

Algorithmes et protocoles de routage

Équipe Pédagogique Réseau Informatique @
UVCI 2018

Table des matières



I - Objectifs	3
II - Introduction	4
III - Les algorithmes de routage	5
1. Algorithmes à vecteurs de distance	5
2. Les algorithmes à états de liens	5
3. Algorithme de routage hybride	6
4. Exercice	7
IV - Le routage	8
1. Les protocoles de routage	8
1.1. <i>Le protocole RIP</i>	8
1.2. <i>Le protocole OSPF</i>	8
1.3. <i>Le protocole BGP</i>	8
1.4. <i>Le protocole EIGRP</i>	8
2. Performance d'un protocole de routage	9
2.1. <i>Rôle d'un protocole de routage</i>	9
2.2. <i>Les critères de performance d'un protocole de routage</i>	9
2.3. <i>Le volume de trafic</i>	9
2.4. <i>La qualité des chemins</i>	9
2.5. <i>La robustesse</i>	9
2.6. <i>La réactivité</i>	9
3. Exercice	10
V - Conclusion	11
VI - Solutions des exercices	12
VII - Bibliographie	13



Objectifs

A la fin de cette leçon, vous serez capable de :

- *Présenter* le principe des algorithmes de routage et leurs avantages
- *Distinguer* les protocoles de routage à travers leurs principes

Introduction



Le routage d'un paquet consiste à trouver le chemin pour une destination donnée à partir de son adresse IP. Il intervient lorsque la destination et la source ne sont pas du même réseau.



Les algorithmes de routage



Objectifs

Présenter le principe des algorithmes de routage et leurs avantages

Le routage dynamique nécessite une mise à jour périodique et automatique des tables de routage des routeurs du réseau. Cela se fait à l'aide de protocoles spécifiques et grâce aux informations échangées entre eux. Deux types d'algorithmes de routage dynamiques existent :

- Les algorithmes à vecteurs de distance (vector-distance)
- Les algorithmes à état de lien (link-state)

1. Algorithmes à vecteurs de distance

Ces algorithmes permettent pour chaque routeur de retenir (garder) la plus courte distance (le plus petit nombre de sauts) pour atteindre une destination grâce aux informations échangées.

Ils sont basés sur l'algorithme de Bellman-Ford (cf. cours de graphe et réseau). Le principe de cet algorithme est présenté comme suit :

- Un routeur diffuse régulièrement à ses voisins les routes qu'il connaît ;
- Une route est composée d'une adresse IP de destination, d'une adresse de routeur et d'une métrique indiquant le nombre de sauts (nombre de routeurs) nécessaires pour atteindre la destination.
- Un routeur qui reçoit les informations liées à des routes, compare les routes reçues avec ses propres routes connues et met à jour sa table de routage
 - Si une route reçue est inconnue
 - Si une route reçue comprend un plus court chemin

C'est ce type d'algorithme qui est implémenté dans le protocole RIP (Routing Information Protocol) que nous étudierons plus tard. Il a l'avantage d'être simple pour les réseaux de taille limitée mais présente plusieurs inconvénients.

2. Les algorithmes à états de liens

Ils sont basés sur la transmission d'une carte complète des liens possibles entre les routeurs dans le réseau. Cette carte doit leur permettre ensuite de calculer localement les meilleures routes pour une destination donnée.

Ils sont basés sur la technique de l'algorithme de Dijkstra, la technique du plus court chemin (SPF : Shortest Path First). Le principe de cette technique se présente comme suit :

- Les routeurs maintiennent une carte complète des liens du réseau (la topologie du réseau) et calculent les meilleurs chemins localement à partir de cette topologie ;
- Les routeurs ne communiquent pas la liste de toutes les destinations connues contrairement aux algorithmes à vecteurs de distance.

- Un routeur qui implémente la technique SPF, teste périodiquement l'état des liens qui la relie à ses voisins, puis diffuse périodiquement ces états à tous les autres routeurs du domaine ;
- Lorsqu'un message parvient à un routeur, celui-ci met à jour la carte des liens et recalculent localement, pour chaque lien modifié, la nouvelle route selon l'algorithme de Dijkstra qui détermine le plus court chemin pour toutes les destinations à partir d'une même source.

Ce type d'algorithme présente plusieurs avantages :

- La convergence est rapide et sans boucle
- Les chemins multiples sont possibles
- Les métriques ne sont pas limitées à la distance qui peut être remplacé par le débit et la meilleure route dans ce cas sera celle avec le meilleur débit.
- Chaque routeur calcule ses routes indépendamment des autres.
- Les messages diffusés sont inchangés d'un routeur à l'autre et permettent un contrôle aisé en cas de dysfonctionnement.
- Les messages ne concernent que les liens directs entre routeurs et ne sont donc pas proportionnels au nombre de routeurs dans le domaine.

Ce type d'algorithme est implanté dans le protocole OSPF (Open Shortest Path First).

3. Algorithme de routage hybride

Un algorithme de routage est dit hybride quand celui-ci possède à la fois des fonctionnalités d'algorithmes de routage à vecteur distance et d'algorithmes de routage à états de liens. Ce type d'algorithme est implémenté dans le protocole EIGRP de cisco qui est un protocole à vecteur de distance avancé, qui utilise des techniques habituellement associées aux protocoles à états des liens.

4. Exercice

[Solution n°1 p 12]

Exercice : 1

Dans le routage à vecteur de distance, quelles informations deux routeurs échangent-ils ?

- ☐ La cartographie complète du réseau auquel ils appartiennent
- ☐ La liste des liens entre un des routeurs et ses voisins directs
- ☐ Leurs tables de routage complètes

Exercice : 2

Dans le routage à vecteur de distance, avec qui un routeur communique-t-il pour mettre à jour ses tables de routage ?

- ☐ Tous les routeurs du réseau
- ☐ Ses voisins directs
- ☐ Tous les routeurs de l'Internet
- ☐ Toutes les machines appartenant aux sous-réseaux auquel il est connecté
- ☐ Les routeurs situés à la frontière du réseau auquel il appartient

Exercice : 3

Dans le routage à état de lien, quelles informations deux routeurs échangent-ils ?

- ☐ La cartographie complète du réseau auquel ils appartiennent
- ☐ La liste des liens entre un des routeurs et ses voisins directs
- ☐ Leurs tables de routage complètes

* *
*

Les algorithmes à état de liens sont plus complexes mais plus performants et mieux adaptés au facteur d'échelle que les algorithmes à vecteurs de distance.

Le routage



Objectifs

Distinguer les protocoles de routage à travers leurs principes

Le routage peut se faire à l'intérieur de systèmes autonomes (AS : Autonomous System) qui correspond à un domaine de routage lié à un découpage de l'internet et sous la responsabilité d'une autorité unique. Un AS est identifié par un numéro unique attribué par l'ICANN.

Le routage peut se faire aussi entre plusieurs AS.

Ces deux niveaux de routage font appel à des protocoles de routage spécifiques :

- Les protocoles de routage interne IGP (Interior Gateway Protocols) tels que RIP et OSPF qui concernent les routeurs internes à un AS.
- Les protocoles de routage externe comme EGP (Exterior Gateway Protocol) ou BGP (Border Gateway Protocol) utilisés par les routeurs de bords des AS

1. Les protocoles de routage

1.1. Le protocole RIP

RIP est un protocole à vecteur de distance qui utilise une technique de diffusion (broadcast) périodique. Les transferts se font à l'aide de datagramme UDP émis toutes les 30 secondes. La distance évaluée (la métrique) est le nombre de saut.

1.2. Le protocole OSPF

OSPF est un protocole à état de liens globalement plus efficace que RIP et qui tend à remplacer ce dernier pour le routage interne. En revanche, les calculs locaux peuvent être assez lourds et les formats de message complexes.

1.3. Le protocole BGP

BGP (RFC4271) est utilisé par les routeurs de bordures des AS pour échanger de grandes quantités d'informations sur le réseau entre différents AS. BGP, contrairement aux protocoles de routage internes, n'utilise pas de métrique classique mais base les décisions de routage sur la succession des systèmes autonomes et des réseaux internes du chemin, sur les attributs de ces réseaux internes et sur un ensemble de règles de sélection définies par l'administrateur.

1.4. Le protocole EIGRP

Les caractéristiques du protocole EIGRP sont entre autres :

- Protocole de routage Classless (VLSM, CIDR)
- Convergence rapide et scalabilité améliorée
- Support multiprotocoles : TCP/IP , IPX/SPX, Appletalk
- Utilisation efficace de la bande passante
- Consommation réduite de la bande passante

- Utilisation de paquets HELLO
- Équilibrage de charge asymétrique (contrairement à OSPF)

Ce protocole utilise les métriques suivantes :

- Bande passante (par défaut)
- Le délai (par défaut)
- La fiabilité la charge

EIGRP utilise un algorithme de diffusion appelé DUAL.

2. Performance d'un protocole de routage

2.1. Rôle d'un protocole de routage

Un protocole de routage a pour rôle de régir les échanges d'information entre routeurs afin que les routes calculées soient valides et cohérentes.

2.2. Les critères de performance d'un protocole de routage

le terme performance d'un protocole de routage peut être caractérisée selon plusieurs critères tels que le volume de trafic de contrôle nécessaire à son fonctionnement, la qualité des routes calculées, sa robustesse ou encore sa réactivité face aux événements.

2.3. Le volume de trafic

Il s'agit de l'ensemble des messages échangés par les routeurs pour calculer les routes, connaître leur voisinage, etc. En gros, il s'agit de tout le trafic qui n'est pas explicitement du trafic de données, qu'on appelle aussi surcoût du protocole.

2.4. La qualité des chemins

La qualité des chemins est un paramètre utilisé par les protocoles pour déterminer non pas un chemin valide mais le meilleur chemin au sens d'un critère tel que la longueur des routes, la bande passante, le délai de bout en bout.

2.5. La robustesse

La robustesse d'un protocole de routage est sa capacité à s'adapter à une situation de panne d'un nœud, d'un routeur, plus ou moins rapidement afin de garantir la transmission des flux.

2.6. La réactivité

On peut la définir comme le temps nécessaire entre le moment où un événement tel qu'une panne survient et le moment où le changement induit est pris en compte dans tous les routeurs du réseau.

3. Exercice

[Solution n°2 p 12]

Exercice : 1

Le routage consiste à trouver des chemins de les réseaux interconnectés à partir des adresses de destination grâce aux [] de [] implémentés au sein des routeurs. Deux niveaux de protocoles de routage sont distingués : les protocoles de routage [] qui interviennent à l' [] d'un système autonome et les protocoles de routage [] qui permettent l'échange entre les [] de [] des systèmes autonomes.

Exercice : 2

La [] d'un protocole de routage peut être caractérisée selon plusieurs critères tels que le [] de [] de contrôle nécessaire à son fonctionnement, la [] des routes calculées, sa [] ou encore sa [] face aux événements. La qualité des chemins est un paramètre utilisé par les protocoles de routage pour déterminer non pas un chemin valide mais le [] au sens d'un critère tel que la [] des routes, la [] [], le [] de [] en [].

* *

*

La taille du réseau, son étendue, la fiabilité matérielle des équipements d'interconnexion la charge imposée au réseau ou encore les besoins en qualité de service des flux de données sont autant de critères qui pourront faire pencher la balance vers une stratégie ou une autre.

Même les stratégies les plus incongrues telles que le routage aléatoire ou l'inondation peuvent être le meilleur choix, par exemple dans des réseaux dont tous les éléments, même les routeurs, sont mobiles.

Conclusion



Cette leçon a permis de présenter les différents algorithmes de routage ; à savoir les algorithmes à vecteurs de distance et les algorithmes à état de lien, ainsi que les protocoles de routage qui les implémentent.

Solutions des exercices

> Solution n°1

Exercice p. 7

1

- ☐ La cartographie complète du réseau auquel ils appartiennent
- ☐ La liste des liens entre un des routeurs et ses voisins directs
- ☒ Leurs tables de routage complètes

2

- ☐ Tous les routeurs du réseau
- ☒ Ses voisins directs
- ☐ Tous les routeurs de l'Internet
- ☐ Toutes les machines appartenant aux sous-réseaux auquel il est connecté
- ☒ Les routeurs situés à la frontière du réseau auquel il appartient

3

- ☒ La cartographie complète du réseau auquel ils appartiennent
- ☒ La liste des liens entre un des routeurs et ses voisins directs
- ☐ Leurs tables de routage complètes

> Solution n°2

Exercice p. 10

1

Le routage consiste à trouver des chemins de les réseaux interconnectés à partir des adresses de destination grâce aux protocoles de routage implémentés au sein des routeurs. Deux niveaux de protocoles de routage sont distingués : les protocoles de routage interne qui interviennent à l'intérieur d'un système autonome et les protocoles de routage externe qui permettent l'échange entre les routeurs de bordures des systèmes autonomes.

2

La performance d'un protocole de routage peut être caractérisée selon plusieurs critères tels que le volume de trafic de contrôle nécessaire à son fonctionnement, la qualité des routes calculées, sa robustesse ou encore sa réactivité face aux événements. La qualité des chemins est un paramètre utilisé par les protocoles de routage pour déterminer non pas un chemin valide mais le meilleur chemin au sens d'un critère tel que la longueur des routes, la bande passante, le délai de bout en bout.

Bibliographie



Guy Pujolle, Initiation aux Réseaux cours et exercices, Éditions Eyrolles 2001

Guy Pujolle, Initiation aux réseaux cours et exercices, Editions Eyrolles 2001

Andrew Tanenbaum, Réseaux, 4è édition, Nouveaux Horizons, ISBN 978-2-915236-75-0

Jean-Luc Montagnier, Réseaux s'entreprend par la pratique, 2è Editions, Editions Eyrolles, ISBN 2-212-11258-0

Danièle DROMARD, Dominique SERET, Architecture des réseaux Synthèses de cours et exercices corrigés, collection Synthex, ISBN 978-2-7440-7385-4, 2009 Pearson Education France

Claude Servin, RESEAUX & TELECOMS cours et exercices corrigés, 3è édition DUNOD, ISBN 978 2 10 052626 0