

Routage et Forwarding Simulation sur papier

Nous allons simuler:

- Le management des tables de routage avec un protocole de routage LS - Link State routing (comme OSPF ou IS-IS)
- Forwarding saut-à-saut
- “Ping” - Echo request, echo reply, expiration de TTL

Formation des groupes

- Formez 5 groups: AB, CD, EF, GH, IJ
- Ne travaillez par seul; le groupe entier doit travailler ensemble
- Chaque groupe représente un “routeur”
- Diagrammes illustrant les liens entre “routeurs”
 - Chaque groupe recoit un diagramme different. Chaque groupe ne connait que ce qu'il y a sur son diagramme
 - Les protocoles de routage vont apprendre ce qu'il n'y a pas sur leur diagramme

Chaque groupe représente un “routeur”

- Votre cerveau joue le rôle du software et du CPU
- Les tables de routage et de forwarding sont notées sur des feuilles A4
- De plus petits morceaux de papiers représentent les messages envoyés et reçus

Les lignes épaisses sur les diagrammes représentent les liens

- Vous avez un diagramme montrant les liens physiques de votre “routeurs” vers les autres “routeurs” de la pièce
- Vous ne connaissez encore rien de ce qui n'est pas sur votre diagramme
- Vous pouvez envoyer et recevoir des messages sur vos liens directs
- Si vous voulez envoyer un message à un non-voisin, il devra être envoyé de saut en saut (hop-by-hop forwarding)

Instructions étapes par étapes: Horloge centrale

- Tous les groupes doivent travailler au même rythme sinon cela devient trop embrouillé
- Les instructeurs donnent les instructions pour chaque étape au fur et à mesure
- **Attendez le feu vert de l'instructeur pour passer à l'étape suivante**
- Les protocoles de routage réels n'utilisent pas d'horloge centrale. A la place, chaque routeur opère à son propre rythme avec ses propres minuteurs (timers)

Rappel: Routage et forwarding

- La table de forwarding liste les destinations et leur next-hop
 - D'où vient la table de forwarding?
- Les messages ont une adresse source, destination, et un corp de message
- Si vous êtes la destination, lire le message et répondre
- S'il ne vous est pas adressé, decrementer le TTL et passer le message au next hop
- Jeter le message si la destination ne correspond à aucuns préfixes de la table

Simulation de routage link state

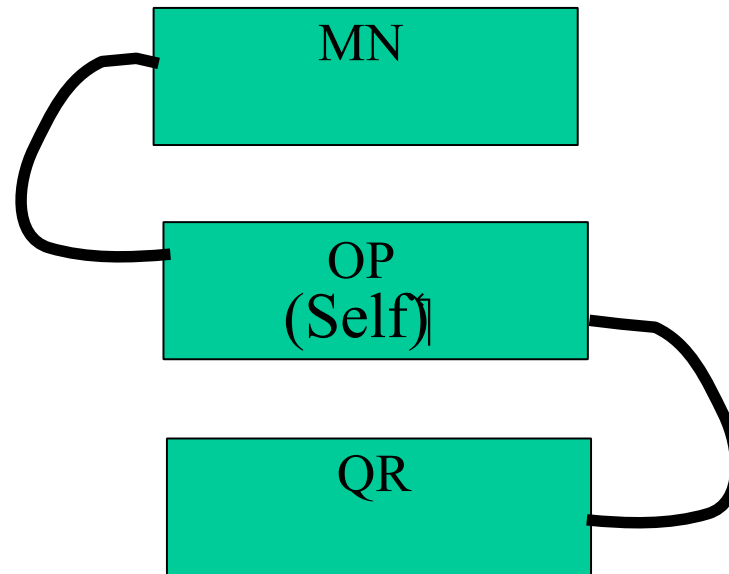
- OSPF is un protocole de routage à état des liens. Cet exercice est une version très simplifiée.
- Les protocoles “Link state” échangent de l'information sur l'état (up, down, coût) de chaque lien du réseau.

Simulation de routage link state - Initialisation

- L'instructeur distribue les diagrammes avec les morceaux de topologie.
- Chaque groupe connaît ses voisins directs, mais pas les destinations distantes.
- Le protocole apprend comment joindre les destinations distantes.

LS Simulation - examinez votre topologie

- Vous avez reçu un diagramme illustrant votre groupe et les liens vers vos voisins
- Vous ne connaissez rien d'autre

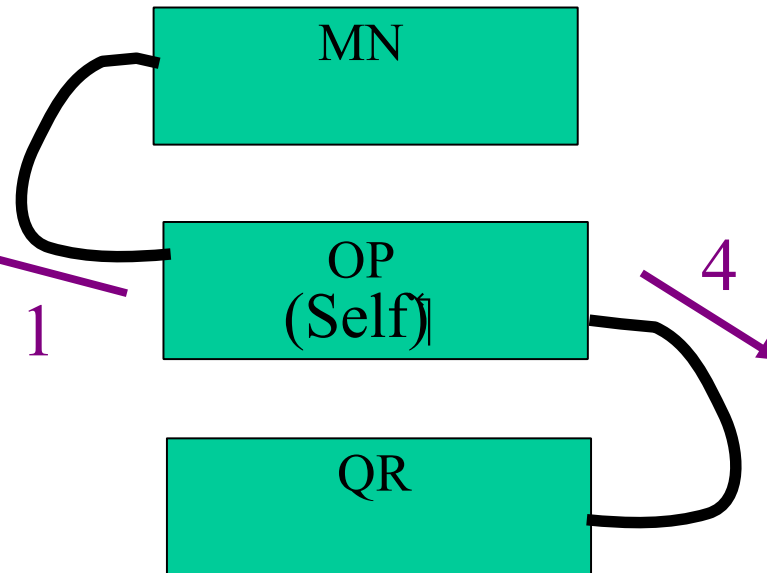


LS Simulation - Attribuez des coûts aux liens

- Chaque lien aura un “coût” ou une “distance” associée
 - Un lien peut avoir des coûts différents pour des directions de transmissions différentes
- Pour chaque lien de vous vers vos voisins (dans la direction s'éloignant de vous), allouer un coût (un entier de 1 à 5)
- NE PAS allouer de coût pour la direction opposée. Vos voisins le feront.

Attribuer un coût aux liens – pour une seule direction

Coût pour l'envoi d'un paquet sur le lien dans la direction de la flèche (de vous vers votre voisin). Choisir un entier de 1 à 5.



Agir de la même manière pour tous les liens qui vont de vous à vos voisins directement connectés.

Ecrire petit afin de pouvoir ajouter des blocs et des flèches plus tard, lorsque vous découvrirez plus de la topologie.

Mettre à jour le diagramme sur un grand morceau de papier.

LS Simulation - Créer une table d'état des liens

- Créer une table avec les liens et leur état pour tous les liens que vous connaissez
- La table contient:
 - Identification des liens (PQ à RS, OP à MN, ...)
 - Diagrammes montrent vos liens
 - Coût des liens
 - Chaque direction a un coût, et ils peuvent être différents. Coût "A à B" et "B to A" n'est pas le même.
- La table link state et le diagramme avec les flèches représentent exactement la même information.

Créer la première version de votre link state table

(LS) Table of Link States as known by OP

Time: 10:15

Heure

Nom
du
groupe

<u>Link From-To</u>	<u>Link Cost</u>
---------------------	------------------

OP-MN	1
OP-QR	4

Coût d'envoi d'un paquet
sur le lien direct de vous
à votre voisin.

Répéter pour tous les
liens de vous a vos
voisins.

Mise a jour de la link state table sur un grand bout de papier

LS Simulation - Créer la table des chemins les plus courts (shortest-path table)

- Créer une shortest-path table à partir de la link state table (ou à partir des flèches sur le diagramme qui représentent la même information)
- Pour chaque destination connue, déterminer le chemin avec le plus petit coût
- La table a 3 colonnes: Destination, chemin de vous à la destination, coût total jusqu'à la destination

Créer la première version de votre Shortest-Path table

(LS) Shortest-Path table derived from Link State Table as known

by

OP

Nom du groupe

Time: 10:16

Heure

Destination

Shortest Path

Total Cost

OP

(self)

0

MN

OP-MN

1

QR

OP-QR

4

Ensemble des liens à traverser pour joindre la destination. Le premier lien du chemin est aussi le "next hop".

Somme des coûts liens du chemin pour joindre la destination (dans la bonne direction).

LS Simulation - Ajouter un marqueur dans la Link State table

- Dessiner une ligne horizontale à la fin de la link state table
- Plus tard vous saurez que les entrées au dessus de la ligne sont plus vieilles et les entrées sous la ligne sont récentes

Ajouter un marqueur dans la Link State table

(LS) Table of Link States as known by OP

Time: 10:15/10:17

Heure

<u>Link From-To</u>	<u>Link Cost</u>
OP-MN	1
OP-QR	4
<hr/>	

Dessiner une ligne ici.
L'information plus récente sera ajoutée
sous la ligne.

Mise à jour de la link state table sur un grand morceau de papier

LS Simulation – Préparer les premiers messages à envoyer aux voisins

- Faire des copies de votre link state table
 - Comme c'est la première itération, faire des copies exactes; ne supprimez rien
 - A l'itération suivant, vous enverrez uniquement les changements, en vous aidant des marqueurs
- Il faut une copie par voisin
- Faire les copies maintenant mais ne pas encore les envoyer aux voisins

Preparer les premiers updates à envoyer aux voisins

Message From OP to MN Type: LS routing update

Time: 10:18

Heure

Nom
du
groupe

Faire une copie par
voisin.

Link From-To

Link Cost

OP-MN
OP-QR

1
4

Toutes les copies sont
identiques sauf pour
les noms des voisins
destinations ici.

Le premier message pour
chaque voisin contient une
copie complète de votre link
state table. Ne rien oublier.
N'utilisez pas la table des plus
courts chemins par accident.

Utilisez de petits morceaux de papier pour les messages

LS Simulation - Echange des LS routing updates avec les voisins

- Attendre que l'instructeur donne le feu vert pour poursuivre.
- Donner les messages d'update à chacun de vos voisins
- S'attendre a recevoir une copie de message update de chacun de vos voisins

Examiner les messages de vos voisins

Message From MN to OP
Type: LS routing update

Time: 10:18

Heure

Qui vous a envoyé le message? Cela doit venir d'un de vos voisins directs.

Le nom de votre groupe car le message vous a été envoyé

Link From-To

Link Cost

MN-OP
MN-ST

2
1

Cette portion du message contient les liens que connaît votre voisin. Fusionner cette information dans votre propre link state table.

Vous avez du recevoir un message par voisin (et envoyé un message a chaque voisin).

LS Simulation – Mise à jour de la link-state table

- Fusionner les link states reçus de vos voisins avec ceux que vous avez déjà
- Ajouter tous les nouveaux liens à votre table
- Si les coûts des vieux liens ont changé, mettre à jour les coûts dans la table
- Un vrai protocole de routage aurait aussi un moyen de notifier les liens qui tombent

Fusionner les updates dans la Link State table

(LS) Table of Link States as known by OP

Time: 1/0:15/1/0:17/10:19

Heure

<u>Link From-To</u>	<u>Link Cost</u>
---------------------	------------------

OP-MN	1
-------	---

OP-QR	4
-------	---

MN-OP	2
-------	---

MN-ST	1
-------	---

L'information récente va sous la ligne dessinée précédemment

Ajouter l'information apprise maintenant de vos voisins.

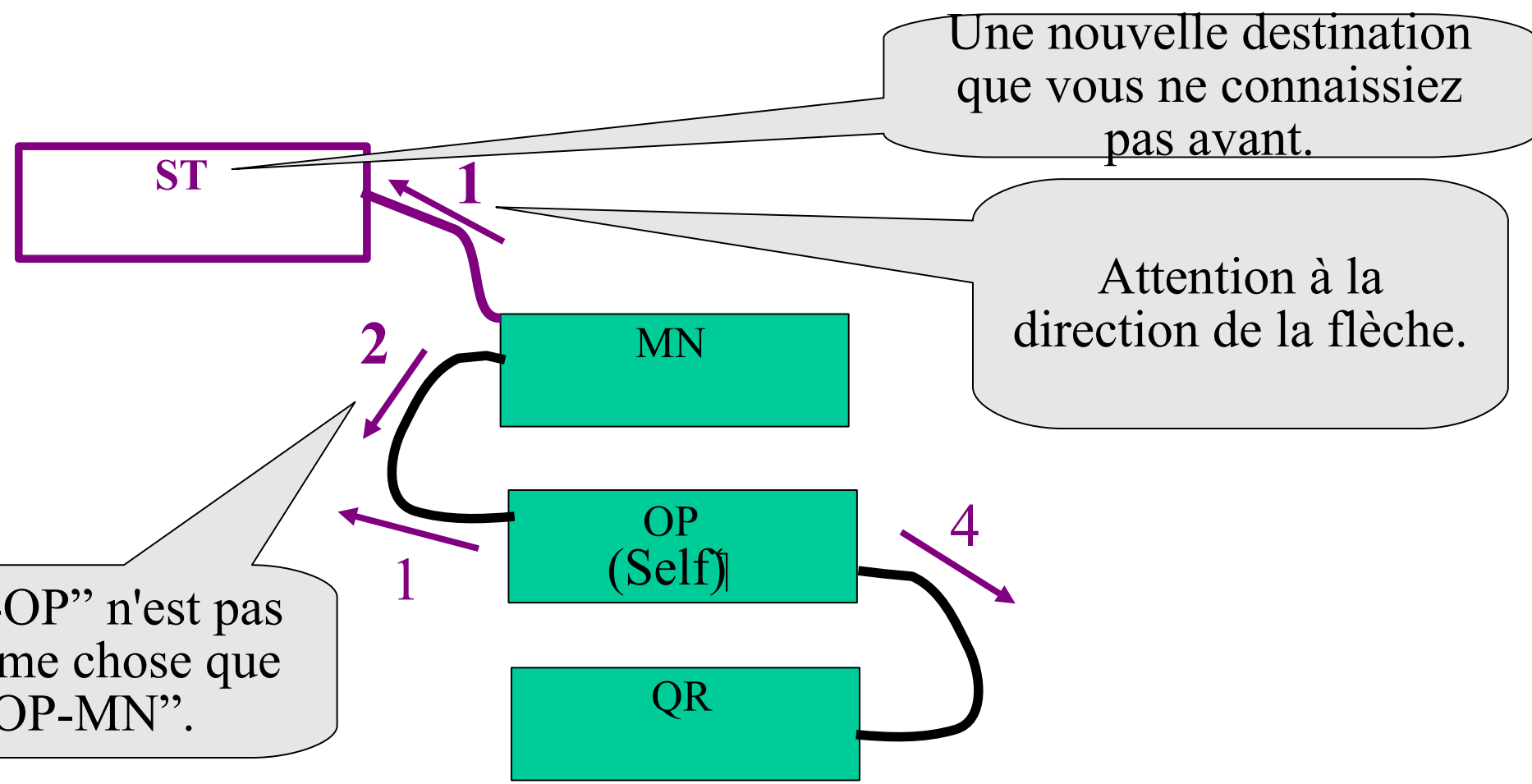
“MN-OP” et “OP-MN” ne sont pas pareils

Mise a jour de la link state table sur un grand morceau de papier

LS Simulation - Utiliser la link-state table pour mettre à jour le diagramme

- Votre link-state table indique tous les liens que vous connaissez.
- Les différentes directions d'un lien sont traitées comme des liens différents .
"A à B" n'est pas la même chose que "B à A".
- Votre diagramme du réseau contient exactement la même information mais dans un format différent de la link-state table.
- Mettre à jour le diagramme en utilisant la table.

Mettre à jour le diagramme à partir de la link state table



Mettre à jour le diagramme sur un grand morceau de papier

LS Simulation - Utiliser la link-state table pour construire la shortest-path table

- Votre link-state table ou votre diagramme du réseau indique tous les liens que vous connaissez.
- Les différentes directions d'un lien sont traitées comme des liens différents. "A à B" n'est pas la même chose que "B à A".
- Il y a souvent plusieurs façons d'arriver à une destination. Choisir le chemin avec le plus petit coût total. Utiliser le diagramme pour vous aider.
- Faire une table montrant toutes les destinations, comment les joindre et le coût total.

Mettre à jour la Shortest-Path table

(LS) Shortest-Path table derived from Link State Table as known by OP

Time: ~~10:16~~ **10:20**

Heure

<u>Destination</u>	<u>Shortest Path</u>	<u>Total Cost</u>
OP	(self)	0
MN	OP-MN	1
QR	OP-QR	4
ST	OP-MN-ST	2

Nouvelle destination que vous ne connaissiez pas encore.

La meilleure façon d'aller à "ST"

Le coût total est le coût de "OP-MN" plus le coût de "MN-ST"

Mettre à jour la shortest path table sur un grand morceau de papier

LS Simulation - Ping

- Un des instructeurs écrit paquet “Echo Request” paquet avec une adresse source et destination plus un TTL de son choix
- Commencer à l'adresse source. Se demander “J'essaye de joindre la <destination>, quel est le next hop?”
- Donner le paquet au next hop. Décrémenter le TTL. Re-poser la question.
- Répéter jusqu'à la destination or l'expiration du TTL.
- En cas de succès, refaire la même chose pour l'“Echo Reply”

LS Simulation - Répéter

- Dès que quelque chose change, envoyer une copie des changements à chaque voisin
 - Les changements peuvent être de nouveaux liens, des changements de coûts ou des liens supprimés (panne de lien ou mort d'un voisin)
 - Utiliser la ligne horizontale de marquage pour différencier la vieille de la nouvelle information.
 - Aussi mettre à jour toutes vos tables et diagrammes dès qu'il y a un changement.
- Le routage devrait éventuellement converger
 - Tous les groupes devraient avoir les mêmes link state tables, diagrammes, mais des shortest path tables différentes

LS Simulation – Différences par rapport à la réalité

- Les vrais protocoles LS envoient des messages d'update quasi instantanément
- Les vrais protocoles LS peuvent détecter la mort de leurs voisins et de liens à l'aide de timers ou de mesures directes
- Beaucoup d'autres différences