**Universitatea POLITEHNICA din Bucuresti**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**

**Metode ECN de combatere a congestiei**

**Studenti:** Frone Catalin-Alexandru

 Jerca Constantin

**Grupa:** 441A

**Profesor**

**coordonator:** Dr. Ing. Ştefan Stăncescu

**Bucuresti 2016**

**Cuprins**

1. **Congestia în rețea** – Frone Catalin
2. **ECN - Explicit Congestion Notification** – Frone Catalin
	1. Definitie ECN – Frone Catalin
	2. Suportul ECN in IP – Frone Catalin
	3. Suportul din partea TCP – Frone Catalin
3. **Testare algoritmi de congestie** – Jerca Constantin
4. **Evaluare comparativa a performantelor** – Jerca Constantin
5. **Concluzii** – Jerca Constantin
6. **Bibliografie**
7. **Congestia in retea**

In retelistica, congestia este reducerea calitatii serviciilor care apare atunci cand numarul de pachete transmise prin retea este aproape de capacitatea de manipulare a retelei, adica apare atunci cand informatia transmisa este aproape egala cu largimea de banda a retelei. Congestia are ca efect pierderea de pachete sau blocarea de noi conexiuni.

Pentru impiedicare congestiilor retelele folosesc tehnici de control al congestiei pentru a evita ca traficul de date care intra sa nu il depaseasca pe cel care iese. O metoda de impiedicare a congestiei este explicit congestion notification (ECN).

1. **ECN - Explicit Congestion Notification**
	1. **Definitie ECN**

ECN in loc sa genereze alte pachete care ar putea sa congestioneze mai rau, semnaleaza congestia prin intermediul pachetelor pe care le-ar fi trimis, acesta seteaza un bit pe valoare 1 din header-ul pachetului. Cand destinatarul va receptiona pachetul al carui header a fost modificat, acesta va sti ca mediul de transmisiune este congestionat si cand va trimite pachetul de raspuns acesta va anunta si emitatorul pachetului initial de faptul ca linia este congestionata.



*Figura 1*

*Congestia pe retea*

* 1. **Explicit congestion notification in IP**

Pentru a marca faptul ca exista congestive de retea pentru protocolul IP, ECN se foloseste de cei mai putin semnificativi biti (cei mai din dreapta 2 biti) ai campului DiffServ din protocoalele IPv4 si IPv6 astfel:

00 – retaua nu este capabila sa foloseasca ECN

10 – transport capabil ECT(0)

01 – transport capabil ECT(1)

11 – congestive detectata

Cand ambele capete ale retelei suporta protocolul ECN acestea marcheaza pahetul cu ECT(0) sau ECT(1), cazurile (10, 01).

Daca pachetul parcurge o zona supravegheata de o coada manageriata activa iar in aceasta zona este congestie, iar routerul destinatie cunoaste ECN, este posibil ca routerul sa schimbe pachetul astfel incat biti sa devina 11 in loc sa respinga pachetul. Aceasta actiune efectuata de router este denumita marcare si are scopul de a informa receptorul ca pe mediul de transmisiune are loc congestie. Receptorul preia acest semnal de congestie prin nivelul de transport si trebuie sa trimita informatie in legatura cu aceasta congestie catre emitatorul initial astfel incat acesta sa reduca rata de transfer pentru a se decongestiona routerul care a marcat initial pachetul.

Deoarece marcajul de congestie e detectat (11) poate fi prelucrat doar de catre un protocol de nivel inalt, ECN este folosit numai in conjunctie cu un protocol de nivel inalt, cum ar fi TCP, care suporta controlul congestiei si are o metoda de a retransmite faptul ca a fost detectata o congestie catre emitatorul initial.

* 1. **Explicit congestion notification in TCP**

In protocolul TCP, ECN este suportat prin intermediul a trei flag-uri din header-ul TCP-ului. Primul flag, Nonce Sum (NS), este folosit pentru a proteja impotriva pachetelor marcate accidental sau malitios. Ceilalti doi biti sunt folositi pentru a trimite inapoi marcajul de congestie catre emitatorul initial al pachetului. Acesti doi biti sunt: ECN - Echo (ECE) si Congestion Window Reduced (CWR).

Folosire ECN pentruc onexiunea TCP este optionala, aceasta trebuie implementata la stabilirea conexiuni prin modificarea segmentelor SYN si SYN-ACK.

Dupa ce a primit un pachet IP avand marcajul de congestive detectata, receptorul TCP trimite inapoi folosind flagul ECE din header-ul TCP-ului. Cand se receptioneaza un semnal cu flagul ECE activat, se reduce fereastra de congestive si apoi se trimite un pachet in care se arata ca s-a luat la cunostinta faptul ca exista congestie, aceasta indicatie se face prin marcarea bitului CWR.

Un nod transmite pachete cu bitul ECE marcat pana cand primeste inapoi un segment in care bitul CWR este marcat.

1. **Testare algoritmi de congestie**



*Figura 2*

*Configuratia de test a retelei*

Reteau pe care s-a facut testarea e formata din trei PC-uri aranjate astfel incat bottleneck sa actioneze ca router intre cele doua calculatoare. S-a folosit un program de generare de trafic TCP la ratele dorite.

Testele constau in trimiterea de trafic de la bottleneck la sigalert si verificarea comportamentului atat routerului cat si a performatei la capat. Acestea se efectueaza atat cu ECN, cat si fara. Atunci cand se face testarea fara ECN, rutarea foloseste algoritmul drop-tail.

Valorile masurate pentru fiecare test sunt transferul eficient, procentajul pachetelor marcate (folosind doar ECN) si procentajul pachetelor aruncate.

Se va avea mare grija ca atunci cand se efectueaza testele sa se evite orice alta activitate, atat pe retea, cat si in sistemul masinilor pe care se ruleaza testele.

Fiecare test al performantei la capat (end-to-end) e gandit sa masoare un aspect specific al performantei ECN-ului. Aspectele masurate sunt performanta cu congestie, fara congestie si imbunatatirea transferului de date.

*Testul 1. Demonstrarea implementarii pe partea de router*

Primul test se face pentru a demonstra cum ECN controleaza lungimea medie a pachetelor din coada. Ele sunt marcate sub diverse conditii de trafic.

*Testul 2. Performanta fara congestie*

Un singur flux TCP trimite pachete de date la intervale fixe de timp pentru o lungime de banda mult mai mica ca cea disponibila la legatura din retea.

*Testul 3. Performanta cu congestie*

Un singur flux TCP trimite pachete de date la intervale fixe de timp pentru o lungime de banda mai mare ca cea disponibila la legatura din retea, astfel aparand congestia.

*Toate testele end-to-end: Imbunatatirea transferului*

Niciun test specific nu evalueaza imbunatatirea transferului. Insa, testele end-to-end sunt folosite sa masoare imbunatatirea traficului de la folosirea controlul congestiei default pana la folosirea ECN.

*Tabel 1*

*Exemplu de rezultate la testele end-to-end*



*Implementing ECN in TCP, UCLA*

*Chris Chen, Steven Leung, Nelson Tang*

1. **Evaluare comparativa a performantelor**

Atunci cand nu este congestie, ECN nu afecteaza traficul absolut deloc. Asta nu ar trebui sa fie o surpriza deoarece atunci cand nu e congestie ECN nu marcheaza sau scapa pachete.

*Figura 3*

*Marcarea pachetelor cand nu exista congestie*



*Implementing ECN in TCP, UCLA*

*Chris Chen, Steven Leung, Nelson Tang*

In cazul in care exista congestie, ECN marcheaza mai multe pachete decat routerul drop-tail scapa. Totusi, ECN inca da o mai buna rata de trafic al pachetelor deoarece scaparea unui pachet scade performanta mult mai mult decat marcarea lor.

Se mai observa ca, in cazul in care exista congestie, daca pentru trei fluxuri care trimit la aceasi rata, numarul pachetelor marcate este aproape acelasi si ca acesta corespunde cu traficul oferit pentru fiecare flux (la fel cum si numarul pachetelor scapate corespunde pentru cazurile non-ECN). Acest lucru demonstreaza „fairness-ul” algoritmului ECN.

*Figura 4*

*Marcarea pachetelor cand exista congestie pe retea*



*Implementing ECN in TCP, UCLA*

*Chris Chen, Steven Leung, Nelson Tang*

In cazul testelor end-to-end, s-a demonstrat ca transferul de pachete folosind ECN e mai mare decat atunci cand nu se foloseste ECN, insa imbunatatirea nu e dramatic mai mare.

*Tabel 2*

*Exemplu de rezultate la testele end-to-end*



*Implementing ECN in TCP, UCLA*

*Chris Chen, Steven Leung, Nelson Tang*

1. **Concluzii**

ECN pare sa ajute in cazurile de congestie severa, dar imbunatatirile in transfer sunt marginale. Acest lucru poate fi explicat prin compararea efectului unui singur pachet marcat versus un singur pachet scapat. Daca un pachet e marcat, dimensiunea fereastrei de congestie si pragul de start lent (slow-start threshold) vor fi injumatatite, iar daca un pachet e scapat, pragul de start lent va fi tot injumatatit, insa dimensiunea ferestrei de congestie va fi redusa la 1 MTU.

Dupa cateva perioade de dus-intors, in cazul scaparii unui pachet, dimensiunea ferestrei de congestie a fluxului creste exponential (deoarece e mai mica ca pragul de start lent), dar in cazul marcarii pachetului dimensiunea ferestrei de congestie a fluxului creste liniar (deoarece e mai mare sau egala cu pragul de start lent, daca fereastra receptorului e suficient de larga). Deci dupa cateva perioade de dus-intors, dimensiunea ferestrei de congestie a fluxului care a experimentat scapari de pachete aproape ajunge dimensiunea ferestrei de congestie a fluxului care a experimentat marcari de pachete. Acest lucru poate explica imbunatatirea mica in transferul de pachete.

O imbunatatire dramatica a ECN-ului este in intarzierea de pachete deoarece exista o excelenta mentenanta a lungimii cozii.

1. **Bibliografie**
* [**https://en.wikipedia.org/wiki/Explicit\_Congestion\_Notification#Operation\_of\_ECN\_with\_IP**](https://en.wikipedia.org/wiki/Explicit_Congestion_Notification#Operation_of_ECN_with_IP)
* [**http://vega.unitbv.ro/~zaharia/tdrci/TDRC-12-Congestia.pdf**](http://vega.unitbv.ro/~zaharia/tdrci/TDRC-12-Congestia.pdf)
* [**https://tools.ietf.org/html/rfc3168**](https://tools.ietf.org/html/rfc3168)
* [**https://en.wikipedia.org/wiki/Network\_congestion#Congestive\_collapse**](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_congestion#Congestive_collapse)
* Implementing ECN for TCP, UCLA, Chris Chen, Hariharan Krishnan, Steven Leung, Nelson Tang
* TCP and Explicit Congestion Notification, ACM Computer Communication Review, Floyd S.