

УДК 004.7

Д.В. Бельков, канд. техн. наук, доц.,
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна
belkov@telenet.dn.ua

Система формування трафіку на основі самоорганізованої критичності

У даній роботі для формування трафіку при диференційованому обслуговуванні (DiffServ) пропонується система, що заснована на понятті самоорганізованої критичності (Self-Organized Criticality, SOC). Розроблена модель SOC BTWIDm, що є модифікацією моделі Бака-Танга-Вайзенфельда. Розроблена структура системи формування трафіку, яка виконує алгоритм BTWIDm. Показані результати обчислювального експерименту при формуванні самоподібного трафіку. Експеримент було виконано у середовищі Matlab. Самоподібний вхідний трафік було згладжено за допомогою запропонованої системи. Коефіцієнт пачковості вихідного потоку зменшився на 20 одиниць відносно коефіцієнту пачковості вхідного потоку.

Ключові слова: самоподібний трафік, якість обслуговування, диференційне обслуговування, система формування трафіка, самоорганізована критичність, модель Бака-Танга-Вайзенфельда.

Вступ

За умов розвитку телекомунікацій до рівня мереж наступного покоління NGN (Next Generation Networks), що забезпечують надання необмеженого набору послуг із заданими характеристиками якості обслуговування QoS (Quality of Service), стають все більш актуальними питання підвищення якості обслуговування. Розширення спектру надаваних послуг та зростаюча складність телекомунікаційних систем і мереж вимагає вирішення проблеми розробки адекватних методів аналізу і синтезу цих систем з метою отримання достовірних оцінок їх характеристик, реалізації задач їх оптимізації щодо обраного критерію якості обслуговування та розробки відповідних алгоритмів керування ними.

Кількісна сторона процесів обслуговування потоків повідомлень (трафіку) у системах розподілу інформації (CPI) є предметом теорії трафіку. За цією теорією розробляються науково обґрунтовані методи оцінки характеристик якості обслуговування. В першу чергу враховується стохастичний характер трафіку. Основним змістом теорії трафіку є дослідження пропускну здатності CPI, яка тісно пов'язана з оцінкою QoS.

Теорія трафіку оперує не із самими CPI, а з їхніми математичними моделями. Різноманіття видів та топологій мереж, структур систем та способів виділення мережного ресурсу для обслуговування трафіку вимагає розробки моделей, що враховують реальний характер потоків повідомлень і деталі обслуговування мультисервісного трафіку різних комунікаційних

додатків (мова, відео, дані). Через те неможливо побудувати єдину модель, яка б давала відповіді на всі питання стосовно функціонування комп'ютерних мереж. На основі моделей CPI розробляються методи оцінки характеристик QoS, достовірність яких залежить від адекватності моделі реальній ситуації, що може виникнути при проектуванні та експлуатації. Оцінка якості обслуговування трафіку є одним із найважливіших наукових напрямів в дослідженнях комп'ютерних мереж. У сучасних мережах потоки пакетів формуються множиною джерел вимог на надавані мережею послуги і мережних додатків, що забезпечують послуги передачі інформації. Користувачі, які створюють потоки пакетів, істотно відрізняються між собою значеннями питомої інтенсивності навантаження, і тому трафік є різноманітним й з довгостроковими залежностями в інтенсивності (наприклад, із-за повторної передачі невірної прийнятих пакетів) та з певними вимогами до QoS. Передачу потоків різних служб забезпечує єдина мережа з єдиними протоколами та законами керування. Оскільки джерела кожної служби можуть мати різні швидкості передавання інформації або змінювати її в процесі сеансу зв'язку, то потоку пакетів властива пачковість (burstness). В реалізації трафіку присутня деяка кількість великих пульсацій при відносно малому середньому рівні трафіку. Пакети поступають на вузол не по окремоті, а пачкою. Це явище погіршує характеристики (збільшує втрати, затримки, джиттер пакетів) при проходженні трафіку через вузли мережі. Для пачкового трафіку може бути застосовною модель самоподібного (self-similarity) процесу [1].

Для формування самоподібного трафіку згідно вимогам у даній роботі пропонується система, що заснована на понятті самозорганізованої критичності (Self-Organized Criticality, SOC). Метою статті є розробка системи формування трафіку на базі SOC. У роботі вирішуються задачі побудови моделі SOC BTW1Dm і створення структури системи формування трафіку, що виконує алгоритм BTW1Dm. Показані результати обчислювального експерименту.

Теорія SOC, моделі BTW1D, BTW1Dm

В нелінійній динаміці до теперішнього часу розроблено три парадигми. В рамках першої було показано, що в багатьох відкритих нелінійних системах вдалині від рівноваги відбувається самоорганізація. При цьому виникають просторово-неоднорідні стаціонарні структури, які І.Р. Прігожін запропонував називати дисипативними структурами. У другій парадигмі основна увага була надана динамічному хаосу – складній неперіодичній поведінці в детермінованих системах, де немає випадкових чинників. Основним результатом досліджень стало встановлення факту меж передбачення, тобто існування горизонту прогнозу – кінцевого часу, через який динамічний прогноз поведінки системи стає неможливим. В основі обох цих парадигм лежать уявлення про самоорганізацію, тобто про виділення з великого числа змінних, що описують систему, невеликого числа величин, що

називаються параметрами порядку. До них на великих інтервалах часу підстроюється решта ступенів свободи системи.

Третя парадигма зв'язана із теорією само зорганізованої критичності. Ця теорія покликана пояснити такі універсальні природні закономірності, як масштабна інваріантність, перервана рівновага, фликкер-шум [2]. Варто зазначити, що саме такі закономірності експериментально виявлені при дослідженнях сучасного трафіку.

У 1988 році американськими вченими П. Баком, Ч. Тангом і К. Вайзенфельдом було введено поняття про самозорганізовану критичність [3]. Базовою моделлю теорії SOC є купа піску.

Розглянемо купу піску, що зображена на рисунку 1. Будемо припускати зчеплення між піщинками достатньо великим. При цьому можливо лише поверхневе переміщення піску, причому інерцією його руху можна нехтувати. Тоді стан системи цілком визначається нахилом поверхні. В тих місцях, де локальний нахил виявляється більше порогу стійкості, відбувається обсипання піщинок вниз по схилу на сусідні ділянки поверхні. Стан піску визначається кутом нахилу поверхні α . При його зміні відбувається фазовий перехід від нерухомого стану до стану безперервного струму піску. При струмі, що відповідає додаванню однієї піщинки за один крок, система самостійно організується в стан з критичним нахилом $\alpha = \alpha_c$.

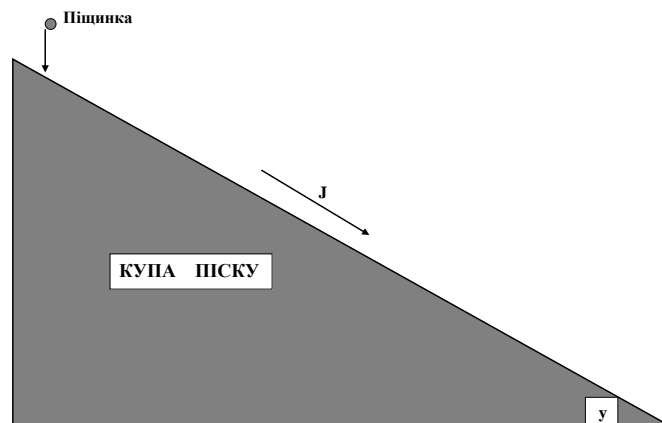


Рисунок 1 – Купа піску

Якщо середній нахил поверхні α менше ніж α_c , то пісок нерухомий. Якщо нахил перевищує значення α_c , виникає спонтанний струм піску J по поверхні. Тобто, в наявності безперервний фазовий перехід, в якому керуючим параметром є нахил α , а параметром порядку – струм піску J . Критичне значення нахилу α_c розділяє хаотичну ($\alpha < \alpha_c$) і впорядковану ($\alpha > \alpha_c$) фази. Обидві ці

фази відповідають некатастрофічній поведінці, оскільки в них система стійка до малих обурень. В хаотичній фазі вони ще швидко затухають в часі і просторі, а у впорядкованій – вже не можуть відчутно вплинути на величину струму. І лише в критичній точці, одна додана піщинка може викликати лавину будь-якого розміру.

В піщаній купі існує багато областей нестійкості, але критичний стан є стійким, він

варіюється мало. Такі характеристики тісно пов'язані з фракталами.

Найпростішим варіантом моделі купи піску є одновимірна модель Бака-Танга-Вайзенфельда

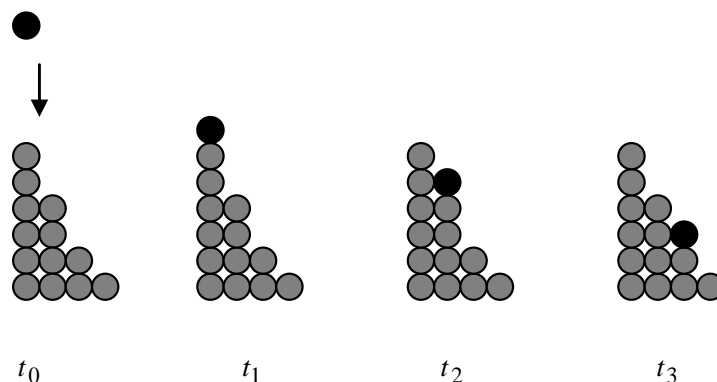


Рисунок 2 – Модель BTW-1D

Хай заданий критичний поріг $z_c = 2$ і купа піску, що має 4 шари. В початковому стані перший шар купи містить 6 піщинок, другий – 4, третій – 2 і четвертий шар – 1 піщинку. Рівень піску в кожному шарі відрізняється від рівня попереднього шару не більше, чим на величину z_c : $(6-4)=2$, $(4-2)=2$, $(2-1)=1$. З цієї причини купа піску знаходиться в стійкому стані (пісок нерухомий). Пуск моделі виконується додаванням нової піщинки на вершину. При цьому рівень піску в першому шарі підвищується і він стає нестійким: $(6+1)=7$, $(7-4)=3 > z_c$. У такому разі піщинка не зупиняється на першому шарі, пересувається на другий шар і кількість піску в першому шарі повертається до значення 6. Рівень піску в другому шарі підвищується і він стає нестійким: $(4+1)=5$, $(5-2)=3 > z_c$. Тому піщинка не зупиняється на другому шарі, пересувається на третій шар і кількість піску в другому шарі повертається до значення 4. Рівень піску в третьому шарі підвищується, але він залишається стійким: $(2+1)=3$, $(3-1)=2 = z_c$. Тому піщинка зупиняється на третьому шарі. Перший крок моделювання завершений. На ньому пройшла лавина переміщень від першого до третього шару.

Кожний новий крок буде починатися додаванням нової піщинки на вершину. На одному кроці моделювання можливо 3 ситуації: 1) нова піщинка зупиняється на вершині (лавини немає), 2) нова піщинка зупиняється на якомусь шарі купи, тобто лавина не досягає підстави купи, 3) нова піщинка не зупиняється ні на одному шарі купи і покидає купу (лавина досягає підстави купи).

(BTW-1D). Її роботу розглянемо на прикладі [4], показаному на рисунку 2.

Такий процес формування купи піску є процесом самоорганізації тому, що він іде без зовнішнього керуючого сигналу. Зростання рівня шарів керується правилами (1), де z_i - кількість піщинок, що міститься у шарі i .

$$\begin{aligned} z_{i+1} &= z_{i+1} + 1, z_i - z_{i+1} > z_c \\ z_i &= z_i + 1, z_i - z_{i+1} \leq z_c \end{aligned} \quad (1)$$

Величини z_i є керуючими параметрами системи, значення z_c є критичним значенням для керуючих параметрів. Досягнення цього значення якісно змінює поведінку системи. Процес формування купи піску є процесом самоорганізації керуючих параметрів в критичний стан і тому система є системою самозорганізованої критичності.

У даній статті для системи формування трафіку пропонується модифікована модель BTW-1Dm. Модифікація полягає у наступному: 1) піщинка має особистий об'єм, тобто піщинки не є однаковими, 2) кожен шар має особистий критичний рівень (поріг), 3) зростання рівня шарів керується правилами (2), де $z_{i,j}$ - кількість піщинок, що міститься у шарі i на часовому кроці j , x_j - об'єм піщинки j , z_{ci} - критичний поріг шару i . Якщо додавання піщинки j до шару i приводить до перевищення критичного порогу z_{ci} , то вона пересувається на інший шар, інакше - піщинка додається до шару i .

$$\begin{aligned} z_{i+1,j} &= z_{i+1,j} + x_j, z_{i,j} + x_j - z_{i,j-1} > z_{ci} \\ z_{i,j} &= z_{i,j} + x_j, z_{i,j} + x_j - z_{i,j-1} \leq z_{ci} \end{aligned} \quad (2)$$

Величини $z_{i,j}$ є керуючими параметрами системи, значення z_{ci} є критичними значеннями

для керуючих параметрів. Така модифікація зберігає самозорганізовану критичність системи.

Розробка системи формування трафіку

Для забезпечення гарантованої якості обслуговування комітет IETF розробив модель диференційованого обслуговування різнотипного трафіку - DiffServ. Пакети кожного класу повинні оброблятися відповідно до певних для цього класу вимог щодо якості обслуговування. Модель DiffServ описує архітектуру мережі як сукупність прикордонних ділянок і ядра. Приклад мережі згідно цієї моделі показано на рисунку 3.

Трафік, що поступає в мережу класифікується і нормалізується прикордонними маршрутизаторами. Нормалізація трафіку передбачає вимірювання його параметрів, перевірку відповідності заданим правилам надання послуг, профілювання. При цьому пакети, що не укладаються в рамки встановлених

правил, можуть бути відсіяні. Перевага моделі DiffServ полягає у тому, що вона дозволяє розділити весь трафік на невелику кількість класів і не аналізувати кожний інформаційний потік окремо. Для DiffServ при незалежній поведінці маршрутизаторів (Per Hop Behaviour, PHB) визначено два варіанти обслуговування:

- термінова пересилка пакетів (Expedited Forwarding, EF);
- гарантована пересилка пакетів (Assured Forwarding, AF).

Варіант EF є найвищим рівнем якості обслуговування. Будь-який трафік, інтенсивність якого перевищує заданий рівень, відкидається. Варіант AF передбачає чотири класи трафіку. Трафік, інтенсивність якого перевищує заданий рівень доставляється з меншою імовірністю. Якість його обслуговування може бути знижено.

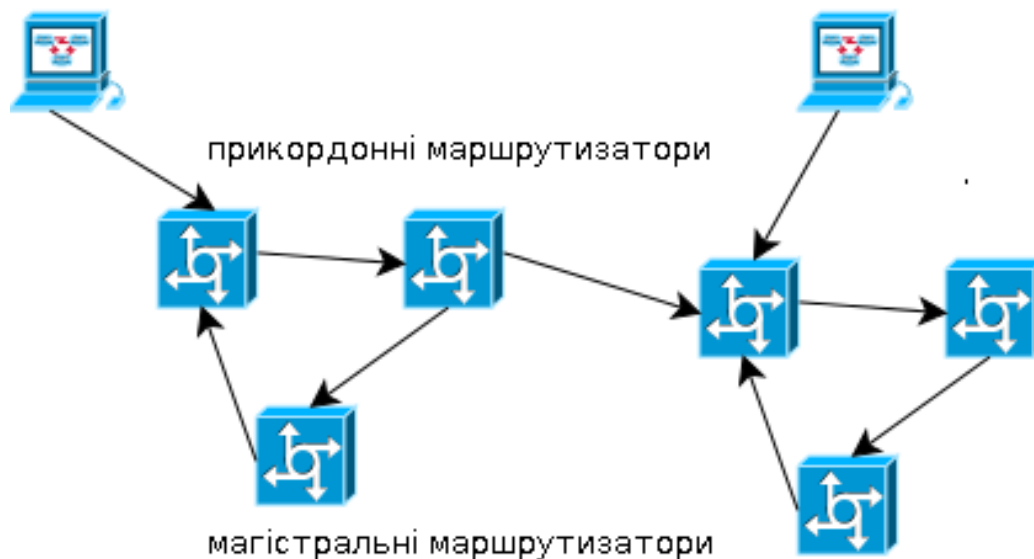


Рисунок 3 – Модель DiffServ

Механізм забезпечення QoS на рівні мережного пристрою, вживаний в DiffServ, включає чотири операції. Спочатку пакети класифікуються на підставі їх заголовків. Потім вони маркуються відповідно до виробленої класифікації (в полі DiffServ). Залежно від маркування вибирається алгоритм передачі, що дозволяє уникнути заторів в мережі. Заключна операція полягає в організації черг з урахуванням пріоритетів.

На рисунку 4 показана структура мережного процесора C5e фірми Motorola [5]. Ми виділили на рисунку ту її частину, яка за своїм призначенням співпадає зі структурою, що розробляється у статті на базі SOC. У мережному процесорі C5e використовується різновид алгоритму Token Bucket - srTCM. Він контролює пікову (PIR) і здійсниму (CIR) швидкість трафіку, створює потік зелених конформних пакетів, потік жовтих малоконформних пакетів, потік червоних неконформних пакетів.

Diffserv QoS Implementation for Wireless Network Interface (WNI)

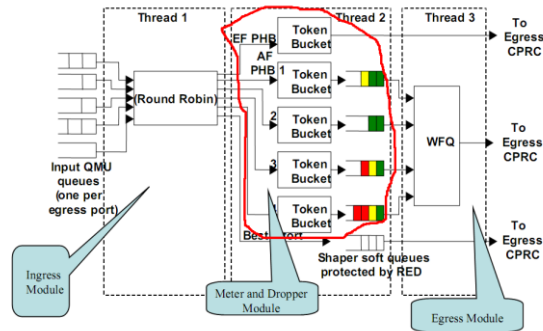


Рисунок 4 – Структура мережного процесора C5e фірми Motorola

Запропонована у статті система формування трафіку виконує алгоритм BTW1Dm при наступній інтерпретації для вхідного трафіку EF PHB: $z_{1,j}$ - рівень швидкості вихідного потоку зелених конформних пакетів на такті j , $z_{2,j}$ - рівень швидкості вихідного потоку червоних неконформних пакетів на такті j , x_j - швидкість вхідного потоку на такті j , z_{c1} - задана здійснима швидкість трафіку. Система по формулам (2) формує та маркує вихідні потоки. Робота системи показана на рисунку 5а. Якщо система використовується для вхідного трафіку AF певного класу, то виконується алгоритм BTW1Dm

при наступній інтерпретації: $z_{1,j}$ - рівень швидкості вихідного потоку зелених конформних пакетів на такті j , $z_{2,j}$ - рівень швидкості вихідного потоку жовтих малокоформних пакетів на такті j , $z_{3,j}$ - рівень швидкості вихідного потоку червоних неконформних пакетів на такті j , x_j - швидкість вхідного потоку на такті j , z_{c1} - задана здійснима швидкість трафіку, z_{c2} - задана пікова швидкість трафіку. Робота системи показана на рисунку 5б.

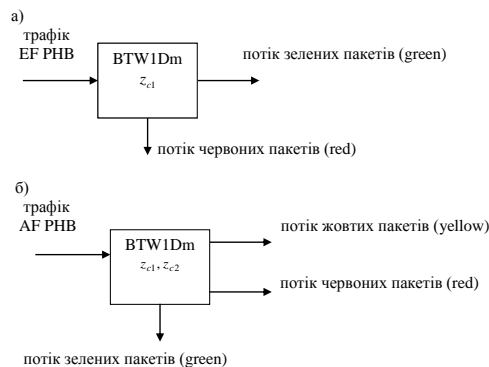


Рисунок 5 – Система формування трафіку на базі SOC

Розглянемо запропоновану систему у порівнянні з Token Bucket. Система Token Bucket має: вхідний буфер пакетів, буфер вихідних пакетів, буфер жетонів і сервер для порівняння вхідного потоку з потоком жетонів. Жетони генеруються із заданою інтенсивністю і поміщаються в чергу. Якщо буфер жетонів повний, то новий жетон втрачається. У разі відсутності жетонів пакети повинні зберігатися в буфері. Склад системи Token Bucket показано на рисунку 6а. Алгоритм Token Bucket заснований на порівнянні трафіку з еталонним потоком, який

представлений жетонами. Реалізація алгоритму потребує лічильнику, що рахує жетони. Лічильник збільшується на H байт через рівні інтервали часу і зменшується при посиланні пакету на розмір переданого пакету. Коли лічильник зменшується до нуля, передача пакетів зупиняється. У разі обслуговування EF пакет переміщується сервером з вхідного буферу до вихідної черги зелених пакетів, якщо у відрі достатньо жетонів, інакше сервер переміщує пакет до черги червоних пакетів. У запропонованій системі вхідний пакет потрапляє

у вхідний буфер, його копія надходить до модулю BTW1Dm, що маркірує пакет за формулами (2). Сервер згідно маркіруванню переміщує пакет до вихідної черги зелених пакетів або до черги червоних пакетів. Розроблена система призначена для досягнення того ж результату, що й Token Bucket. Дана стаття не має за мету показати переваги запропонованої системи перед Token Bucket. Така задача потребує додаткових досліджень. Проте, важливо вказати, що розроблена система має принципову відмінність від відра жетонів. Система Token Bucket є організаційною (кібернетичною) системою. Об'єкт керування (вхідний пакет) змінює свій

стан (переміщується з вхідного буферу до вихідної черги) при надходженні зовнішнього керуючого сигналу (жетону з відра жетонів). Запропонована у статті система є самоорганізаційною (сінергетичною) системою. Об'єкт керування (вхідний пакет) змінює свій стан (переміщується з вхідного буферу до вихідної черги) без зовнішнього керуючого сигналу. Таке переміщення виконується при надходженні внутрішнього керуючого сигналу (маркірованої копії пакету з модулю BTW1Dm). Вхідні пакети самостійно за допомогою тільки своїх копій «організують себе путь» до виходу. Склад системи показано на рисунку 6б.

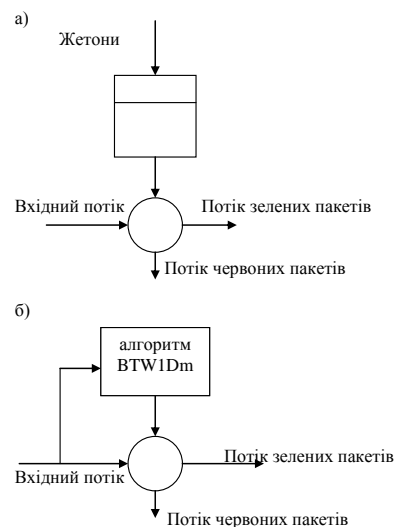


Рисунок 6 – Структури Token Bucket і BTW1Dm

Розроблена система призначена для досягнення того ж результату, що й Token Bucket. Дана стаття не має за мету показати переваги запропонованої системи перед Token Bucket. Така задача потребує додаткових досліджень. Проте, важливо вказати, що розроблена система має принципову відмінність від відра жетонів. Система Token Bucket є організаційною (кібернетичною) системою. Об'єкт керування (вхідний пакет) змінює свій стан (переміщується з вхідного буферу до вихідної черги) при надходженні зовнішнього керуючого сигналу (жетону з відра жетонів). Запропонована у статті система є самоорганізаційною (сінергетичною) системою. Об'єкт керування (вхідний пакет) змінює свій стан (переміщується з вхідного буферу до вихідної черги) без зовнішнього керуючого сигналу. Таке переміщення виконується при надходженні внутрішнього керуючого сигналу (маркірованої копії пакету з модулю BTW1Dm). Вхідні пакети самостійно за

допомогою тільки своїх копій «організують себе путь» до виходу.

Обчислювальний експеримент

Для перевірки роботи запропонованої системи було виконано обчислювальний експеримент у середовищі Matlab. Вхідний трафік показано на рисунку 7. Це тимчасовий ряд швидкості (Мбайт/с.) пакетів бездротової мережі доступу [6]. У першому варіанті експерименту робота системи досліджувалась у припущенні передачі у режимі AF PNB при $z_{c1} = 3$ Мбайт/с. (CIR) і $z_{c2} = 3,5$ Мбайт/с. (PIR). Результати експерименту показано на рисунках 7 і 8.

Система сформувала вихідний потік зелених пакетів, що є згладженим потоком відносно до вхідного трафіку. Було сформовано жовтий потік, який складають більш швидкі пакети та червоний потік пакетів, що мають надвелику швидкість.

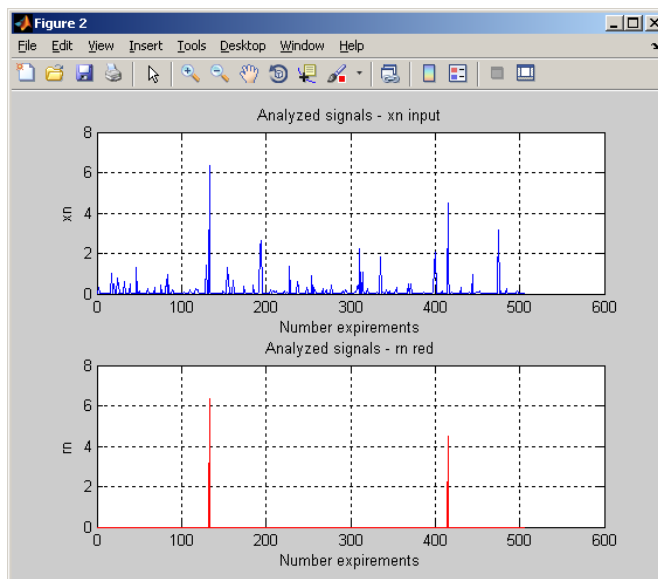


Рисунок 7 – Режим AF PNB. Вхідний та червоний потоки

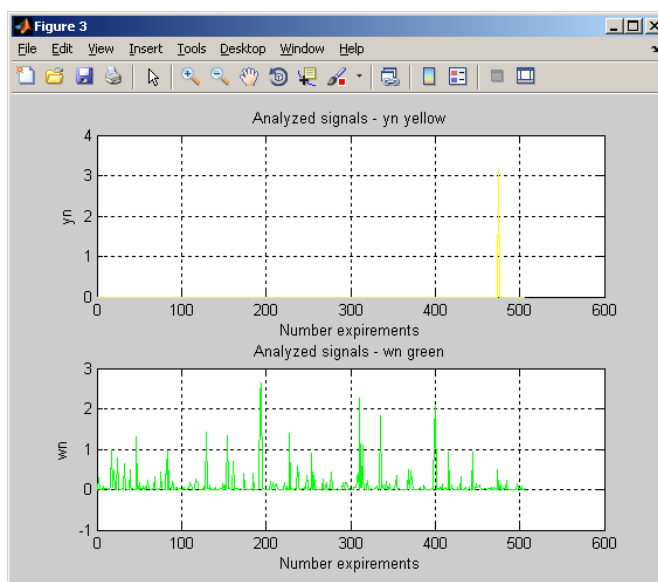


Рисунок 8 – Режим AF PNB. Жовтий та зелений потоки

Максимальна швидкість вхідного трафіку перевищує 6 Мбайт/с., максимальна швидкість жовтого трафіку перевищує 3 Мбайт/с., а максимальна швидкість зеленого трафіку не досягає 3 Мбайт/с. Швидкість червоного трафіку знаходиться у межах від 4,5 до 6,3 Мбайт/с. Вхідний трафік має показник Херста $H_{input} = 0,419$, коефіцієнт пачковості $b_{input} = 50,632$. Вихідний зелений трафік має показник Херста $H_{green} = 0,463$, коефіцієнт пачковості $b_{green} = 27,037$. Таким чином, коефіцієнт пачковості зеленого трафіку було знижено відносно вхідного трафіку. Коефіцієнти

пачковості жовтого і червоного трафіку зросли відносно вхідного трафіку та склали відповідно:

$$b_{yellow} = 229,274, \quad b_{red} = 295,868.$$

У другому варіанті експерименту робота системи досліджувалась у припущенні передачі у режимі EF PNB при $z_{cl} = 3,5$ Мбайт/с. Вхідний трафік не змінився. Результати експерименту показано на рисунках 9, 10. Система сформувала вихідний потік зелених пакетів, що є згладженим потоком відносно до вхідного трафіку. Було сформовано червоний потік пакетів, що має надвелику швидкість. Максимальна швидкість зеленого трафіку досягає 3,2 Мбайт/с. Швидкість червоного трафіку знаходиться у межах від 4,5 до 6,3 Мбайт/с.

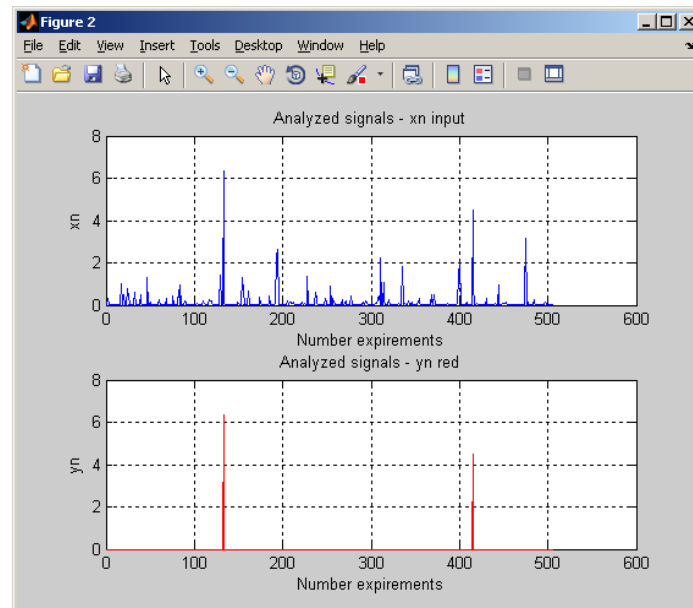


Рисунок 9 – Режим EF PNB. Вхідний та червоний потоки

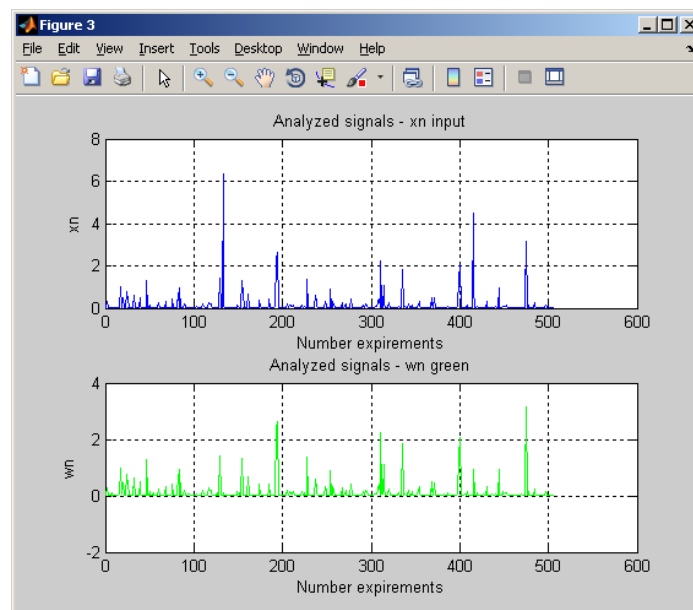


Рисунок 10 – Режим EF PNB. Вхідний та зелений потоки

Вихідний зелений трафік має показник Херста $H_{green} = 0,328$, коефіцієнт пачковості $b_{green} = 30,344$. Таким чином, коефіцієнт пачковості зеленого трафіку було знижено відносно вхідного трафіку. Коефіцієнт пачковості червоного трафіку не змінився у порівнянні з першим експериментом: $b_{red} = 295,868$.

Висновки

У роботі отримані наступні результати:

1. Розроблена модель BTW1Dm, що є модифікацією моделі Бака-Танга-Вайзенфельда.

2. Розроблена структура системи формування трафіку, що виконує алгоритм BTW1Dm.

3. У середовищі Matlab був виконаний обчислювальний експеримент, при якому самоподібний вхідний трафік було згладжено за допомогою запропонованої системи. Коефіцієнт пачковості вихідного потоку зменшився на 20 одиниць відносно коефіцієнту пачковості вхідного потоку.

Перспективним напрямом є подальші дослідження розробленої моделі при аналізі систем забезпечення якості обслуговування комп'ютерних мереж.

Список літератури

1. Ложковський А.Г. Аналіз і синтез систем розподілу інформації в умовах мультисервісного трафіка: автореферат дисертації / А.Г.Ложковський. – Одеса, 2010. – 38 с.
2. Подлазов А.В. Теория самоорганизованной критичности – наука о сложности [Електронний ресурс] / А.В. Подлазов, 2008. – Режим доступу: <http://www.nonlin.ru/articles/podlazov/soc>.
3. Bak P. Self-organized criticality / P. Bak, C. Tang, K. Wiesenfeld // Physical review. – 1988. - Vol 38, № 1. - PP. 364-375.
4. Aschwanden M. Self-organized criticality in astrophysics [Електронний ресурс] / М. Aschwanden, 2012. – Режим доступу: <http://ua.bookfi.org/book/1076440>.
5. C-5e Network Processor [Електронний ресурс], 2012. – Режим доступу: http://www.freescale.com/files/netcomm/doc/data_sheet/C5ENPA1-DS.pdf.
6. DieselNet Fall 2007 - AP Connectivity [Електронний ресурс], 2007. – Режим доступу: <http://traces.cs.umass.edu/index.php/Network/Network>.

Надійшла до редакції 30.01.2012

Д.В. БЕЛЬКОВ

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ТРАФИКА НА ОСНОВЕ САМООРГАНИЗОВАННОЙ КРИТИЧНОСТИ

В данной работе для формирования трафика при дифференцированном обслуживании (DiffServ) предлагается система, основанная на понятии самоорганизованной критичности (Self-Organized Criticality, SOC). Разработана модель SOC BTW1Dm, являющаяся модификацией модели Бака-Танга-Вайзенфельда. Разработана структура системы формирования трафика, выполняющая алгоритм BTW1Dm. Показаны результаты вычислительного эксперимента при формировании самоподобного трафика. Эксперимент был выполнен в среде Matlab. Самоподобный входной трафик сглажен с помощью предложенной системы. Коэффициент пачечности выходного потока уменьшился на 20 единиц по сравнению с коэффициентом пачечности входного потока.

Ключевые слова: самоподобный трафик, качество обслуживания, дифференциальное обслуживание, система формирования трафика, самоорганизованная критичность, модель Бака-Танга-Вайзенфельда.

D.V. BELKOV

Donetsk National Technical University

TRAFFIC FORMATION SYSTEM BASED ON SELF-ORGANIZED CRITICALITY

Recent studies of real traffic in modern computer networks have shown that traffic exhibits self-similar (or fractal) properties over a wide range of time scales. The use of traditional models in networks characterized by self-similar processes can lead to incorrect conclusions about the performance of analyzed networks. One of the most important tasks of network research is to construct adequate models for such traffic flows. A known area in network traffic studies is using the methods of nonlinear analysis (chaos theory) for its parameter modeling and prediction. This theory is one of the synergetic paradigms. Another synergetic paradigm is the theory of self-organized criticality (SOC). It has been used to model such phenomena as the dynamics of granular materials, evolution, earthquakes, forest fires, landscape formation, solar flares, river networks, mountain ranges, volcanic activity and the spreading of epidemics, to mention just a few. SOC is a group of models that are related to each other via formal analogy. In case of SOC approach, fractal signal is the output signal of a nonlinear dynamic system, but this system is in the critical state. The output signal is the result of the self-organization (synergetic) process. Organization process is a process of control parameters exact tuning for setting the order parameters in the necessary values. In case of COC, self-organization process is a process of order parameters robust setting, which causes the control parameters tuning. For traffic formation in DiffServ this article offers a system based on self-organized criticality (SOC). The SOC model BTW1Dm is designed, which is a modification of the Bak-Tang-Wiesenfeld (BTW-1D) model. The system structure, which runs the BTW1Dm algorithm, is developed. The article provides the results of calculating experiments for self-similar traffic formation. The experiment was made in Matlab environment. Self-similar input traffic is smoothed out by the offered system. The burst coefficient of the output traffic decreased by 20 units against the burst coefficient of the input traffic.

Key words: self-similar traffic, quality of service, differential service, traffic formation system, self-organized criticality, Bak-Tang-Wiesenfeld model.