

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

**Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет
радіоелектроніки**

Факультет комп'ютерної інженерії та управління

Кафедра ЕОМ

Магістерська кваліфікаційна робота

**Моделі та методи зниження часу
передачі даних в комп'ютерних мережах**

Виконав: ст. гр. КСМм-21-1 Андрос А.М.

Керівник: доц. каф. ЕОМ Янковський О.А.

ВСТУП

Нинішній прогрес людства можна пов'язати головним чином з процесом глобальної інформатизації будь-яких сфер діяльності світового співтовариства. Варто відзначити, що всі сучасні комп'ютерні мережі так чи інакше є системами, у яких можливості та характеристики значно перевищують дані показники звичайної суми складових їх елементів для випадку відсутності взаємодії між ними.

Комп'ютерні мережі є гнучкими, проте їх продуктивність залежить від дуже багатьох параметрів, а значить, тільки комплексний облік всіх факторів дозволяє мінімізувати фінансові витрати, пов'язані з необхідністю постійних модернізацій програмного і апаратного забезпечення мережевої інфраструктури для досягнення необхідних показників мережевої продуктивності.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

TCP або протокол керування передачею представляє одну з переважних «мов» набору протоколів Інтернету, доповнюючи протокол Інтернету (IP), і тому весь набір зазвичай називають TCP/IP. TCP забезпечує надійність передачі даних у всіх наскрізних службах потоку даних в Інтернеті.

Магістерська кваліфікаційна робота передбачає розробку алгоритмів роботи класифікатора помилок для протоколу TCP для подолання проблеми погіршення продуктивності TCP у гетерогенних мережах, де можуть співіснувати перевантаження та помилки передачі.

Виконання кваліфікаційної магістерської роботи передбачає:

- ✦ проведення детального аналізу літературних джерел, присвячених проблемі збільшення пропускної здатності мереж
- ✦ аналіз існуючих механізмів роботи протоколу TCP, стосовно боротьби з перевантаженнями
- ✦ розробку методів, які дозволяють поліпшити роботу механізмів перевантажувального вікна, механізму повторної передачі та механізму тайм-ауту
- ✦ проведення аналізу результатів моделювання

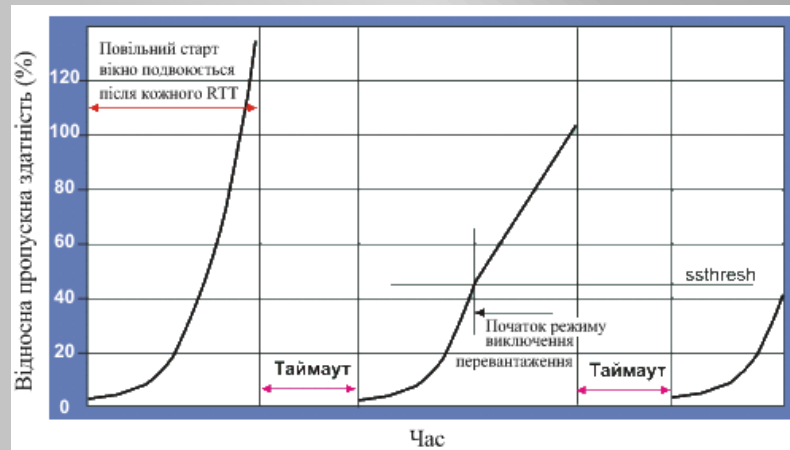
3

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ IP МЕРЕЖ:

- ✦ ширина каналу
- ✦ затримка
- ✦ пропускна спроможність
- ✦ перевантаження
- ✦ втрата пакетів

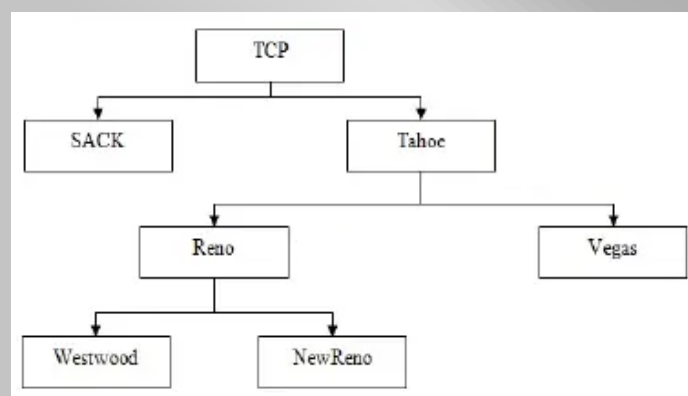
4

ФАЗИ РОБОТИ ПРОТОКОЛУ TCP



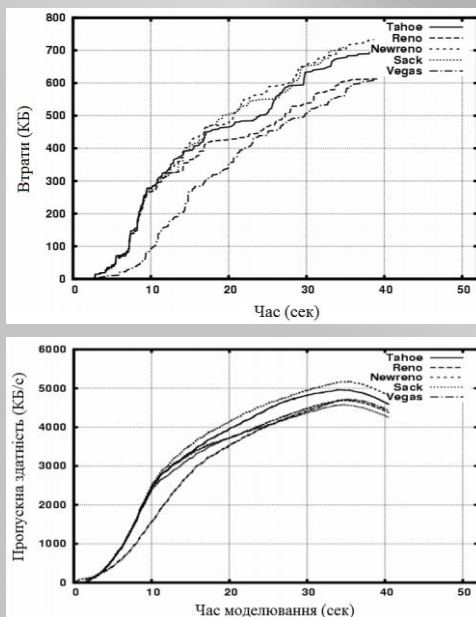
5

РІЗНОВИДИ ПРОТОКОЛУ TCP



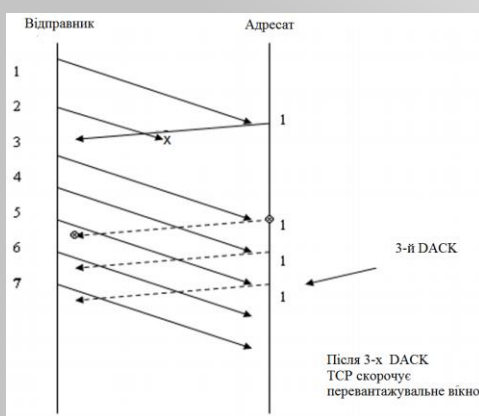
6

ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ ТА ВТРАТИ ПАКЕТІВ

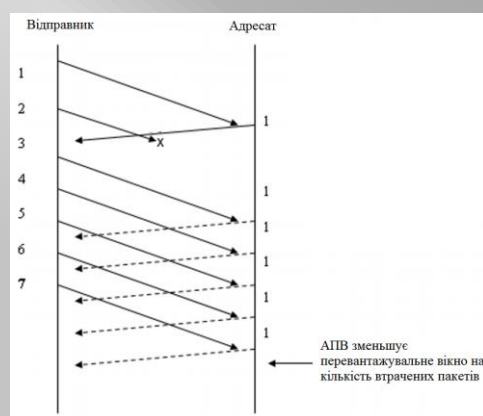


7

РЕАКЦІЯ ТСП НА ПОМИЛКИ ПЕРЕДАЧІ



Подвійне підтвердження ТСП



Дія подвійного підтвердження АПВ

8

ПСЕВДОКОД АЛГОРИТМУ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОГО ВІКНА

Лістинг – АПВ+thresh

```

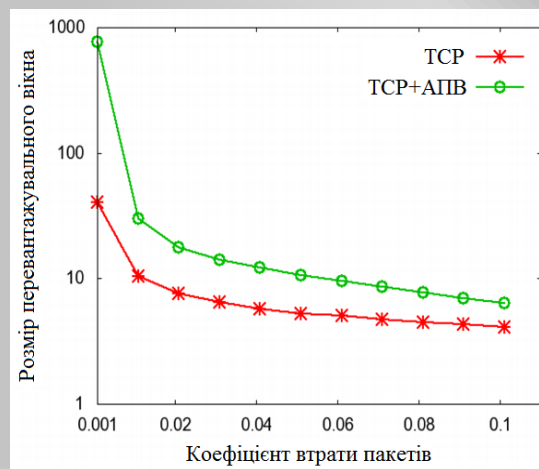
Ініціалізація: prev_ack=-1; last_sent_3Dack=-1; first_drop=1
З кожним отриманим підтвердженням Acki:
current_ack=Acki
if (current_ack==prev_ack) then
  dackcount=dackcount+1
  if dackcount==3 then
    last_sent_3Dack=Pmax
    Передати пакет з seqlo = current_ack+1
    if first_drop then
      tthresh=cwnd
      first_drop=0
    end if
  end if
end if
if (current_ack>prev_ack) then
  prev_ack=current_ack
  if (last_sent_3Dack<current_ack) then
    flight_size=last_sent_3Dack-current_ack
    num_drops=flight_size-dackcount
    if cwnd<tthresh then
      cwnd=cwnd-num_drops
    else
      cwnd=cwnd/2
      ssthresh=cwnd
    end if
  end if
end if
if timeout==true then
  ssthresh=max(2, cwnd/2)
  cwnd=1
  first_drop=1
  first_drop після кожного timeout
end if
  
```

Змінні:

- current_ack: порядковий номер поточного підтвердження;
- prev_ack: порядковий номер попереднього підтвердження;
- dackcount: змінна для відстеження кількості дублікатів підтвердження TCP, отриманих на даний момент;
- last_sent_3Dack: змінна для збереження порядкового номера останнього надісланого пакету після отримання 3 DACK;
- P_{max}: останній надісланий пакет;
- flight_size: кількість пакетів, надісланих, але ще не підтверджених;
- num_drops: кількість пакетів, викинутих із цього вікна;
- cwnd: розмір перевантажувального вікна;
- ssthresh: поріг повільного запуску;
- RTO: Таймер тайм-ауту повторної передачі.

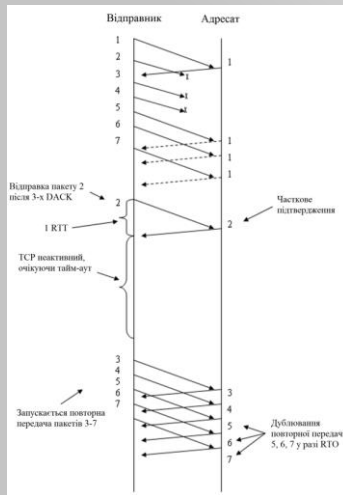
9

ПРОДУКТИВНІСТЬ АПВ

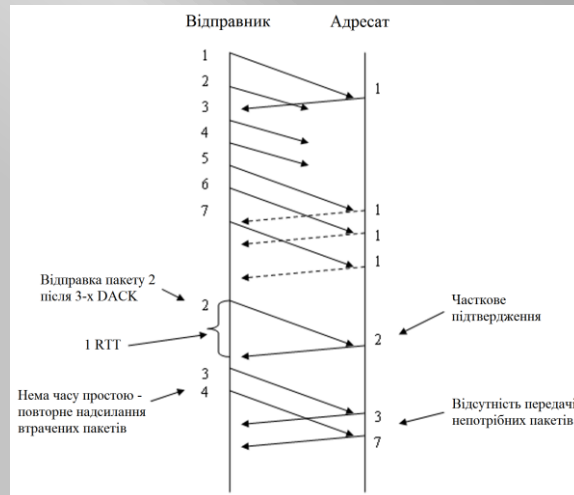


10

ВІДНОВЛЕННЯ ПІСЛЯ ВТРАТИ КІЛЬКОХ ПАКЕТІВ



ТСР і сплеск відкидання пакетів



Запропонована повторна передача з кількома втратами пакетів

11

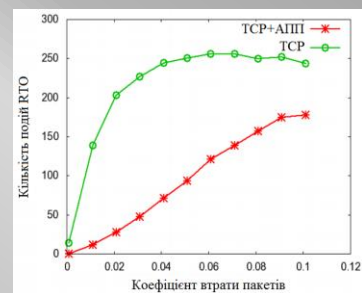
ПСЕВДОКОД АЛГОРИТМУ АПП

Лістинг – Псевдокод алгоритму АПП

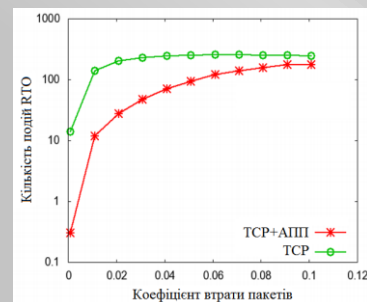
```

Ініціалізація: prev_ack=-1; last_sent_3Dack=-1; first_burst=1
З кожним отриманим підтвердженням Acki:
current_ack=Acki
if (current_ack==prev_ack) then
    dackcount=dackcount+1
    if (dackcount==36&&first_burst) then
        last_sent_3Dack=Pmax
        передати пакет з seqNo=current_ack+1
    end if
end if
if (current_ack>prev_ack) then
    prev_ack=current_ack
    if ((last_sent_3Dack>current_ack) && first_burst) then
        розрахунок кількості скидань:
        flight_size=last_sent_3Dack-current_ack
        num_drops=flight_size-dackcount
        for (i=1;i≤(num_drops);i++) do
            resend prev_ack+i
        end for
        first_burst=0
    else
        if (last_sent_3Dack≤current_ack) then
            first_burst=1
        end if
    end if
end if
if timeout==true then
    ssthresh=max(2, cwnd/2)
    cwnd=1
    last_sent_3Dack=-1
    first_burst=1
end if

```



Порівняння TCP та АПП



Порівняння TCP та АПП
(напівлогарифмічна шкала)

12

ПОКРАЩЕННЯ МЕХАНІЗМУ RTO

Лістинг – Псевдокод алгоритму розрахунку доступної смуги пропускання

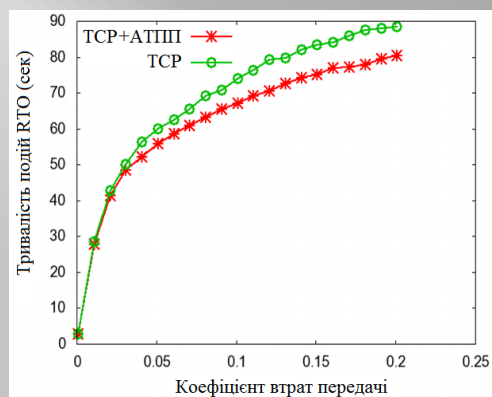
```

Ініціалізація:  $\beta=0.9$ ; current_time=0; max_avalb_bw=0
під кожним Acki:
prev_time=current_time
current_time=get_current_time
bw=segment_size/(current_time-prev_time)
avalb_bw= $\beta$ *avalb_bw+(1- $\beta$ )*bw
if avalb_bw>max_avalb_bw then
    max_avalb_bw=avalb_bw
end if
  
```

Лістинг – Псевдокод алгоритму розрахунку RTO

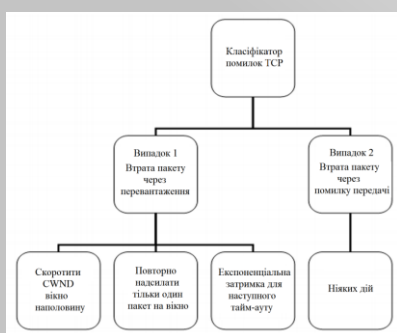
```

Ініціалізація:  $F_n=0$ ; ORTO=CRTO
після кожного timeout:
n=n+1
 $F_n=n*(1-(avalb\_bw/max\_avalb\_bw))$ 
CRTO=ORTO* $2^{F_n}$ 
  
```

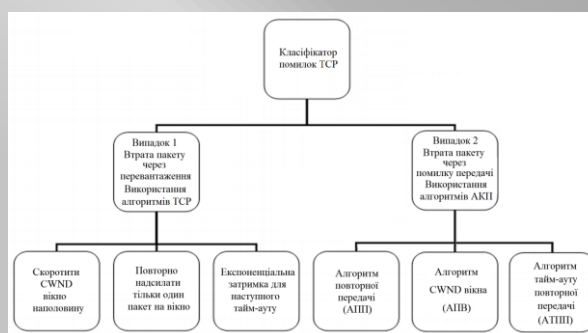


13

ФУНКЦІІ КЛАСИФІКАТОРА ПОМИЛОК ПЕРЕДАЧІ



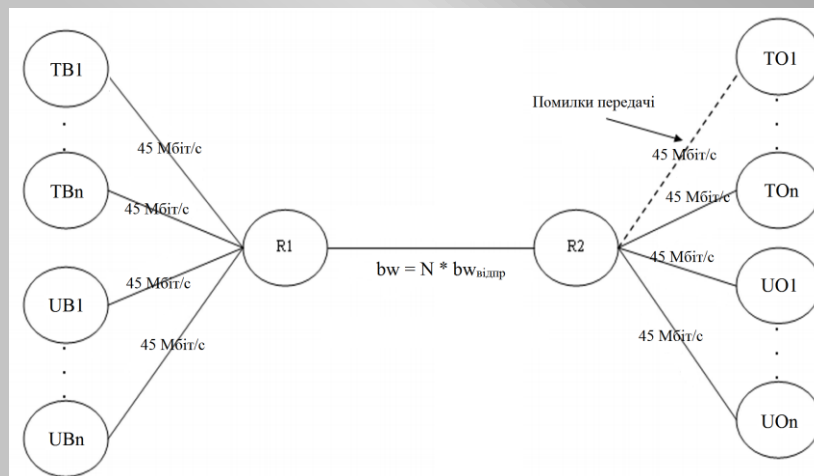
Загальні функції класифікатора помилок



Класифікатор помилок після додавання АПВ, АПП і АТПП

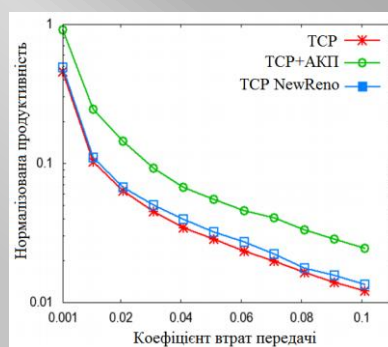
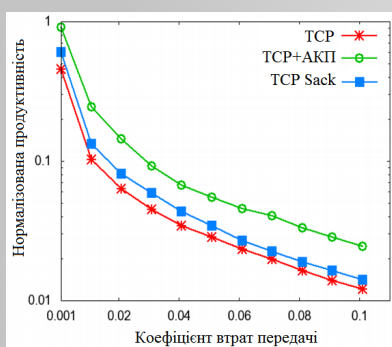
14

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ



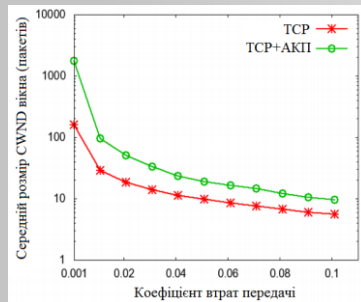
15

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ АЛГОРИТМІВ

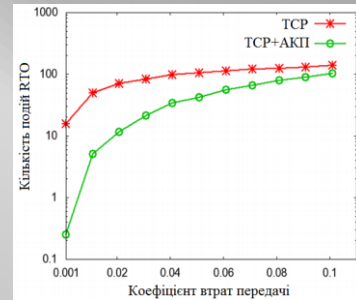


16

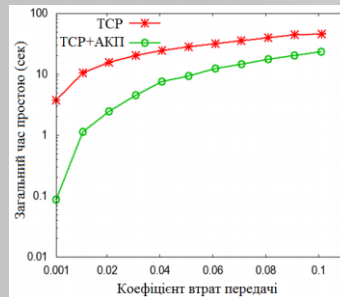
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ АЛГОРИТМІВ



Середній розмір перевантажувального вікна для TCP і АКП



Кількість подій тайм-ауту повторної передачі



Загальний час простоя для TCP і АКП

17

ВИСНОВКИ

Було запропоновано рішення для подолання проблеми погіршення продуктивності TCP у гетерогенних мережах, де можуть співіснувати перевантаження та помилки передачі. Одним із можливих рішень є розробка класифікаторів помилок передачі, які можна додати до TCP, щоб покращити його механізм контролю перевантажень і таким чином підвищити продуктивність. Перевага використання такого підходу полягає в тому, що він вимагає змін лише в точці джерела пакетів, тому не потрібні зміни в мережі.

Поточні класифікатори помилок просто пригнічують TCP і не дозволяють йому скоротити перевантажувальне вікно у разі помилок передачі. Це призводить до збільшення рівня втрат від перевантаження мережі при використанні таких механізмів. Було виявлено, що поточні дії, які використовуються в класифікаторах помилок, є недостатніми та можуть призвести до збільшення рівня втрат через перевантаження мережі. Було запропоновано поліпшення до механізмів перевантажувального вікна, механізму повторної передачі та механізму тайм-ауту.

Результати моделювання показують, що застосування запропонованого класифікатора помилок передачі дозволяє досягти вищої продуктивності, ніж у TCP. Крім того, він має набагато нижчий рівень втрат перевантаження, меншу наскрізну затримку та створює менший розмір черг, ніж класичний TCP.

18