

Irene Pedrosa Gómez
E.T.T–Telemàtica 2011

OPNET IT GURU Academic Edition 9.1

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

Índex

- 1) Introducció a la simulació de xarxes
- 2) Estat de l'art dels principals simuladors de xarxes
- 3) Elecció del simulador
- 4) Estudi de simulació amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1
- 5) Resultats de les simulacions amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

1. Introducció a la simulació de xarxes

Abans de crear una xarxa física real, és convenient planificar-ne la seva estructura, protocols i altres paràmetres per tal d'assegurar-nos que el disseny sigui una solució adequada a la necessitat que es vulgui satisfer mitjançant la xarxa.

Construir directament una xarxa física podria significar una gran pèrdua de temps i diners si un cop posada en marxa no aconsegueix amb les condicions inicialment especificades. En aquest punt sorgeix la necessitat dels simuladors de xarxes.

Un simulador de xarxes és una aplicació que permet a l'usuari dissenyar un sistema de xarxes de comunicació, majoritàriament a través d'una interfície gràfica, en la qual es permet escollir i configurar els diferents components que formaran part de la xarxa.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

1. Introducció a la simulació de xarxes

L'objectiu cercat per tot simulador és el de recrear un model que s'assimili el màxim possible a la realitat, donat que les dades obtingudes durant l'execució del programa de simulació seran usades per a extrapolar els resultats obtinguts i calcular així les estimacions del funcionament del sistema original.

Gràcies a la simulació es pot observar l'evolució d'un sistema específic, les seves característiques, propietats..., utilitzant com a únic recurs la memòria d'un ordinador.

En l'actualitat existeix un gran nombre d'eines de simulació disponibles. A continuació es citen els simuladors avaluats en el present treball: Cnet v3.2.1, KivaNS v1.1, NCTuns v6.0, NS-2, Omnet++ v3.2, Opnet IT Guru Academic Edition 9.1, Simured v2.1.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

2. Estat de l'art dels principals simuladors de xarxes

Es realitza l' anàlisi d'algunes de les principals eines utilitzades en l'actualitat per a la simulació de models i aplicacions de xarxes de comunicacions, amb l'objectiu de ser capaços d'avaluar les seves prestacions, avantatges i desavantatges en un entorn virtual.

Els simuladors objecte d'estudi són: Cnet v3.2.1, KivaNS v1.1, NCTuns v6.0, NS-2, Omnet++ v3.2, Opnet IT Guru Academic Edition 9.1, Simured v2.1.

La següent taula presenta un resum comparatiu de les característiques principals de cadascun dels simuladors de xarxes de comunicacions tractats .

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

2. Estat de l'art dels principals simuladors de xarxes

	Orientació i sector d'ús	Tipus de llicència	Requeriments del sistema	Protocols i tecnologies	Característiques generals
Cnet v3.2.1	Software orientat a l'estudi, investigació i desenvolupament de xarxes WAN, LAN, WLAN. Dissenyat específicament per a ús acadèmic	Distribució sota GNU llicència (GPL).	Plataformes Linux (kernel 2.x) o Apple Mac-OSX 10.4, 10.5 o 10.6. No corre en MS Windows. Processador Intel Pentium de 250 Mhz o equivalent, 32 MB de RAM i 100 MB d'espai lliure en el disc.	Protocols de les capes d'enllaç, xarxa i transport i d'altres creats per l'usuari.	Simulador de xarxes que permet experimentar amb diferents protocols del nivell d'enllaç, xarxa i transport i amb diferents topologies, consistents en combinacions d'enllaços punt a punt i segments Ethernet IEEE 802.3.
KivaNS v1.1	Software orientat a l'estudi del protocol IP i xarxes amb arquitectura TCP/IP. S'utilitza en el camp de l'ensenyament.	Software lliure.	Plataformes MS Windows i Linux. Processador Intel Pentium de 250 Mhz o equivalent, 32 MB de RAM i 20 MB d'espai lliure en el disc.	IP, TCP/IP i altres especificats per l'usuari.	Simulador de xarxes basat en Java que permet especificar diferents esquemes de xarxes de dades i simular l'encaminament de paquets a través d'elles.
NCTuns 6.0	Software orientat a l'estudi, investigació i desenvolupament de xarxes. S'utilitza en el camp de l'ensenyament.	Software lliure.	Fedora 12. Processador Pentium d' 1Ghz. 256 MB de RAM i 200 MB d'espai lliure en el disc.	IEEE 802.3 CSMA/CD MAC, IEEE 802.11 (b) CSMA/CA MAC, IP, IP mòbil, Diffserv (QoS), Rip, OSPF, UDP, TCP, HTTP, FTP, telnet, etc.	Simulador i emulador de xarxes i sistemes de comunicacions avançat. Permet diagnosticar l'execució de protocols i aplicacions en diferents tipus de xarxes. Genera resultats de simulació d'alta fidelitat.
NS-2	Software orientat a simular esdeveniments discrets. Dissenyat expressament per a l'àrea de la investigació de les xarxes telemàtiques i el camp de l'ensenyament.	Software lliure.	Plataformes Unix (Free BSD, Linux, SunOS, Solaris). Plataformes MS Windows a partir de la versió 2000. Processador Pentium II de 200 Mhz o equivalent, 32 MB de memòria RAM i un mínim de 320MB d'espai lliure en el disc.	Http, FTP, TcpApp, telnet, CBR (Constant Bit Rate), TCP, UDP, RTP, SRM, entre d'altres.	És una eina amb un ampli rang d'ús. Suporta gran quantitat de protocols de les capes d'aplicació i transport, a més d'altres utilitzats per a l'encaminament de les dades. Permet simular xarxes cablejades, no cablejades, via satèl·lit, i aplicacions a grans xarxes amb topologies complexes i varis generadors de tràfic.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

2. Estat de l'art dels principals simuladors de xarxes

OMNeT++ v3.2	Software orientat a simular objectes i modular esdeveniments discrets en xarxes de comunicacions. Enfocada a l'àrea acadèmica	Software lliure únicament per a propòsits acadèmics	Plataformes Unix i MS Windows Processador Pentium de 300 Mhz o equivalent, 64 MB de RAM i 50 MB d'espai lliure en el disc.	Protocols creats per l'usuari.	És una eina eficient, que pot ser utilitzada per a modelar el tràfic en xarxes de telecomunicacions, els protocols de xarxa, l'estudi de sistemes basats en cues, avaluació de sistemes multiprocesador i programació distribuïda, validació d'arquitectures hardware i avaluació del rendiment en sistemes complexos.
Opnet IT Guru A E9.1	Software orientat a simular objectes. Pot ser utilitzat en diferents àrees com l'acadèmica, comercial i el camp d'investigació.	Llicència privada acadèmica facilitada únicament per OPNET prèvia sol·licitud.	Plataformes Windows NT 4.0 (Service Pack 3, 5 o 6a), Windows 2000 (Service Pack 1, 2 i 4) o Windows XP (Service Pack 1 o 2). Processador Intel Pentium III, 4 o compatible de 500 Mhz o més, 256 MB de RAM i 200 MB d'espai lliure en el disc per a la versió acadèmica.	Http, FTP, TCP, IP, OSPF, BGP, RIP, RSVP, Frame Relay, FDDI, Ethernet, ATM, IP Multicast, entre d'altres.	Permet dissenyar i estudiar el comportament de tot tipus de xarxes, incloent-hi els elements que en formen part com són, passarel·les (routers), commutadors (switches), concentradors, protocols, servidors, etc... fins a les aplicacions que corren en les estacions de treball connectades. Està basat en la teoria de xarxes de cues i incorpora les llibreries per a facilitar el modelat de les topologies de xarxes.
SimuRed v2.1	Software orientat únicament a la simulació de xarxes de multicomputadors en les capes de topologia, commutació i encaminament. Objectiu acadèmic, tot i que permet introduir-se en la investigació de les xarxes multicomputadors	Software lliure.	Plataformes tipus Unix, Microsoft Windows i Linux. Versió Java multiplataforma. Processador Intel Pentium de 250 Mhz o equivalent, 32 MB de RAM i 50 MB d'espai lliure en el disc.	IP, TCP, UDP, OSPF, BGP, Telnet...	Simula l'enviament de paquets a través d'una xarxa presentant estadístiques de temps consumits, bloquejos produïts, etc... Permet configurar la xarxa i el procés d'enviament dels paquets. El simulador és completament visual. Permet veure l'evolució dels paquets a través de la xarxa. Existeix una versió en línia de comandes, que al no ser visual, tant sols mostra els resultats estadístics.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

3. Elecció del simulador - Opnet IT Guru Academic Edition 9.1

❖ Característiques generals:

- OPNET IT Guru Academic Edition està basat en la versió comercial 9.1 d' IT Guru. L' última versió disponible és la 9.1.A PL1 (Build 1999), i està datada a 12 de maig 2010.
- Requereix de llicència acadèmica privada, tot i que és facilitada de forma gratuïta per OPNET prèvia sol·licitud.
- Ofereix la possibilitat d' estudiar l'efecte de diferents planificadors, cues FIFO, amb prioritat i equitatives (FQ, WFQ), en la transmissió de paquets per a diferents serveis. Permet analitzar com l'elecció de la disciplina de servei en els routers pot afectar al rendiment de les aplicacions, tot fent una comparativa entre les tres disciplines de cues.
- Permet estudiar l'efecte de l' ús del Protocol de Reserva de Recursos (RSVP) com a part de l'enfocament dels serveis integrats IntServ per a proporcionar qualitat de servei (QoS), tot observant com contribueix al rendiment de les aplicacions que l' utilitzen.
- És una eina àmpliament difosa en l'àmbit acadèmic a nivell mundial.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

3. Elecció del simulador - Opnet IT Guru Academic Edition 9.1

- No són necessaris coneixements de cap llenguatge de programació específic. És la pròpia distribució d' OPNET IT Guru Academic Edition que inclou topologies, dispositius i tecnologies predefinides.
- Pel que respecta a la interfície gràfica per a la construcció dels models, disposa de taules de dispositius, tecnologies i protocols que es poden afegir a l'escenari. Permet copiar i arrossegar dispositius i grups sencers de dispositius a altres escenaris oberts.
- Ofereix una visió sencera de la xarxa. Tots els nodes i enllaços es poden clicar per veure'n les seves propietats i editar-les.
- A nivell de configuració de la simulació, permet la recollecció de diferents estadístiques individuals de cada node o globals.
- Per a executar les simulacions, es disposa de diferents opcions, incloent l'execució en segon plà, configurables i parametritzables.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

3. Elecció del simulador - Opnet IT Guru Academic Edition 9.1

- Per a parametritzar la simulació, es possible determinar-ne el temps de la durada, valors, intervals i habilitar o deshabilitar atributs.
- En referència a l'anàlisi de resultats destaca la possibilitat de poder expandir la xarxa i comparar els resultats de la primera simulació amb una segona simulació expandida. D'aquesta manera es poden fer les comparacions necessàries pertinents tant per a determinar-ne la solució més òptima com per a identificar-hi problemes.
- Per a la visualització dels resultats disposa de diferents diagrames (barres, histogrames, etc.)
- Per últim mencionar tant les actualitzacions del software, com la quantitat de recursos disponibles, manuals, faqs, related papers, notícies, projectes d'universitats, publicacions, comunitat d'usuaris etc... facilitats per la website d' OPNET IT Guru Academic Edition http://www.opnet.com/university_program/itguru_academic_edition/

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

4. Estudi de simulació amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

❖ Escenari 1:

Objecte d'estudi: protocol de reserva de recursos (RSVP) sota l'arquitectura dels serveis integrats IntServ per a proporcionar qualitat de servei (QoS) a les sol·licituds individuals o als fluxos de dades.

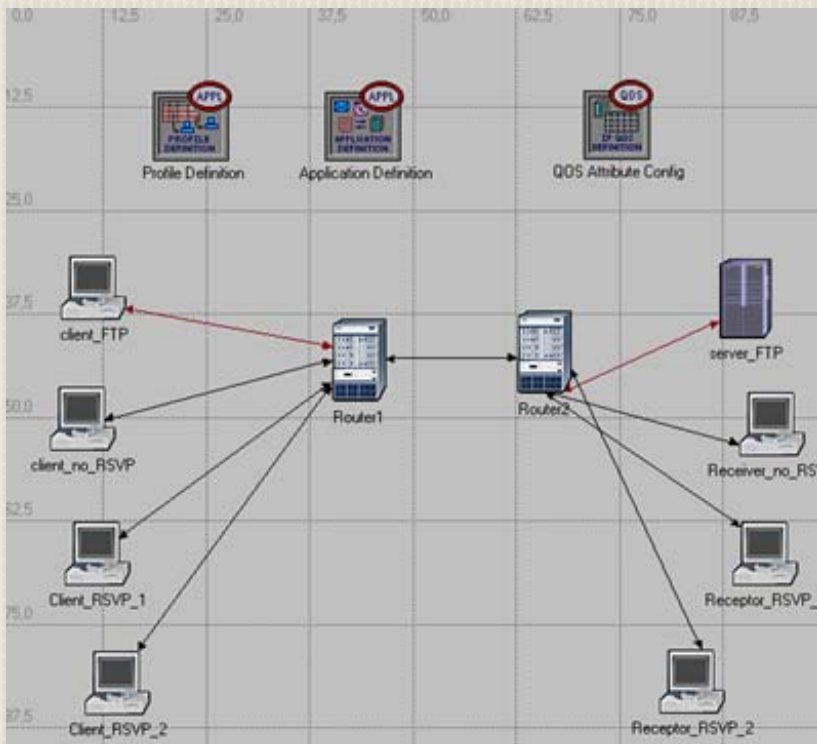
Arquitectura emprada per a la modelització: dos routers connectats entre si i a la mateixa vegada connectats a les seves respectives LAN's. En cada LAN es troben els serveis objecte d'estudi (FTP, VoIP amb RSVP i VoIP sense RSVP).

Composició de l'escenari: està format per dos clients RSVP amb els seus corresponents receptors RSVP, que es comunicaran entre si mitjançant VoIP. Un tercer client, amb el seu corresponent receptor, que també es comunicaran mitjançant VoIP però sense realitzar reserva de recursos i, finalment per un quart client FTP que es comunicarà amb el servidor d'FTP. La funció d'aquest quart client és la d'introduir més tràfic a la xarxa amb l'objectiu d'estudiar la resposta del protocol RSVP.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

4. Estudi de simulació amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

Paràmetres a analitzar:



▪ Retard dels paquets de veu extrem a extrem d 'una comunicació VoIP analitzada primerament sense reserva de recursos i posteriorment amb el protocol RSVP. En aquests context es veurà com afecten l'ample de banda assignat al flux RSVP i la mida del buffer als resultats de la simulació.

▪ Variació del retard dels paquets de veu en les condicions anteriors. De la mateixa manera es veurà com afecta als resultats de la simulació la variació dels paràmetres anteriorment esmentats.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

4. Estudi de simulació amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

❖ Escenari 2:

Objecte d'estudi: tres de les disciplines de servei més importants (FIFO-*First-In-First-Out*, PQ-*Priority Queuing* i WFQ-*Weighted-Fair Queuing*).

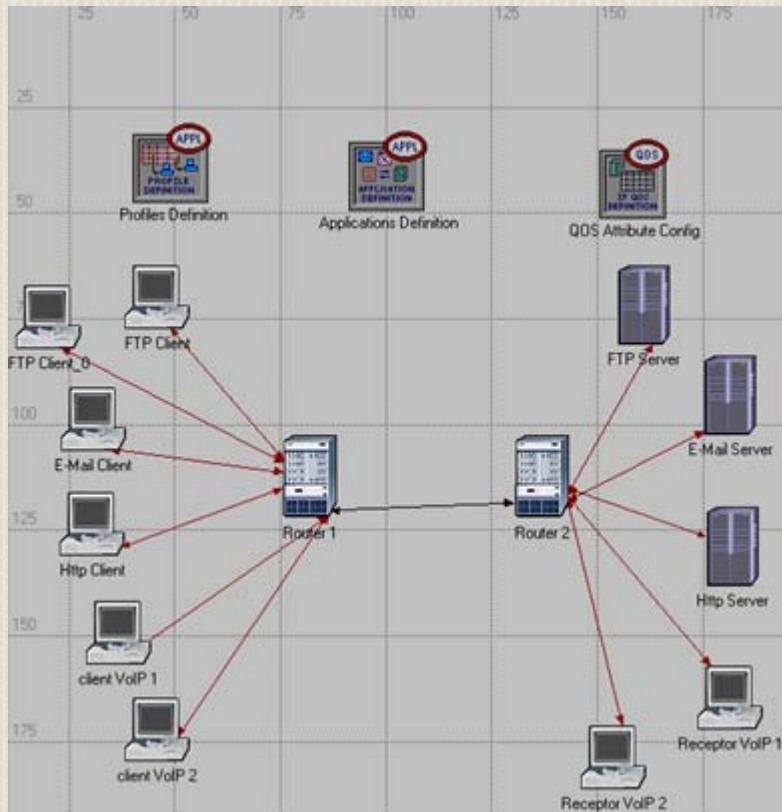
S'analitza de quina manera l'elecció de la disciplina de servei en els routers pot afectar al rendiment de les aplicacions suportades i a la utilització dels recursos de la xarxa.

S'han plantejat tres escenaris idèntics en els quals s'ha modificat únicament la disciplina de servei utilitzada per tal de poder-les estudiar d'una manera comparativa.

Arquitectura emprada per a la modelització: dos routers connectats entre si i a la mateixa vegada connectats a les seves respectives LAN's. En la primera LAN trobem dos clients d' FTP, un de correu, un d' Http i dos més de VoIP. I en la segona LAN es troben tres servidors, un d' FTP, un de correu i un tercer d' Http, i dos receptors de VoIP.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

4. Estudi de simulació amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1



Paràmetres a analitzar:

- **E-Mail: Download Response Time.** S'analitza el temps de descarrega dels correus electrònics en funció del planificador escollit i de les prioritats assignades a cada servei.
- **FTP: Download Response Time.** S'analitza el temps de descarrega FTP en les mateixes condicions.
- **HTTP: Page Response Time.** S' analitzarà el temps de resposta de la pàgina Http en funció de la disciplina de servei escollida i de les prioritats assignades a cada servei.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

4. Estudi de simulació amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

- **HTTP: Object Response Time.** Temps de resposta d'un objecte Http. OPNET considera que una pàgina Http està constituïda per diversos objectes Http.
- **IP: Traffic Dropped.** S'analitzen els paquets rebutjats per a cadascuna de les tres disciplines de servei estudiades, mantenint les prioritats assignades a cada servei.
- **Voice: Traffic Received.** S'analitza el tràfic de veu rebut i es comprova la concordança amb el tràfic de veu rebutjat, també per a cadascun dels tres planificadors vistos i mantenint les prioritats assignades a cada servei.
- **Packet End-to-End Delay.** S'analitza el retard de veu dels paquets extrem a extrem de la comunicació, sense utilitzar però RSVP, ja que OPNET únicament permet realitzar reserva de recursos per la disciplina WFQ. S'observa l'efecte que té el tràfic generat pels altres tipus d'aplicacions sobre el de VoIP en cada planificador i en funció de les prioritats assignades a cada tipus de servei.
- **Packet Delay Variation.** S'analitza la variació del retard dels paquets de veu en les mateixes condicions que el punt anterior.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

5. Resultats de les simulacion amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

❖ Escenari 1:

- **Retard dels paquets de veu extrem a extrem** d'una comunicació VoIP analitzada primerament sense reserva de recursos i posteriorment amb el protocol de reserva de recursos RSVP s'observa que, el retard extrem a extrem de la comunicació VoIP sense realitzar reserva de recursos es dispara en front el retard experimentat per la comunicació VoIP amb RSVP.
- **Variació del retard dels paquets de veu** en les mateixes condicions anteriors, es comprova que, la variació de retard en la comunicació VoIP sense realitzar reserva de recursos es dispara en front el retard experimentat per la comunicació VoIP amb RSVP.
- **Retard dels paquets de veu extrem a extrem** d'una comunicació VoIP entre dos clients que realitzen reserva de recursos, però que tenen amplex de banda assignats diferents, es conclou que, el fet d'augmentar l'ample de banda del flux RSVP fa augmentar el retard extrem – extrem inicial, mentre que si es redueix, aquest retard inicial també es redueix. En ambdós casos, al cap d'un temps relativament curt el retard s'estabilitza al voltant dels mateixos valors.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

5. Resultats de les simulacion amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

- **Variació de retard dels paquets de veu extrem a extrem** en les mateixes condicions anteriors, s'observa que, a l'augmentar l' ample de banda, la variació del retard també ho fa, i al disminuir l'ample de banda, la variació del retard també disminueix.
- **Retard dels paquets de veu extrem a extrem d' una comunicació VoIP** entre dos clients que realitzen reserva de recursos, però que tenen diferents mides de buffer assignats, es comprova que, al reduir la mida del buffer, el retard es redueix considerablement, i a l'inrevés a l'augmentar-ho.
- **Variació del retard dels paquets de veu extrem a extrem** en les mateixes condicions anteriors, es conclou que, al disminuir la mida del buffer disminueix la variació del retard, i a l'inrevés, donat que com més ràpid es transmet la informació (menor retard), menys possibilitats hi ha de patir variacions en la velocitat.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

5. Resultats de les simulacion amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

❖ Escenari 2:

- **Temps de descàrrega dels correus electrònics** en funció del planificador escollit i de les prioritats assignades a cada servei, s'observa clarament la diferència entre utilitzar la disciplina de servei FIFO en front de qualsevol de les altres dues analitzades (PQ i WFQ). El temps de descàrrega dels e-mails és molt més elevat amb la cua FIFO degut a la congestió, donat que en aquest tipus de planificador no s'assigna cap prioritat. Entre PQ i WFQ la diferència és mínima, i és considerablement inferior al de la cua FIFO.
- **Temps de descarrega FTP** en funció del planificador escollit i de les prioritats assignades a cada servei, s'observa que, el temps de descàrrega FTP augmenta de forma continuada en les tres cues. Al final del temps de simulació s'observa més la penalització en la cua PQ, sent el temps d'aquesta major al de les altres, donat que la disciplina de servei PQ penalitza el servei del tràfic de menys prioritat, que serà servit només en cas que no hi hagi tràfic de més prioritat a l'espera de ser transmès.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

5. Resultats de les simulacion amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

- **Temps de resposta de la pàgina Http** en funció del planificador escollit i de les prioritats assignades a cada servei, s' observa que, el temps de resposta augmenta de forma continuada pels planificadors FIFO i PQ, amb els que s'obtenen resultats similars. Amb la disciplina de servei PQ, el tràfic al qual s'ha assignat la menor prioritat, en resulta més perjudicat. En canvi, amb la cua FIFO, tot tipus de tràfic queda canalitzat per igual. D'altra banda, la cua WFQ manté un temps de resposta aproximadament constant al llarg del temps.
- **Paquets rebutjats** per a cadascuna de les tres disciplines de servei estudiades, mantenint les prioritats assignades a cada servei, s' observa que la quantitat de paquets rebutjats amb la disciplina de servei FIFO és molt elevada, donat que no pot garantir la total transmissió dels paquets encuats. Amb la disciplina PQ les pèrdues es redueixen significativament. No garanteix la correcta transmissió de tot el tràfic generat, però si es millora significativament la transmissió del tràfic d'elevada prioritat. Amb el planificador WFQ, les pèrdues són nul·les.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

5. Resultats de les simulacion amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

- **Tràfic de veu rebut** està amb total concordança amb el tràfic de veu rebutjat per a cadascun dels tres planificadors vistos. Sabent que el tràfic de veu transmès és constant, es comprova que amb la cua FIFO el volum de tràfic rebut és inferior al generat. Amb la disciplina PQ, també hi ha algunes variacions del tràfic rebut, tot i que són molt inferiors a les de la FIFO. Finalment, amb el planificador WFQ el tràfic rebut és constant, és a dir, es rep la totalitat del tràfic i no es rebutja cap paquet.
- **Retard de veu dels paquets extrem a extrem** de la comunicació, sense utilitzar però el protocol de reserva de recursos RSVP, es comprova l'efecte que té el tràfic generat pels altres tipus d'aplicacions sobre el de VoIP en cada planificador i en funció de les prioritats assignades a cada tipus de servei, concloent que, en la disciplina de servei FIFO es produeixen retards relativament elevats, donat que el tràfic de veu en la cua ha d'esperar a que primerament es serveixin els paquets dels altres tipus de serveis que havien arribat abans. El retard de les transmissions de veu amb PQ i WFQ es redueix fins a mínims.

INTEGRACIÓ D'EINES DE SIMULACIÓ DE XARXES EN UN ENTORN VIRTUAL

5. Resultats de les simulacion amb OPNET IT Guru Academic Edition 9.1

- **Variació del retard** dels paquets de veu, sense utilitzar però el protocol de reserva de recursos RSVP, es comprova l'efecte que té el tràfic generat pels altres tipus d'aplicacions sobre el de VoIP en cada planificador i en funció de les prioritats assignades a cada tipus de servei, concloent que, que fent servir el planificador FIFO, la variació del retard dels paquets de veu augmenta de forma continuada. S'aprecia que el major increment del retard es produeix quan la saturació de la xarxa és màxima. Quan es fa servir PQ i WFQ, la variació és manté constant i pràcticament nul·la.