

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ КАНАЛУ ПРИ ПЕРЕДАЧІ SVC-ВІДЕО ЗА СХЕМОЮ „P-T-M”

Патрушев С.С., магістрант; Хорхордін О.В., к.т.н., проф.

(Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна)

Постановка проблеми. У сучасних стільникових системах на базових станціях (у WiMAX та cdmaEV-DO) або на контролерах базових станцій (у HSDPA та LTE) працюють системи планування тайм-слотів спільного радіоканалу. Система планування для кожного тайм-слота вирішує, до якого абонента (або до якої мультикаст-групи) передавати дані в цьому тайм-слоті. У той же час у стільникових системах набувають популярності відеопослуги (наприклад, IPTV та VoD), відеопотоки в яких закодовані за стандартом h.264/SVC [1], що передбачає масштабування зображення за рівнями якості. Дані сервіси надаються в режимі пакетної комутації за схемою “p-t-M” (один-до-багатьох). Отже, є необхідність у розробці ефективних систем планування, що працюватимуть з SVC-відео та схемою передачі “p-t-M”. У дослідженні [2] було подано опис такої системи планування.

Метою даної роботи є надання пропозицій щодо вдосконалення системи та оцінка ефективності вдосконаленої системи у порівнянні з базовою (описаною у роботі [2]).

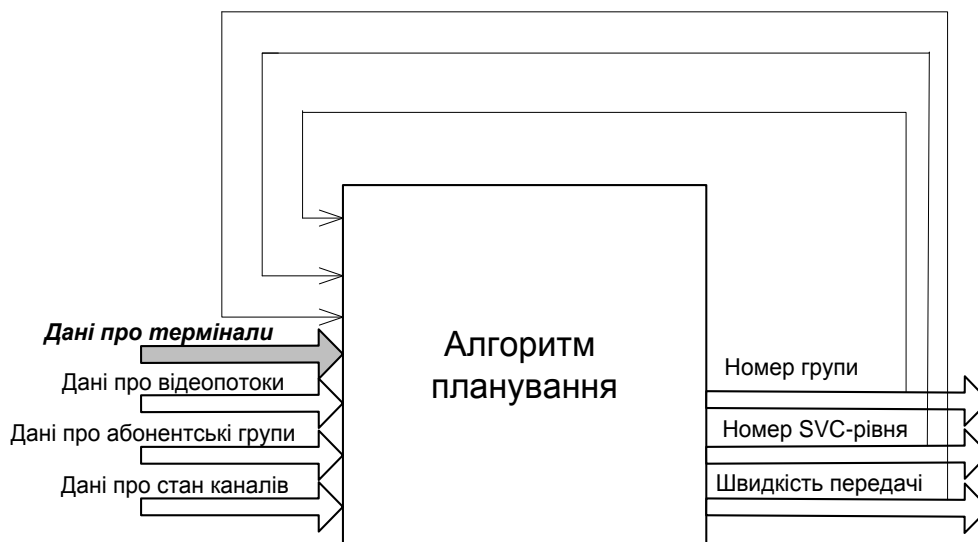


Рисунок 1 — Система планування ресурсів

Основна частина. Існує 3 альтернативні принципи вибору абонента (групи) для передачі: Max-C/I, RoundRobin, ProportionalFair [3]. Дані принципи покладено в основу алгоритмів планування радіоресурсів у сучасних стільникових системах [2].

Система та алгоритм планування радіо ресурсів, описані в [2], побудовані за принципом ProportionalFair. Схему системи наведено на рис. 1.

Зі встановленою регулярністю на вхід системи надходять дані про

- (1) відеопотоки: кількість рівнів, швидкості;
- (2) кількість груп та кількість абонентів в групах;
- (3) стан радіоканалів до абонентів;

(4) результати роботи системи на попередньому тайм-слоті.

На основі отриманої інформації алгоритм планування для кожного тайм-слота подає на вихід системи:

- (1) номер групи, до якої передаватиметься відео;
- (2) номер SVC-рівня, дані якого передаватимуться;
- (3) швидкість, з якою здійснюватиметься передача.

В даній роботі запропоновано вдосконалення цієї схеми та алгоритму, яке передбачає використання також *інформації про параметри терміналів*. Параметр терміналу L_{max} означає кількість рівнів SVC-відео, які він здатний прийняти згідно з його технічними характеристиками. Інформація про параметри терміналів надходить на вхід системи (див. рис. 1) та береться до уваги алгоритмом.

Аналіз статистики [4] для Росії показав, що для користування послугами мобільних мереж 3G (у тому числі для перегляду відео) абоненти здійснюють за допомогою терміналів 3 класів: мобільні телефони, смартфони та планшети комп'ютери. У таблиці 1 показано параметри даних терміналів (у припущенні, що SVC-відео кодується трьома рівнями) та статистику їх використання населенням.

Таблиця 1— Дані про мобільні термінали

Клас пристрою	Параметр, L_{max}	Доля використання пристроїв даного класу для перегляду відео, %
Мобільні телефони	1	4%
Смартфони	2	76%
3G-планшети	3	20%

Недосконалість систем планування без урахування параметрів терміналів проілюструємо дуже спрощеним прикладом. Припустимо, що у стільнику маємо 2 групи абонентів. В групі №1 переглядають відео абонент з мобільним телефоном та абонент зі смартфоном. В групі №2 інше відео переглядають 2 абоненти з планшетними комп'ютерами. Відеопотоки, що переглядаються, закодовані трьома SVC-рівнями. Вочевидь, система розподілу плануватиме передачу усіх трьох рівнів для обох груп. Але, беручи до уваги параметри терміналів (табл.1), робимо висновок, що для групи №2 передача третього рівня не має сенсу. Тобто, спостерігається недостатньо ефективне використання ресурсів спільного каналу (наприклад, каналу РМСНв технології LTE). Тому більш раціональним є застосування систем планування із запропонованими удосконаленнями.

Для дослідження ефективності роботи запропонованої системи розподілу ресурсів радіоканалу та порівняння її з базовою необхідним є проведення імітаційного моделювання. З цією метою написано відповідну програму мовою С#.

За допомогою імітаційного моделювання зроблено спробу встановити залежності показника ефективності роботи алгоритмів від параметрів абонентської бази та від навантаження у стільнику.

До параметрів абонентської бази віднесемо такі показники:

- середнє арифметичне параметрів терміналів

$$L_{average} = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{s=1}^{S_m} L_{max}}{\sum_{m=1}^M S_m}, \quad (1)$$

де M — кількість мультикаст-груп, S_m — кількість абонентів у m -й групі. З табл. 1 робимо висновок, що за статистикою $L_{average} \approx 1,85$.

- середньоквадратичне відхилення середніх параметрів між групами

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^M (L_m - L_{average})^2}{M}}, \quad (2)$$

де L_m — середнє арифметичне параметрів терміналів у групі m .

Величина трафіка у спільному каналі залежить від кількості груп (та, відповідно, від кількості потоків відео, що передаються цим каналом) та від швидкостей цих потоків:

$$R = \sum_{i=1}^G \rho_G^{tot} \quad (3)$$

де G —кількість абонентських груп;

ρ_G^{tot} — сумарна швидкість потоку, що отримує i -та група, за всіма SVC-рівнями.

Як міру ефективності роботи системи розподілу прийнято середнє значення абонентської корисності для тайм-слоту, яка усереднено характеризує якість відео, що отримують абоненти стільника:

$$U = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M \sum_{s=1}^{S_m} u(m,s)}{T \sum_{m=1}^M S_m}, \quad (4)$$

де T — кількість тайм-слотів, $u(m, s)$ — корисність потоку для абонента s групи m .

Умови моделювання були такими:

- (1) величина вікна[1] $T_c = 3$;
- (2) кількість тайм-слотів $T = 10000$;
- (3) швидкість абонентів для кожного тайм-слоту змінюється за рівномірним законом за шкалою, прийнятою для стандарту HSDPA;
- (4) протягом моделювання дотримуватимемося $L_{average} \approx 1,85$ з метою наближення умов моделювання до реальних;
- (5) відеопотоки закодовані за стандартом h.264/SVC трьома рівнями: базовим та двома рівнями покращення.

Зміні підлягали величини:

- (1) СКВ (див. форм. (2)): $\sigma_L = 0.0,286$
- (2) Величина трафіка (див. форм. (3)): $G = 1.5 \Rightarrow R = 0.8.4.2$ Мбіт/с

Як результат моделювання оцінювалася величина U (див. форм. (4)) для обох систем: базової [1] та вдосконаленої, а також різниця

$$dU = U_2 - U_1,$$

яка показує різницю між ефективністю алгоритмів №2 та №1.

Важливі результати моделювання показано на рис. 2 (а,б,в). Тут алгоритм №1 — базовий [2], алгоритм №2 — запропонований.

Аналіз результатів моделювання та графіків на рис. 2 дозволив дійти **висновків**:

1. Параметри абонентської бази впливають на ефективність роботи алгоритмів планування. Збільшення $L_{average}$ при постійному σ_L веде до зниження якості обслуговування в стільнику (рис. 2а); збільшення R при постійних $L_{average}$ та σ_L веде до зниження якості обслуговування для обох алгоритмів (рис. 2б).

2. Ефективність алгоритму №1 не менша за ефективність алгоритму №2 за будь-якого $L_{average}$, σ_L , R .

3. Знайдено параметри абонентської бази, при яких алгоритм №1 демонструє найбільший вигравш в абонентській корисності у порівнянні з алгоритмом №2, та параметри, коли алгоритм №1 працює з такою самою ефективністю, як і алгоритм

№2.

4. Збільшення навантаження у стільнику (R) веде до зниження dU (див. рис. 2в).

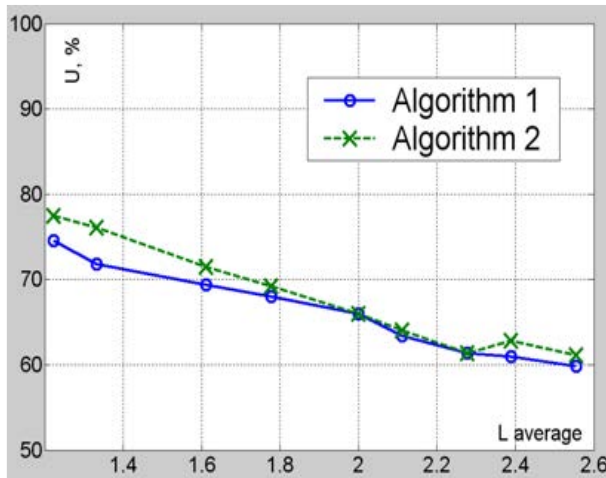


Рисунок 2а — Залежність U від $L_{average}$ при $\sigma_L = 1/3$

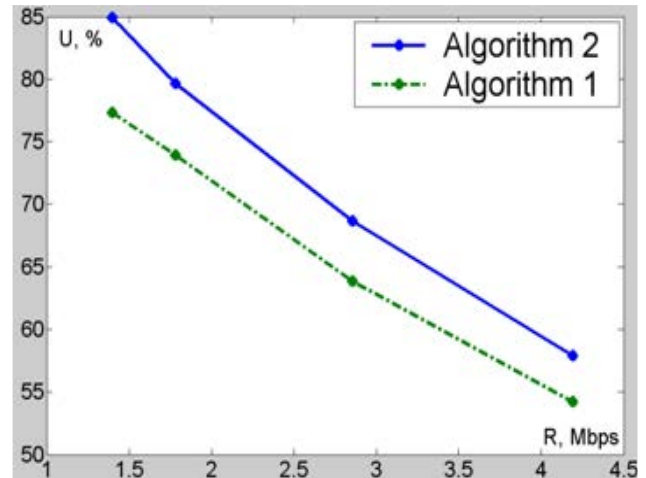


Рисунок 2б — Залежність U від R при $L_{average} = 1,85$ $\sigma_L = 1$

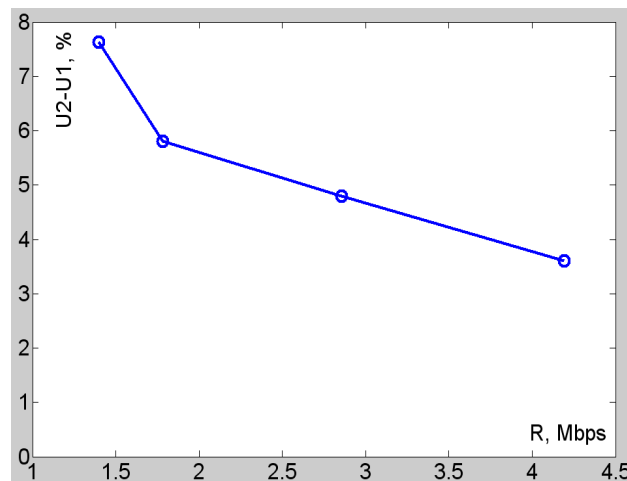


Рисунок 2в — Залежність dU від R при $L_{average} = 1,85$ $\sigma_L = 1$

Перелік посилань

1. H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Overview of the scalable video coding (SVC) extension of the H.264/AVC standard," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Sep. 2007
2. V. Vukadinovic and G. Carlsson "Multicast scheduling for scalable video streaming in wireless networks", 2010.
3. 3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband. Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Skold and Per Beming. Elsevier, 2008.
4. Мобильный Интернет в России. — Режим доступа: <http://www.slideshare.net/ekozlov/ss-10631754>