) синхронізацією всередині транзакції, наповненої блоками різної довжини.

Описана модель мовного сигналу є базисною для вивчення (аналізу) і побудови (синтезу) IP-телефонних систем. Асинхронність транзакцій дозволяє, з одного боку, оптимізувати трафік за рахунок зниження середньої швидкості передачі і, з іншого боку, – за рахунок відносної свободи у відтворенні кожної транзакції компенсувати неідеальність каналу передачі. У зв'язку з викладеним інформаційна модель мовного сигналу дозволяє змінити стандартну постановку задачі конструювання кодека мовного сигналу для систем IP-телефонії. На відміну від традиційних кодеків для IP-телефонії доцільно будувати зі змінною швидкістю.

Один із варіантів моделювання діалогу між двома абонентами з використанням VAD, який повинен усунути передачу пауз в розмові між двома абонентами, що веде до активності діалогу, перемикаючи стани активності в лінії згідно з прикладом, який зображено на рисунку.



Граф моделі діалогу з двома станами і приклад послідовності подій

Ця модель дає змогу отримати аналітичні результати, які в основному використовуються в мережах з пакетною передачею мови.

Для моделі з двома станами імовірність появи k пакетів у кадрі з номером n , за умови, що в діалозі беруть участь m пар терміналів, знаходять так:

$$P_{k,m \in n} = \binom{m}{k} [P_1^{(n)}]^k [P_2^{(n)}]^{m-k},$$

де

$$P_1^{(n)} = P_1^{(0)} \rho_{11}^{(n)} + P_2^{(0)} \rho_{21}^{(n)}; P_2^{(n)} = P_1^{(0)} \rho_{112}^{(n)} + P_2^{(0)} \rho_{22}^{(n)};$$

$$P_{AB}^n = \begin{bmatrix} \rho_{11}^{(n)} & \rho_{12}^{(n)} \\ \rho_{21}^{(n)} & \rho_{22}^{(n)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\rho}{r+\rho} + rs & \frac{\rho}{r+\rho} - rs \\ \frac{\rho}{r+\rho} - \rho s & \frac{\rho}{r+\rho} + \rho s \end{bmatrix},$$

$$\text{де } s = \frac{(1-r-\rho)^n}{r+\rho}.$$

Також можна представити, що:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P_{\kappa, m \in n} = \binom{m}{\kappa} \left(\frac{\rho}{r+\rho} \right)^\kappa \left(\frac{r}{r+\rho} \right)^{m-\kappa},$$

де запис $\kappa, m \in n$ означає, що κ пакетів від m діалогів в кадрі n .

З наведеного виразу видно, що процес появи пакетів є біноміальним, оскільки поведінка кожного з них є незалежною і формування пакета представляє собою розподіл Бернуллі з імовірністю подій $\rho/(r+\rho)$. Цей результат може бути використаний при аналізі трафіку в усталеному режимі. Безумовні імовірності стану системи на n -м кроці використовуються при дослідженні перехідного процесу після перевантаження.

2. Способи забезпечення QoS за допомогою кодеків

Інтернет пред'являють ряд специфічних вимог до мовних кодеків (вокодерів). Через пакетний принцип передачі і комутації мовних даних відпадає необхідність кодування і синхронної передачі однакових за тривалістю фрагментів мови. Як було зазначено вище, найдоцільнішим для систем ІР-телефонії є застосування кодеків з перемінною швидкістю кодування мовного сигналу. В основі кодека мови з перемінною швидкістю лежить класифікатор вхідного сигналу, що визначає ступінь його інформативності і тим самим задає метод кодування і швидкість передачі мовних даних. Найпростішим класифікатором мовного сигналу є Voice Activity Detector (VAD) [3], що виділяє у вхідному мовному сигналі активну мову і паузи. При цьому фрагменти сигналу класифікуються як активна мова, кодуються одним з відомих алгоритмів (як правило на базі методу Code Excited Linear Prediction – CELP) з типовою швидкістю 4–8 Кбіт/с. Фрагменти, класифіковані як паузи, кодуються і передаються з дуже низькою швидкістю (близько 0,1–0,2 Кбіт/с), або не передаються взагалі. Передача мінімальної інформації про паузні фрагменти краща.

Схеми більш ефективніших класифікаторів вхідного сигналу детальніше здійснюють класифікацію фрагментів, що відповідають за активність мови. Це дозволяє оптимізувати вибір стратегії кодування (швидкості передачі даних), виділяючи для особливо відповідальних за якість мови фрагментів мовного сигналу більшу кількість біт (відповідно велику швидкість), для менш відповідальних – менше біт (меншу швидкість). При такій побудові кодеків можуть бути досягнуті низькі середні швидкості (2–4 Кбіт/с) при високій якості синтезованої мови.

Необхідно відзначити, що для розглянутих додатків традиційна для вокодерів проблема зниження затримки під час оброблення сигналу в кодеку не є актуальною, тому що величина сумарної затримки при передачі мови в системах ІР-телефонії головним чином визначається затримками внесеними каналами мережі Інтернет. Однак рішення, що дають змогу знизити затримку у вокодері, становлять практичний інтерес [2].

Проведений у різних дослідницьких групах аналіз якості синтезованої мови при передачі мовних даних через мережу Інтернет показує, що основним джерелом виникнення перекручувань, зниження якості і розбірливості синтезованої мови є переривання потоку мовних даних, викликане втратами при передачі по мережі або перевищенням граничнодопустимого часу доставки пакета з мовними даними [1]. Очікується, що з розвитком мережі Інтернет при подальшому збільшенні її

пропускної здатності, оптимізації маршрутизаторів і протоколів переважну роль будуть відчувати втрати одиночних пакетів. Варто зазначити, що у випадку приходу пакета дані, як правило, доставляються без помилок. У таких умовах завадостійке кодування мовних даних недоцільне. Вищесказане узагальнене в таблиці.

Затримки при різних способах кодування

Кодек	Тип кодека	Швидкість кодування	Затримка при кодуванні	Оцінка MOS
G.711	ІКМ	64 Кбіт/с	0,75 мс	4,5
G.726	АДІКМ	32 Кбіт/с	1 мс	4,1
G.728	LD – CELP	16 Кбіт/с	Від 3 до 5 мс	3,95
G.729	CS– ACELP	8 Кбіт/с	10 мс	4
G.726 a	CS– ACELP	8 Кбіт/с	10 мс	3,85
G.723.1	MP – MLQ	6,3 Кбіт/с	30 мс	3,8
G.723.1	ACELP	5,3 Кбіт/с	30 мс	3,65

- АДІКМ – адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція
- LD-CELP – Low Delay – Code Excited Linear Prediction – кодек з керованим кодом лінійним прогнозом і малою затримкою
- CS-ACELP Conjugate Structure – Algebraic Code Excited Linear Prediction – зв'язана структура з керованим алгебраїчним кодом лінійним прогнозом;
- MP-MLQ (Multy-Pulse – Multy Level Quantization – багатоімпульсне, багаторівневе квантування).

Отже, однієї з найважливіших задач під час побудови вокодерів для ІР-телефонії є створення алгоритмів компресії мови не чутливих до втрат пакетів.

Які перспективи створення вокодерів для ІР-телефонії? Наскільки можна судити за літературними даними, спеціальних розробок для Інтернет-телефонії, рекомендованих ІТУ-Т (сектор стандартизації в області телекомунікації міжнародного союзу телекомунікації [4]) поки не існує. Серед міжнародних стандартів, що рекомендуються для подібних систем, частіше інших згадується G.723.1, що забезпечує передачу мови зі швидкістю 5,3 і 6,3 Кбіт/з, а так само G.729 для швидкості передачі 8 Кбіт/с.

Гарантуючи досить високу якість мови в ідеальних умовах передачі, згадані стандарти були розроблені для використання в каналах, відмінних від Інтернет, і вже пізніше частково адаптувалися для умов утрат пакетів. Сьогодні провідні в області телекомунікації фірми й університети проводять розробки алгоритмів вокодерів для Інтернет-телефонії. Орієнтуючись на рекламні публікації і власні дослідження, можна очікувати появи найближчими роками алгоритмів компресії із середніми швидкостями 2–4 Кбіт/с і нижче з якістю синтезованої мови з допустимими переключеннями за умови втрат пакетів з мовними даними до 20 %.

Висновки

Методи керування якістю мовного зв'язку для отримання ІР-телефонії високої якості повинні містити всі можливі засоби для зменшення швидкості кодування, основними з яких є побудова кодерів з аналізом голосової активності і змінною швидкістю кодування.

Важливим фактором, що впливає на якість переданого по мережі з комутацією пакетів мовного сигналу, є вибір методу кодування, оскільки кодек має значний вплив на інтенсивність використання каналу передачі. При великих завантаженнях каналів слід використовувати кодеки

стандарту G.729 та G.723, оскільки вони забезпечують високу якість при використанні незначної смуги пропускання (29,6 кбіт/с та 19,6 кбіт/с відповідно) і тим самим дають можливість використовувати один фізичний канал для значної кількості одночасних телефонних розмов.

1. Тимченко О.В., Колодій Р.С., Орлевич І.Д. Аналіз якості послуг IP-телефонії // Збірник наукових праць ІПМЕ. –К., 2002. – Вип.18. – С.183–190. 2. Тимченко О.В., Колодій Р.С., Смолінський М.В. Комплексна оцінка затримок при конфігуруванні пакетної мережі з підтримкою телефонії // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць ІПМЕ НАН України. –К., 2002. – Вип.18. – С.167–180. 3. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицький А.Л. IP-телефонія. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с. 4. www.itu.ch – Web-вузол міжнародного союзу по телекомунікації (The International Telecommunication Union – ITU-T).

УДК 621.01:621-868

С.А. ТАЯНОВ, Р.В. ЧУБИК

АНАЛІЗ КОЕФІЦІЕНТА НЕЛІНІЙНИХ СПОТВОРЕНЬ СИНУСОЇДАЛЬНОГО СИГНАЛУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШІМ ВІБРОТРАНСПОРТЕРОМ ЗА ВІДСУТНОСТІ ФІЛЬТРІВ ЖИВЛЕННЯ

© Таянов С.А., Чубик Р.В., 2004

In this article the influence analysis of pulsing of commutator power supply on coefficient of non-linear distortion of different frequency sinus signal which is modulated with help of Pulse Width Modulation is carried out.

Постановка проблеми

У зв'язку із розвитком сучасної вібротехніки виникає потреба в адаптивних самоналагоджувальних системах керування для одержання максимально ефективних режимів роботи, а також для забезпечення стабільної продуктивності при зміні маси завантаження вібромашини.

Аналіз останніх досліджень

Керування віброзбудником в таких системах виконується мікропроцесором або мікроконтролером із застосуванням широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) [1]. Це дає можливість отримувати синусоїдальний сигнал великої потужності та різної частоти.

Постановка задачі

Для того, щоб спростити принципову схему системи керування електромагнітними віброзбудником за допомогою ШІМ, зменшити її собівартість та габарити, пропонується вилучити блок фільтрів живлення комутаторів ШІМ із системи керування.

Як наслідок такого вилучення, вихідний сигнал (синусоїду) отримуємо промодельовану імпульсами ШІМ та додатково за амплітудою пульсаціями джерела живлення, Для зменшення амплітудної модуляції від джерела живлення пропонується використовувати трифазну промислову мережу із застосуванням двопівперіодної мостової схеми, для трифазного струму (схема Ларіонова).