

Entorn de simulació de fallades per a xarxes òptiques de transport

Marc Manzano Castro

30 de juliol de 2009

Resum

Aquest projecte s'emmarca dins l'àmbit de la simulació de xarxes de transport amb tecnologia G/MPLS / WDM (xarxes òptiques) on esdevenen fallades i propagació d'errors.

El projecte doncs, analitza tant els entorns de xarxes G/MPLS i propagació de fallades, com l'aplicació i l'estudi del simulador OMNet++.

La propagació de fallades en entorns de xarxes de transport (anomenades també *Epidemic Networks*) ens permet veure l'evolució d'una fallada/error en la xarxa i com evoluciona/propaga aquesta en funció de la topologia i les característiques dels components de la xarxa.

Els models de propagació de fallades impliquen definir un model d'estats per representar l'evolució al llarg del temps d'aquesta propagació. Estats com: Infectat, caigut, susceptible, etc... són la manera de representar cada component de la xarxa com evoluciona. Per passar d'un estat a un altre es tenen en compte característiques de la topologia de la xarxa (com el grau nodal) i característiques dels components de la xarxa (temps a recuperar-se d'una fallada, probabilitat d'infectar-se, etc...). En aquest projecte s'ha creat un model de propagació propi anomenat SIC.

Aquest projecte està focalitzat a xarxes de transport. Però els models de *Epidemic Networks* poden utilitzar-se en altres àmbits com:

- Xarxes neuronals.
- Propagació de catàstrofes naturals (incendis, terratrèmols)
- Xarxes elèctriques o de gas.
- Xarxes socials
- Propagació d'epidèmies víriques.

Per tant veiem una gran utilitat i possibilitat d'aplicació d'aquest projecte.

Els simuladors s'han vingut utilitzant des de fa temps en l'àmbit de la recerca de xarxes i ocupen un lloc privilegiat com a eina per a estudiar protocols, problemes d'allotjament de recursos, aplicacions i, en general, sistemes complexos el comportament dels quals ha de ser estimat o verificat. Normalment un simulador és una peça complexa de software, i en varis aspectes semblant a una eina de desenvolupament de software i, com que n'hi ha forces, escollir l'adequat per a un projecte pot ser la primera decisió difícil de prendre. Després d'evaluar diversos simuladors de xarxes disponibles es va decidir que per a la realització d'aquest projecte s'utilitzaria OMNet++.

Amb aquest projecte es vol assolir l'objectiu de construir un entorn de simulació que permeti l'anàlisi de les fallades d'una xarxa òptica de transport intra-domini que proveeix connexions basades en camins lògics (G/MPLS). La simulació es basarà en un model que consideri els elements estàtics de la xarxa (topologia, capacitat total dels enllaços, equipament de transmissió, etc) i la dinàmica emergent del servei prestat (camins lògics creats entre cada parella de nodes, utilització dels recursos que això genera, i la concurrència d'esdeveniments de fallades i el seu impacte sobre les connexions establertes en en aquell mateix instant.

L'entorn permetrà establir criteris per a l'ocurrència d'esdeveniments de les fallades a simular. Aquests criteris es veuran reflectits en forma de paràmetres inicials que es passaran a l'entorn.

A partir d'aquesta proposta principal, i després de valorar els aspectes de diferents simuladors, s'ha decidit aplicar el desenvolupament de l'entorn de simulació al simulador de xarxes OMNet++.

Per tal de simular les fallades a la xarxa, s'ha dissenyat un model de propagació de fallades: SIC (SUSCEPTIBLE, INFECTAT i CAIGUT). Aquest model ha sigut dissenyat a partir del model de propagació NLDS.

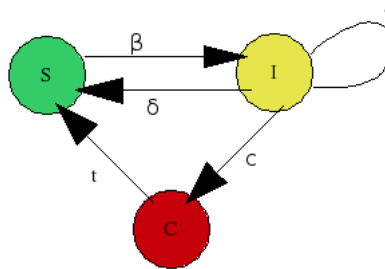


Figura 1: Diagrama d'estats del model SIC

El diagrama de la figura 1 s'explica detalladament a la memòria del projecte.

El rol que juga cada estat en aquest model està lligat a la implementació d'un encaminador a MPLS, i per cada estat trobem les següents tasques:

- Quan un node es troba en estat SUSCEPTIBLE el node funciona amb total normalitat, sempre que no tingui un node INFECTAT o CAIGUT com a veí.
- Quan un node es troba en estat INFECTAT deixa passar les connexions existents que tenia fins al moment just d'infectar-se. En canvi, no deixa crear connexions noves a través seu implicant a tots els seus enllaços.

- Quan un node es troba en estat CAIGUT totes les connexions que passen per aquell node es perden i n'impedeix crear de noves fins que no passa a SUSCEPTIBLE.

En quan a l'entorn de simulació per implementar el model SIC sobre un entorn G/MPLS s'han dut a terme les següents tasques:

- Lectura del manual de OMNet++: Conèixer bé el funcionament del simulador.
- Lectura de la documentació de llibreries implementades de protocols.
- Assolir coneixements de: conceptes i tecnologies de simulació d'esdeveniments discrets i teoria de xarxes òptiques.
- Aprofundir en el coneixement de llenguatges de programació tals com: shell, Perl, Java i C++.

Per tal de familiaritzar-se amb l'entorn de programació del simulador i amb les seves llibreries s'ha començat per implementar un exemple senzill el qual té un tutorial a la web oficial de OMNet++. Després s'ha extès aquest petit exemple per anar incrementant el coneixement i l'habilitat de simulació amb aquest entorn. El següent pas ha estat implementar el model NLDS, amb el repte que comportava implementar un model des de zero a OMNet++. Finalment, s'ha dissenyat i implementat el model SIC.

El sistema segueix el comportament següent: un cop inicialitzat aquest, s'escull un nombre aleatori de nodes que s'infecten, per tal de propagar l'error. *myScenarioManager* programa dos events a cada instant de temps de la simulació: un de càlcul del següent estat i l'altre d'actualització de l'estat. D'aquesta manera s'eviten problemes amb els que seria fàcil trobar-se, com el de solapament d'estats. Els dos events programats per *myScenarioManager* van dirigits a tots els nodes de la xarxa, els quals, seguint els patrons definits pel model SIC, acaben executant les tasques. Durant cada tasca de càlcul, un node infectat intenta infectar a cadascun dels seus veïns amb una probabilitat. A més a més, cada node infectat es pot curar amb una probabilitat, si no ho fa pot passar a caigut amb una altra probabilitat.

Els components que s'han emprat per tal d'implementar el sistema SIC són:

- Node: *RSVP_LSR/FAILED*, modela el comportament d'un router en funcionament/caigut a una xarxa MPLS. El component incorporat *RouterState* és l'encarregat de simular el model SIC.

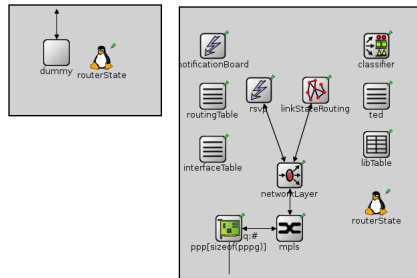


Figura 2: A l'esquerra RSVP_FAILED i a la dreta RSVP_LSR, ambdós amb RouterState.

- Enllaç: *FailureChannel*, mòdul implementat amb la finalitat de que un enllaç pugui fallar.
- Topologia: Al ser un paràmetre necessari del model, amb un generador de topologies i una sèrie d'eines s'ha pogut obtenir tot tipus de topologies.
- Administrador: *myScenarioManager*, té la funció de crear i alliberar els camins, de fer que els nodes s'intentin infectar i d'avisar *FailureManager* quan un node passa a caigut.
- Administrador de fallades: *FailureManager*, té la funció de substituir un node que funciona correctament per un que no fa res.
- Recollidor d'estadístiques: *statistics*, a cada interval de temps recull les estadístiques implementades.

Finalment, s'han fet simulacions amb topologies de 100 i 200 nodes per tal d'evaluar-ne els resultats. Aquestes simulacions s'han dut a terme mitjançant diferents paràmetres per a cadascuna (10 i 20% de nodes infectats inicialment, β , δ i c), els quals ens han permès obtenir diferents resultats tals com:

- Els nodes infectats s'estabilitzen al voltant d'un 40%, deixant la xarxa amb una connectivitat baixa.
- Els nodes infectats s'estabilitzen al voltant d'un 10%, deixant la xarxa amb una connectivitat acceptable.
- Els node infectats minven al llarg del temps quedant la xarxa totalment recuperada.

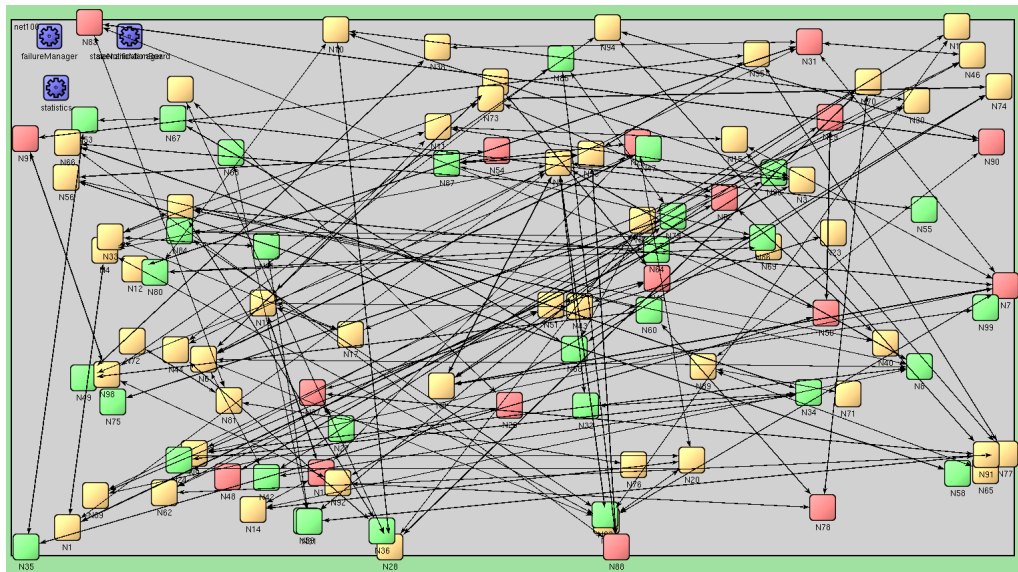


Figura 3: Exemple d'execució de l'entorn de simulació

Així doncs, s'ha estat capaç de construir un entorn de simulació de fallades per a xarxes òptiques, i més concretament per a l'àrea de propagació de fallades a una xarxa. Degut a que aquest camp és molt extens i avui en dia tot just comença a ser estudiat, els meus resultats de les simulacions representen només una aplicació de totes les que hi poden arribar a haver en aquesta àrea.