

- IEEE Journal of Solid-State Circuits.-1998.-V.33.- №.2.-P.179-194.
6. Post J.E. Waveform Symmetry Properties and Phase Noise in Oscillators / J.R.Linscott, M.H.Oslick // Electron. Letters.-1998.- V.34.- №.16.-P.1547-1548.
 7. Choi J. Design of Push-Push and Triple-Push Oscillators for Reducing 1/f Noise Up-conversion /A.Mortazawi // IEEE MMT Transactions.-2005.-V.53.-№.11.-P.3407-3413.
 8. Zhang G. A Novel Technique for HEMT Tripler Design /D.Pollard, M.Snowden //IEEE MTT-S Int. Microwave Sym.Digest .- 1996.-P.663-665.
 9. Boudiaf A. A High Efficiency and Low-Phase-Noise 38-GHz pHEMT MMIC Tripler / D.Bachelet, C.Rumelhard // IEEE MMT Transactions.-2000.-V.48.-№.12.-P.2546-2553.
 10. Danesh M. Gruson F., Abele P., Schumacher H. Differential VCO and Frequency Tripler using SiGe HBTs for 24 GHz ISM Band//IEEE RFIC Symp.-2000.- P.277-280.
 11. Yen S. An N-harmonic Oscillator using an N-Push Coupled Oscillator Array with Voltage-Clamping Circuits // IEEE MTT-S Int. Microwave Sym.Digest - 2003.-P.1175-1179.
 12. York R.A. Injection- and Phase-Locking Techniques for Beam Control/T.Itoh // IEEE MMT Transactions.-1998.-V.46.-№.11.-P.1920-1929.
 13. Chen C. Ring-Based Triple-Push VCOs with Wide Continuous Tuning Ranges /C.Li, B.Huang, K.Lin, H.Tsao, H.Wang//IEEE MMT Trans. -2009.-V.57.-№.9. -P.2173-2182.
 14. Winch R.G. Oscillators – K-band VCOs Build with Bipolaris //MicroWaves.-1977.- V.16.-№.11.-P.62-67.
 15. Kotserzhinsky B.O., Omelianenko M.U., Tsvelykh I.S. A Low Phase Noise Microstrip Push-Push Oscillator with Third Harmonic Output //Inter.Conference on Antenna Theory and Techniques. - 6-9 Oct. 2009, Lviv, Ukraine. - P.337-339.

Коцержинський Б.О. Потроювання частоти у транзисторних НВЧ генераторах. Розглянутий стан розробки потроювачів частоти. Показано, що створення генераторів-потроювачів частоти знаходиться ще у стадії наукових досліджень. Фірмами випускаються пристрої за схемою: генератор, буфер, підсилювач-потроювач.
Ключові слова: потроювач частоти, triple-push, генератор.

Коцержинский Б.А. Утроение частоты в транзисторных СВЧ генераторах. Рассмотрено состояние разработок утроителей частоты. Показано, что создание генераторов-утроителей частоты еще находится в стадии научных исследований. Фирмами выпускаются устройства по схеме: генератор, буфер, усилитель-утроитель.
Ключевые слова: утроитель частоты, triple-push, генератор.

Kotserzhinsky B.A. Microwave transistor oscillator frequency tripling. The frequency tripler state of the art is considered. The oscillator-frequency tripler design is now at the state of scientific research. Microwave companies release the devices of the such structure: oscillator, buffer, amplifier-tripler.
Key words: frequency tripler, triple-push, oscillator.

УДК621.372.061

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОСНОВНИХ СТАНДАРТІВ ВІДЕО ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ПО 4G-МЕРЕЖАМ

Парфенова А.О., Макаренко А.Ю., Могильний С.Б.

Нові технології та цільові орієнтири 4G-мереж активно обговорюють на різноманітних форумах та конференціях. Системи 4G надаватимуть мультимедійні послуги у широкому діапазоні параметрів: 2 Мбіт/с для рухомих об'єктів; 10-20 Мбіт/с для сотових мереж; 20-40 Мбіт/с для бездротових локальних мереж WLAN. Планується, що одною з головних особливостей стане гнучке управління якістю зв'язку QoS , що дозволить застосування

стандартів відео MPEG-4 и H.264/AVC у різних мультимедійних режимах. В цілому, розвиток 4G-мереж можна охарактеризувати як спробу досягнення принципово нових якостей: загальна IP-зв'язаність, повна мультимедійність, можливість регулювання параметрів *QoS* в залежності від потреб.

При переході до систем 4G має бути досягнутий новий рівень продуктивності (підвищення швидкості передачі, ємності каналу та економічності трафіку у 5-10 разів) порівняно з 3G-системами. Одним з методів підвищення ефективності майбутніх систем є нові стандарти (СТ) кодування та компресії даних. А так як переважну більшість складатиме мультимедійна інформація, то слід говорити і про нові СТ відео.

Короткий огляд існуючих стандартів відео

Цифровий потік, включаючи відео, аудіо та меню, досягає 9,8 – 10 Мбіт/с., у якому відео складає основну його частину (біля 4 Мбіт/с.). Виникає необхідність узгодження цифрових потоків з пропускнуою здатністю каналів передачі. Це призводить до необхідності використання ефективних алгоритмів компресії цифрових потоків відео. На сьогодні відомими специфікаціями алгоритмів є MPEG-1, MPEG-2 та MPEG-4.

СТ ISO-1172 (MPEG-1), прийнятий в 1992 р., обмежується четверттю телевізійного кадру (352x288), низькою швидкістю цифрового потоку (до 1,5 Мбіт/с.) і тому забезпечує невисоку якість зображення при передачі. Однак запропоновані у ньому алгоритми компресії, правила опису та формування потоку даних більш потужні та універсальні, ніж використовує даний СТ.

В 1995 році прийнято СТ ISO-13818 (MPEG-2) для повноцінного телевізійного кадру (720x526), який містить кілька рівнів та профілів. СТ передбачає часову компенсацію руху між суміжними кадрами та наявність: опорних зображень *I (Intra)*; зображень з передбаченням вперед *P (Predictive)*; зображень з передбаченням як вперед так і назад *B (Bi-directional)*.

Уся часова послідовність зображень розбивається на групи *GOP (Group Of Pictures)*. Кожна з цих груп починається з опорного зображення типу *Intra*, та з певною періодичністю містить зображення з передбаченням вперед *P (Predictive)*. Такі групи мають вигляд дробу M/N , де M -загальне число зображень у групі між опорними зображеннями, а N -інтервал між *Predictive* зображеннями. Основний алгоритм MPEG-2 використовує для компресії відео структуру *GOP15/3: IBBPBBPBBPBBPBB*. У такій групі кожне зображення типу *Bi-directional* відновлюються по оточуючим його *Predictive* зображенням. У свою чергу кожне зображення типу *Predictive* відновлюється по попередньому *P*- зображенню або по попередньому *I*- зображенню. *I*- зображення відновлюються незалежно від інших.

Для формування низьких потоків при кодуванні відео служать профілі СТ MPEG-4 Visual та H.264 (який також називають AVC - Advanced Video Coding). Кожний з двох СТ регламентує роботу декодера, та залишає сво-

боду розробникам у створенні кодера – СТ визначають лише вихідні дані, які мають бути на виході кодера, але самого кодера не описують. Метод декодування описано у кожному стандарті. MPEG-4 Visual та H.264 мають спільні та, водночас, суттєво різні рекомендації. Обидва призначені для компресії відеоінформації, але СТ MPEG-4 Visual має багатоцільове використання, а СТ H.264 націлено на ефективність та надійність алгоритмів компресії.

Стандарт MPEG-4 Visual

СТ MPEG-4 Visual (Part 2 ISO/IEC 14496, «кодування аудіовізуальних об'єктів») описує широкий клас функцій для кодування певних додатків та представлення візуальної інформації. Тому, MPEG-4 Visual забезпечує високу пристосованість своїх технічних інструментів та ресурсів кодування і дає можливість працювати з різними видами відеоданих. Розв'язання великої кількості задач MPEG-4 Visual забезпечує шляхом набору інструментів кодування, організованих у профілі. СТ дає змогу обробляти рухомі зображення, відео об'єкти, двомірні та тримірні сіткові об'єкти, анімовані обличчя та фігури людей, статичні текстури.

Кодек для MPEG-4: у основі MPEG-4 Visual лежить простий механізм відеокодування, у якому використовуються: розбиття зображення на окремі блоки, що містять 16x16 пікселів; компенсація руху блоку кодується за допомогою різниці між вектором та його прогнозом; дискретне косинус-перетворення DCT; квантуванням коефіцієнтів, отриманих при DCT; ентропійним кодуванням квантованих коефіцієнтів DCT. Розробка алгоритмів та методів оцінки руху (вибору «найкращого» вектора руху) СТ не розглядається, а повністю покладається на розробників кодерів.

Стандарт H.264/AVC

СТ ITU-T H.264/MPEG-4 Part 10 AVC (скорочено - H.264/AVC) є новою перспективною технологією кодування та компресії аудіо-візуальної інформації. Ефективність компресії СТ H.264/AVC вища, ніж у СТ MPEG-2 при однаковому візуальному сприйнятті. СТ H.264/AVC розроблено незалежним від транспортного рівня систем передачі, що використовуються. Тому доставка інформації може здійснюватись по будь-яким системам передачі та мовлення, включаючи: системи з IP-протоколами (у тому числі для потокової доставки), транспортні потоки систем мовлення у СТ MPEG-2, а також специфічні формати файлів H.264/AVC для їх збереження та обробки на серверах. Даний СТ має більш вузькі межі застосування. Основна увага в H.264 сконцентрована на ефективності компресії зображення. Цей СТ створений для більш вузького кола задач, з метою істотного збільшення ефективності алгоритмів кодування та підвищення завадостійкості при передачі відео. Основними ознаками СТ є: ефективність компресії (значне покращення компресії у порівнянні з усіма попередніми СТ); ефективність передачі даних (з великою кількістю вбудованих деталей, які спрямовані на підтримку надійної передачі по мережам); сфокусованість на популярних додатках відеокомпресії. СТ H.264

створений для підтримки потокового широкомовного відео високої якості та для зберігання відеоданих. Кодек для H.264 передбачає використання як просторового так і часового прогнозування (з оцінкою руху), включає 2-D перетворення, квантування, компресію, сканування (переорганізація) та статистичне кодування.

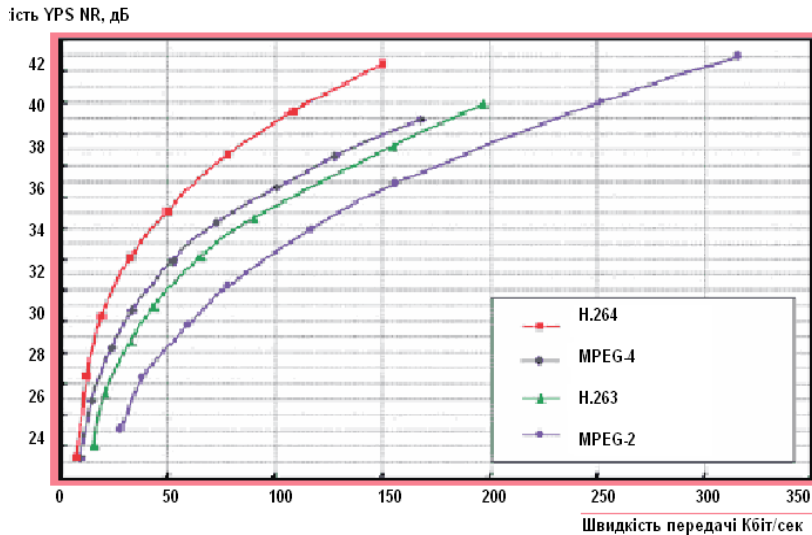


Рис. 1. Відношення С/Ш в порівнянні зі швидкістю передачі даних для різних стандартів.

повідляє меншій ентропії, ніж в абсолютних значеннях цих блоків. СТ H.264 має підвищену завадостійкість (див. рис. 1).

Порівняльна характеристика стандартів наведена в таблиці (в табл. прийняті скорочення: код.— кодування; арифм.— арифметичне; реж.— режим; конт.— контекстне; мод.— моделювання, спост.— спостереження; коэф.— коефіцієнти; зобр.— зображення; еф.— ефективно; викор.— використувати).

В H.264 дозволено представляти блоки (Inter- або Intra-кадри) відносно як попередніх так і наступних блоків. В *Inter-кадрах* це називають оцінкою руху і вона відноситься до блоків в інших кадрах. Ефективна компресія відбувається саме тут, так як різниці між схожими блоками від-

Параметр	Вимоги у СТ MPEG-4 Visual	Вимоги у СТ AVC/ H.264
Прогнозування	Жорстка залежність між порядком слідування зобр. при визначенні компенсації руху і порядком слідування зобр. при відтворенні. Кільк. посилань на інші кадри ≤ 2 (у випадку <u>B-кадрів</u>)	Жорсткої залежності немає. Дозволяє використовувати у якості опорних дові раніше стиснуті зобр. Можна викор. до 32 посилань на інші кадри
Компенсація руху	Вектор руху блоку код. за допомогою різниць, на основі раніше закодованих векторів сусідніх блоків: прогноз вектора; визначення різниці між вектором та його прогнозом, код. і передача.	Передбачає гнучку підтримку компенсації руху. У процесі оцінки <u>можливий вибір опорних зобр. з інших кадрів</u> , за рахунок чого зростає еф. компресії.
Точність	Підтримує вектори компенсації руху з точністю у півпікселя.	Підтримує вектори компенсації руху з точністю до четверті пікселя (Qpel), що забезпечує високу точність відтворення при малому русі об'єктів .
2D перетворення	Використовується двомірне DCT , яке виконується на блоках (8 × 8) кожного компонента зобр. Отриманий набір коеф. описує зміст просторових частот у представленні даного блоку.	Використовується цілочисленне косинус-перетворення (Integer DCT). Таке перетворення легше, з точки зору розрахунків, і забезпечує відсутність втрати даних.

Продовження таблиці

Параметр	Вимоги у СТ MPEG-4 Visual	Вимоги у СТ AVC/ H.264
Кодування	Блок коеф. проходимо в діагональному та зигзагоподібному напрямках. Список отриманих значень підлягає подальшому ентропійному код., використовуючи код змінної довжини (VLC).	Можливі два режими статистичного код.: конт.-залежне адаптивне кодування (CAVLC) та конт.-незалежне адаптивне бінарне арифм. код. (CABAC). Реж. CAVLC - базовий. Використовує алгоритм код. зі змінною довжиною код. слова. Режим CABAC регламентує вибір моделі відповідно до групи попередніх спост.: конт. мод. - бінаризація, з визначенням двійкових значень на основі деревовидної структури, подібної коду VLC - кожний елемент кодують механізмом адаптивного двійкового арифм. код. за допомогою ймовірнісних оцінок.
Основні недоліки	Низька еф. алгоритмів компресії	Кодеки для H.264 є більш вимогливі до ресурсів. Складність розрахунків ст.

Висновки

Стандарту MPEG-4 притаманні

- переваги: багатофункціональність додатків; розроблені раніше програмні продукти на MPEG-4 Visual для мобільних систем вже набули широкого поширення; безперервне вдосконалення профілів, деякі з яких оптимізовані для потоків 64 Кбіт/с;

- недоліки: недостатня ефективність алгоритмів компресії, а звідси і низька якість передачі відео для деяких прикладних задач, низька завадозахищеність, при високих швидкостях передачі (види компресії типу MPEG-4 залишаються лише там, де вимоги до частоти кадрів не перевищують 4 кадр/с).

Стандарту H.264 притаманні

- переваги: висока ефективності компресії; висока заводо захищеність при передачі по мережі; висока якість зображення при частоті кадрів ~ 30 кадр/с; можливості щодо зменшення розміру відеофайлів без помітного погіршення якості зображення; вища продуктивність та можливість використання низьких бітових швидкостей;

- недоліки: вузька спрямованість прикладних задач, жорсткі вимоги до апаратних ресурсів, складність розрахунків, необхідність вдосконалення камер, та високопродуктивних станцій моніторингу.

В нових розробках при виборі обладнання рекомендується надавати перевагу продуктам, що підтримують обидва стандарти для забезпечення гнучкості майбутніх систем.

Література:

1. 4G Wireless Video Communications /Haohong Wang, Lisimachos Kondi, Ajay Luthra, Song Ci., - John Wiley & Sons Ltd., 2009, 412 pages
2. Video Demystified Fourth Edition /Keith Jack., - Newnes , 2005, 953 pages.
3. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука М.: - Техносфера, 2004. - 368с.
4. Ричардсон Я. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 — стандарты нового поколения. М.: - Техносфера, 2005. - 368 с.
5. RAO K.R., YIP P.: 'Discrete cosine transform: algorithms, advantages, applications' (Academic Press, 1990).
6. ISO/IEC 13818: 'Generic coding of moving pictures and associated audio (MPEG-2)'.
7. ISO/IEC 11172: 'Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5 Mbit/s'.
8. Young Kyun Kim, Ramjee P. 4G Roadmap and Emerging Communication Technologies (Universal Personal Communications) // Academic Press, 2006.

Парфенова А.О., Макаренко А.Ю., Могильний С.Б. Порівняльний аналіз основних стандартів відео для передачі по 4G-мережам. У статті виконано огляд та аналіз основних стандартів відео, які можуть бути використані для передачі мультимедійної інформації по 4G-мережам; також наведені порівняння основних параметрів, які впливають на показники ефективності стандартів.

Ключові слова: стандарти відео, 4G-мережі, компресія відео.

Парфенова А.А., Макаренко А.Ю., Могильний С.Б. Сравнительный анализ основных стандартов видео для передачи по 4G-сетям. В данной статье выполнен обзор и анализ основных стандартов видео, которые могут использоваться для передачи мультимедийной информации по 4G-сетям; также приведено сравнение основных параметров, которые влияют на показатели эффективности стандарта.

Ключевые слова: стандарты видео, 4G-сети, сжатие видео.

Parfenova A., Makarenko A., Mogilnyuy S. The comparative analysis of the basic standards of video for transimition on 4G-networks. In this article review and the analysis of the basic standards of video which can be used for transmission of the multimedia information on 4G-networks are executed; also comparison of key parameters which influence on efficiency of the standard is resulted.

Key words: standards of video, 4G-networks, transmission of the multimedia.