Изследване на адаптивен алгоритъм за прогресивна корекция на грешката с цел подобряване качеството на видео последователности при пренос в безжични мрежи

Георги Христов

Investigation of an adaptive FEC algorithm for improvement the quality of video sequences transmitted over wireless networks: *For better performance over a noisy channel, mobile wireless networks transmit packets with forward error correction (FEC) code to recover corrupt bits without retransmission. The static determination of the FEC code size, however, degrades their performance since the evaluation of the underlying channel state is hardly accurate and even widely varied. This paper considers an adaptive FEC technique called adaptive FEC code control (AFECCC), which dynamically tunes the amount of FEC code per packet based on the arrival of acknowledgement packets without any specific information such as signal to noise ratio (SNR) or BER from receivers.*

Key words: *Wireless Networks, Multimedia streaming, Adaptive FEC control, Signal to noise ratio.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Широкото използване на безжичните мрежи е наложено от мобилността, която те предлагат на клиентите и възможността за предаване на данните със сравнително висока скорост. Тяхната ефективност на предаване е много по - ниска от тази на кабелните мрежи за предаване на данни, поради високата степен на битова грешка (*BER*). Средната стойност на битовата грешка при безжичните мрежи е в диапазона от 10^{-6} до 10^{-3} , което означава, че ще има грешка в структурата на голяма част от предаваните пакети, което от своя страна ще доведе до тяхното изтриване при прилагане на алгоритмите за контрол на грешката и контрол на потока. За да се намали битовата грешка се прилагат алгоритми за избягване и откриване на грешките, които са интегрирани във физическия и каналния слой на системите за безжично предаване на данните. Например за избягване на битовите грешки се прилагат сложни алгоритми за модулиране, които се изпълняват на физическо ниво, а на канално ниво се прилагат техники за прогресивна корекция на грешките, които се прилагат върху алгоритъм за автоматичен отговор (*ARQ*) с цел намаляване на броя на повторно предадените пакети[1,2,3].

За повишаване производителността при предаване на данните, в повечето системи за безжично предаване, съществуват интегрирани алгоритми за прогресивна корекция на грешката, които силно намаляват броя на повторно предадените пакети в случаите на интензивно натрупване на битови грешки. Определянето на правилния код за прогресивна корекция на грешката е сложен процес и при неправилен избор е възможно силно намаляване на производителността на мрежата. Когато в безжичният канал за пренос имаме силно вариране на степента на битова грешка, е задължително прилагане на адаптивен алгоритъм за прогресивна корекция на грешката с цел гарантиране на постоянно ниво на производителност на мрежата [3,4,5].

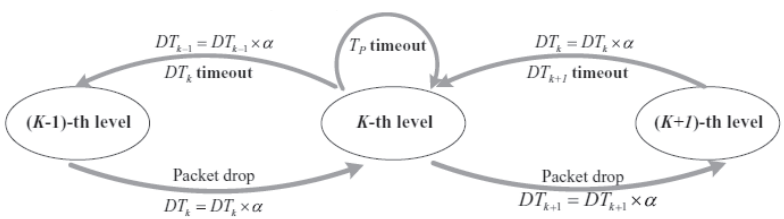
В тази статия се разглежда адаптивен алгоритъм за прогресивна корекция на грешката, който определя големината на кода в зависимост от натоварването на безжичния канал, като за индикатор се използва загубата на потвърждаващите пакети (*ACK*). При загуба на потвърждаващ пакет механизма работи с високо ниво на алгоритъма за прогресивна корекция, а при липса на загуба с ниско ниво, като управлението на нивата се осъществява посредством мултипликативно увеличаване и адитивно намаляване. В зависимост от състоянието на безжичния канал за пренос се заема едно от n на брой дискретни предефинирани нива на големината на кода за прогресивна корекция на грешката. Времето за престой в едно дискретно състояние се определя динамично от текущото състояние на безжичния канал (степента на загуба на потвърждаващите пакети).

СЪЩНОСТ НА АДАПТИВНИЯ АЛГОРИТЪМ ЗА ПРОГРЕСИВНА КОРЕКЦИЯ НА ГРЕШКАТА

Алгоритмите за прогресивна корекция на грешката най-често се адаптират в самите приложения или в каналния слой с цел възстановяване на сгрешените и загубените пакети.

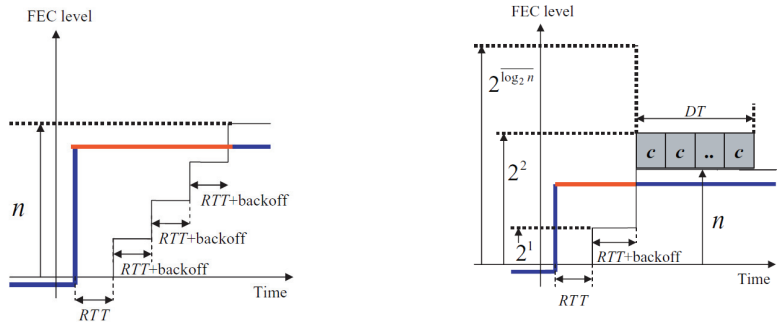
Техниките за реализиране на алгоритмите за прогресивна корекция на грешката се систематизират в два основни хибридни типа: *ТИП-I* и *ТИП-II – FEC/ARQ*, в зависимост от метода на повторно предаване на пакетите при тяхната загуба. При *ТИП – I* загубената информация се предава във пълен формат с по – силен FEC код. При *ТИП – II* се предава повторно единствено *FEC* кода или неговата увеличена стойност, а предавателя адаптира метода за конволюционно кодиране. Методите за адаптивна прогресивна корекция на грешката могат да се приложат и при двата хибридни типа [4,5].

За да се дефинира времето за престой в дадено дискретно ниво на адаптивния алгоритъм се използва брояч на загубите (*DT*), като при достигане на определена стойност на този брояч се преминава към по-ниско или по-високо дискретно ниво. При достигане на системата в новото състояние, стойността *DT* се променя експоненциално до стойност T_{max} , посредством мултиплициране с мултипликационен фактор α *(>1)*. Колкото по-често се заема дадено дискретно ниво, толкова по-голяма става стойността на брояча на загуби за даденото ниво. Стойностите на α и T_{max} определят честотата, с която ще се извършват пробите за състоянието на безжичния канал за пренос на данни. По – малка стойност на мултипликационния фактор води до по – чести проверки за състоянието на безжичния канал. Адаптивният алгоритъм притежава глобален брояч, който определя кога да се премине от едно ниво в друго, докато брояча *DT* определя каква е продължителността на престой в дадено ниво. При достигане на определено ниво на глобалния брояч на всеки цикъл T_p , се прилага намаляване на интервала на брояча *DT* до стойност T_{min} с мултиплициране с разделящ фактор β *(<1)*. На фиг. 1 е показана диаграма на състоянията на адаптивния алгоритъм за прогресивна корекция на грешката.



Фиг. 1 - Диаграма на преходите на адаптивния алгоритъм за прогресивна корекция на грешката

Възможно е прилагане на апроксимиране на стойностите T_{min} , T_{max}, и T_p към времето за една пълна обиколка на пакетите (*RTT*) - hT_{min} , hT_{max}, и hT_p . *RTT* е с продължителност равна на интервала, който е необходим за предаване на *RTS*, *CTS*, *DATA* и *ACK* пакетите, когато IEEE 802.11 мрежите изграждат виртуален канал за предаване. За опростяване на схемата този интервал може да бъде приет и за времето, което е необходимо за предаване на *DATA* и *ACK* пакетите. На фиг. 2 е показана връзката между продължителността на *RTT* интервала и дискретните предефинирани нива на адаптивния алгоритъм за прогресивна корекция [6,7].



Фиг. 2 - Схеми на преход на състоянията

СИМУЛАЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА АДАПТИВНИЯ АЛГОРИТЪМ ЗА ПРОГРЕСИВНА КОРЕКЦИЯ НА ГРЕШКАТА И ВЛИЯНИЕТО МУ ВЪРХУ КАЧЕСТОВО НА ПРЕДАВАНИТЕ ВИДЕО ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТИ

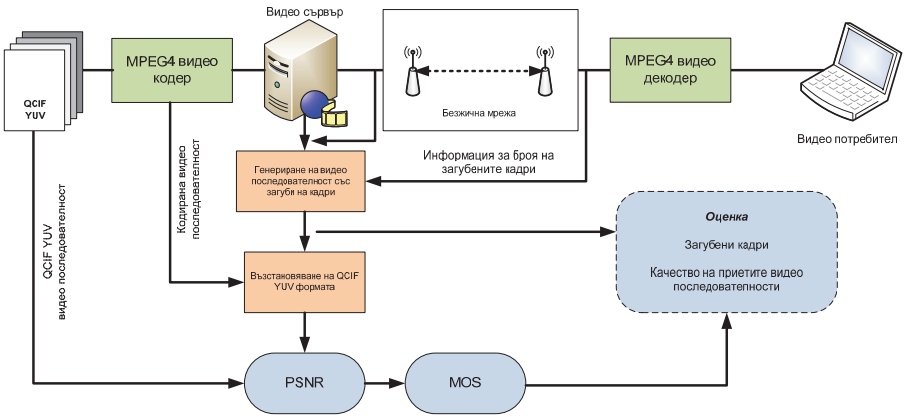
Измерванията на качеството на цифровото видео трябва да се базират върху възприетото качество на видео последователностите, получени от потребителите. Съществуват два основни подхода за оценка на качеството на цифровото видео – субективен и обективен. Субективния подход за оценка зависи от впечатлението на потребителя наблюдаващ видео трафика, което прави този подход изключително зависим от времето, човешкия фактор и оборудването. Оценката по този подход обикновенно се дава по петобалната система, където 5 е най-добро качество, а 1 най-лошо. Тази система за оценка е известна още като „Осреднена оценка на мнението” или MOS (Mean Opinion Score) [1,2].

Поради голямата необходимост от автоматизирани методи за оценка на качеството на видео последователностите и високите разходи при прилагане на подходи за субективна оценка, се разработват обективни подходи за оценка, целящи емулация на възприятието за качество на човешката визуална система. Най-широко разпространения метод за обективна оценка, е изчислението на пиковата стойност на отношението сигнал-шум (PSNR) за всеки кадър. Тази характеристика е производна на съотношението сигнал-шум (SNR), като сравнява енергията на сигнала с енергията от грешките. PSNR сравнява максималната възможна енергия на сигнала с енергията от шума. Доказано е, че тази характеристика е в по-голяма корелация със субективното възприятие за качество, отколкото SNR. Изхождайки от факта, че PSNR се изчислява кадър по кадър, това прави този подход доста неудобен, особено при видео последователности с голям брой кадри. Изследване на грешките внесени в сигнала от самата мрежа може да се извърши, чрез сравнение на PSNR на кодираната и получената видео последователност кадър по кадър, или чрез сравнение на средното или стандартното отклонение [1,2].

Табл. 1 - Сравнителна характеристика между PSNR и MOS

PSNR [dB]	Качество MOS		Влошаване на качеството
> 37	5	Отлично	Несъществуващо или недоловимо
31 – 37	4	Добро	Доловимо, но не дразнещо
25 – 31	3	Средно	Леко дразнещо
20 – 25	2	Лошо	Дразнещо
< 20	1	Много лошо	Много дразнещо

За да се преодолеят ограниченията на гореспоменатите методи за оценка на видео трафикът, се използва платформа за изследване и оценка на предаването на видео изображения в безжичните мрежи (Фиг.3). Платформата предоставя резултати, както за мрежовите параметри, вероятността за загуба, закъснението и ефекта на вариация на закъснението, така и за приложни параметри, като PSNR или MOS. Симулационната постановка е разработена на основата на обектно-ориентирания мрежови симулатор NS2.



Фиг. 3 - Симулационна постановка

Симулационните експерименти са извършени в две основни групи без прилагане на AFEC и с прилагане на алгоритъма. Резултатите от двете групи експерименти са показани на фиг.4.

Без прилагане на алгоритъм за прогресивна корекция на грешката

С прилагане на адаптивен алгоритъм за прогресивна корекция на грешката

Фиг. 4 - Резултати от проведените симулационни изследвания

Симулационните изследвания показват, че при изследване на видео последователности с динамични картини, при прилагане на адаптивен алгоритъм за корекция на грешката тяхното качеството е с непроменливи характеристики, въпреки променливия брой загуби на пакети (таблица 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С навлизането на Интернет във всички аспекти на бита, нуждата от все по-голяма мобилност на абонатите се засилва. Безжичните технологии се развиват с много големи темпове и новите стандарти за безжичен пренос вече поддържат скорости, конкурентни на кабелните мрежи за предаване на данни. Логично е всички потребители на безжичните мрежи да изискват поддържането на пълната функционалност на Интернет услугите, което включва и предаване на мултимедийна информация. В тази статия е разгледана структурата на адаптивен алгоритъм за прогресивна корекция на грешката и са направени симулационни експерименти за оценка влиянието на алгоритъма върху качеството на предавани видео последователности в безжични мрежи.

БЛАГОДАРНОСТИ

Публикуваните резултати са получени при работа по проект BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии" с подкрепата на Европейския социален фонд и Министерството на образованието и науката на Република България и по проект 2013-ФЕЕА-02 на Русенски Университет „Ангел Кънчев".

ЛИТЕРАТУРА

[1] Elaoud, M., Remannathan, P. "Adaptive use of errorcorrecting codes for real-time communication in wireless networks," in Proc. Of INFCOM, pp. 548 – 555, April 1998

[2] L. Rizzo, "Effective erasure codes for reliable computer communication protocols," Computer Communication Review, vol. 27, no. 2, pp. 24 – 36, April 1997

[3] Cheng-Han Lin; Chih-Heng Ke; Ce-Kuen Shieh; Naveen Chilamkurti, "An Enhanced Adaptive FEC Mechanism for Video Delivery over Wireless Networks", International Conference on Networking and Services (ICNS'06), July 16-18, 2006, Silicon Valley, USA, IEEE Computer Society Press

[4] Chih-Heng Ke, Naveen Chilamkurti, Gaurav Dudeja, Ce-Kuen Shieh, "A New Adaptive FEC Algorithm for Wireless LAN Networks", The IASTED International Conference on Networks and Communication Systems, March 29-31, 2006, Chiang Mai, Thailand

[5] T.Wiegand, G. Sullivan, J. Reichel, H. Schwarz, M. Wien (Editors) "Joint draft 9 of SVC amendment (revision 2)," Document JVTV201 Marrakech, Morocco, January 13-19, 2007

[6] K. Park and W. Wang. "AFEC: an adaptive forward error correction protocol for end-to-end transport of realtime traffic," In Proc. IEEE IC3N, pages 196-205, 1998

[7] E. Altman, C. Barakat, and V. M. Ramos, "Queueing analysis of simple FEC schemes for IP telephony," in Proc. IEEE Information Communications (INFOCOM), Anchorage, AK, Apr. 2001, pp. 796– 804

За контакти:

доц. д-р Георги Христов, Катедра "Телекомуникации", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 663, e-mail: ghristov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.