



UNIVERSITE DE RENNES 1

OSPF

Routage intra-domaine

Bernard Cousin

Plan

- Présentation de OSPF
- Le protocole OSPF
 - Les aires de routage d'OSPF
 - Les phases d'OSPF
 - Les messages d'OSPF
- Conclusion

OSPF

- Un protocole de routage :
 - Mise à jour des tables de routage des routeurs
- Un **protocole de routage intra-domaine** :
 - "Interior Gateway Protocol"
- Version 2 normalisée par l'IETF
 - Depuis avril 1991 => RFC 2328 (Avril 1998)
 - 1999, December - OSPFv3 - OSPF for IPv6, RFC 2740
- Un protocole de routage de type "**link state**"
- "Open Shortest Path First" (OSPF)
 - Le protocole de routage intra-domaine le plus répandu dans l'Internet
 - Les spécifications d'OSPF sont du domaine public
 - Utilise l'algorithme SPF (algo. de Dijkstra)

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

3

Principaux avantages d'OSPF

- OSPF a été conçu pour gérer de larges réseaux
 - Peu de contrainte de taille du réseau
 - par ex. celle due au hop-count
 - Le domaine de routage peut être divisé pour faciliter sa gestion :
 - "routing area"
 - OSPF est économe en trafic
 - "Designated Router", ou transmission multicast
 - Lorsque la topologie ne change pas
 - De petits messages "hello" pour vérifier la connectivité
 - Un échange global, uniquement toutes les 30 mn
- OSPF gère plus finement l'allocation des adresses
 - VLSM ("Variable-length subnet masking")
- OSPF gère l'équilibrage du trafic entre les routes de même coût
- OSPF propose plusieurs critères
 - Gestion de la qualité de service (ToS)
 - Par ex. le délai
- OSPF peut coopérer avec les EGP
 - Les routes OSPF peuvent être "tagées"
 - Par ex. par le numéro de l'AS de destination de la route

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

4

Principaux inconvénients d'OSPF

- OSPF peut être complexe
 - Il présente de nombreuses options, extensions
 - Qui enrichissent le procédé de type "link state"
- OSPF peut être gourmand en calcul et en mémoire
- Le routage entre 2 aires de routage au sein d'un domaine de routage n'est pas toujours optimal.

Bibliographie

- J. Moy, "OSPF Version 2", Rfc 2328, April 1998
- C. Huitema, "Routing the Internet (partie III)", Prentice Hall, 2000

Les "Areas" d'OSPF

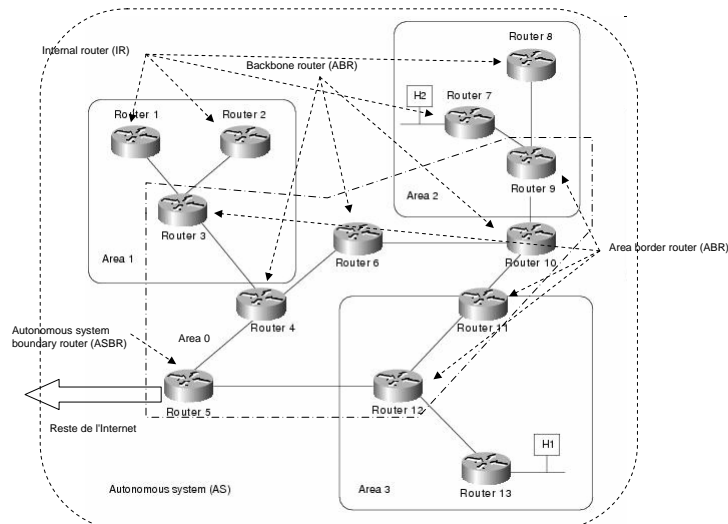
- Le domaine de routage autonome (AS) est partitionné
 - En aires de routage (disjointes)
 - Ce routage hiérarchique
 - Restreint une partie du trafic de routage à l'intérieur des aires
 - Donc réduit le volume total du trafic de routage
- Le "backbone"
 - L'aire de routage 0 est obligatoire
 - L'aire 0 == le "backbone"
- Lorsque un trafic doit être routé entre deux aires
 - Il est d'abord routé vers le "backbone" dans l'aire de l'émetteur
 - Puis au sein du "backbone" vers l'aire de destination
 - Et enfin vers le destinataire dans l'aire de destination.
 - La route suivie n'est pas toujours optimale
- Une aire de routage OSPF n'a pas besoin d'être connexe
 - Une connectivité est recrée par des liaisons virtuelles

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

7

"OSPF area routers"



3 novembre 2008

Open Shortest Path First

8

Les objets OSPF

- OSPF définit différents types de liaison OSPF (c.-à-d. réseaux locaux).
 - Point à point
 - Par ex. une liaison série
 - Multipoint
 - Par ex. Ethernet ou Token Ring
 - Multipoint sans diffusion
 - Par ex. réseaux Frame Relay ou X.25
 - Mais aussi
 - Les liaisons virtuelles entre deux parties d'une aire
 - "Summary links" issus des ABR
 - "External links" issus des ASBR

Les objets OSPF

- OSPF identifie les aires et les routeurs :
 - Router ID
 - Un simple numéro de 32 bits
 - Ce n'est pas forcément une adresse IP,
 - mais le numéro est représenté sous le forme standard d'une adresse IP (représentation décimale pointée)
 - Area ID
 - Numéro de 32 bits
 - Ce n'est pas forcément une adresse IP,
 - mais le numéro est représenté sous le forme standard d'une adresse IP (représentation décimale pointée)

" Designated Router "

- "Designated Router" (DR)
 - Un seul routeur est responsable de chaque liaison OSPF
 - Le DR seul envoie les informations concernant le lien
 - Cela évite d'établir N^2 relations entre routeurs voisins et d'envoyer de manière multiples la même information
 - Un processus d'élection
 - Élit le DR
 - Et un BDR ("Backup DR")
 - Qui surveille le DR et prend sa place s'il s'absente
 - Une priorité peut être utilisée par l'administrateur pour influencer l'élection
 - 0 = le routeur ne sera jamais un DR
 - Le routeur avec la plus haute priorité devient DR, puis en cas d'égalité celui avec le plus grand "Router ID"

Principe de fonctionnement d'OSPF

- Phase de contrôle de la connectivité
- Phase de diffusion de l'état des liaisons
 - Constitution de la base de données des liaisons OSPF
 - Produit la topologie du réseau
- Phase de calcul de routes
 - Le "next hop" pour chaque destination de la table de routage
 - Algorithme de choix des routes
 - le "plus court chemin d'abord"

Le coût OSPF

- Coût = 10^8 bit/s / Débit
- IOS interface command : **ip ospf cost <value>**

Contrôle de la connexité

- Le protocole "Hello"
 - Tous les routeurs envoient sur chacune de leur interface un paquet Hello, toutes les 10 s
 - Les routeurs OSPF voisins en déduisent la présence du routeur et le bon fonctionnement de la liaison
 - Si après 40 s un routeur OSPF n'a pas reçu d'un de ses routeurs OSPF voisins un paquet Hello
 - Il en déduit l'absence du routeur et l'interruption de la liaison (si c'est le cas, pour tous les routeurs partageant la liaison)
 - Les valeurs des temporisateurs peuvent être modifiées
- De nombreux autres protocoles utilisent le même protocole Hello
 - Par ex. BGP

"Link State Advertisement"

- "Link State Advertisement" (LSA)
 - Le nom des informations de routage d'OSPF !
 - Concerne une liaison (un objet) OSPF
 - Un LSA est émis
 - Lorsque l'état de sa liaison change
 - "up"=> "down" ou "down"=> "up"
 - Ou bien après 30 mn sans changement
- Les paquets de routage OSPF
 - Contiennent un ou plusieurs LSA
 - Emis à un débit contrôlé
 - <5% du débit de la liaison

Limites des temporisateurs d'OSPF

- Une liaison dont l'état alterne (le "flapping") à un rythme inférieur à une trentaine de secondes n'est pas détectée
- Une liaison dans l'état "down pendant plus d'une heure disparaît de la BdR

Protocole OSPF

- OSPF au-dessus de IP
 - "Protocol number" = 89
 - Adresses Multicast
 - 224.0.0.5 : tous les routeurs OSPF
 - 224.0.0.6 : tous les DR OSPF
 - Authentication des messages OSPF
 - MD5

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

17

Les paquets OSPF

Field	length, n bytes
Version number	1
Type	1
Packet length	2
Router ID	4
Area ID	4
Check-sum	2
Authent-ication type	2
Authentication	8
Data	Variable

- **Type**—Identifie le paquet OSPF :
 - **Hello** [1] —établie et maintient la relation de voisinage.
 - **Database description** [2] —décrit le contenu de la base de données topologique. Échangés lors de l'initialisation.
 - **Link-state request** [3] —demande une partie de la base de données topologiques aux routeurs voisins quand on apprend qu'elle n'est plus à jour (suite à un paquet "database description").
 - **Link-state update** [4] —réponse à un paquet de type "link-state request".
 - **Link-state acknowledgment** [5] —acquitte un paquet "link-state update".

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

18

Les paquets OSPF : Hello

Bits 0-7	8-15	16-18	19-31
Version	Type	Packet Length	
Router ID			
Area ID			
Checksum		Authentication Type	
Authentication			
Authentication			
Network Mask			
Hello Interval		Opt.	Router Priority
Router Dead Interval			
Designated Router			
Backup Designated Router			
Neighbor Router ID #1			
Neighbor Router ID #2 ...			

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

19

Les paquets OSPF: Database Description

Bits 0-7	8-15	16-23	24-31
Version	Type	Packet Length	
Router ID			
Area ID			
Checksum		Authentication Type	
Authentication			
Authentication			
Interface MTU		Options	Flags
DD Sequence Number			
LSA Header #1			
...			
LSA Header #N			

- **Flags**
 - Init bit : premier paquet de la séquence
 - More bit : paquets suivants
 - Master/slave bit : le routeur est le maître de ce processus d'échange

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

20

Les paquets OSPF: LS Request

Bits 0-7	8-15	16-23	24-31
Version	Type	Packet Length	
Router ID			
Area ID			
Checksum		Authentication Type	
Authentication			
Authentication			
Link State Type #1			
Link State ID #1			
Advertising Router #1			
...			
Link State Type #N			
Link State ID #N			
Advertising Router #N			

- **Etc.**

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

21

Les paquets OSPF: LS Update

Bits 0-7	8-15	16-23	24-31
Version	Type	Packet Length	
Router ID			
Area ID			
Checksum		Authentication Type	
Authentication			
Authentication			
LSA number			
LSA #1			
...			
LSA #N			

- **Etc.**

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

22

Les paquets OSPF: LS Ack

Bits 0-7	8-15	16-23	24-31
Version	Type	Packet Length	
Router ID			
Area ID			
Checksum		Authentication Type	
Authentication			
Authentication			
LSA header #1			
...			
LSA header #N			

- **Etc.**

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

23

Link State Advertisement

LS age	Option	LS Type
Link State ID		
Advertising Router		
LS Sequence Number		
LS checksum	LSA Total Length	
LSA body		
...		

↑ LSA header
↓

- **LS Type**
 - 1 : Router LSA
 - 2 : Network LSA
 - 3 : Summary LSA (IP network)
 - 4 : Summary LSA (ASBR)
 - 5 : AS-external LSAs

3 novembre 2008

Open Shortest Path First

24

Opérations d'OSPF

- Détection de l'adjacence des routeurs
- Election des DR (et BDR)
- Découverte des liaisons
- Calcul des routes
- Maintien des informations de routage

Etats d'OSPF

- Commande "show ip ospf neighbor"
 - Down
 - Connectivité non assurée. Envoie de messages Hello
 - Init
 - Réception d'un message Hello ne contenant pas son ID
 - Two-way
 - Réception d'un message Hello contenant son propre ID. La connectivité dans les deux sens est assurée
 - L'élection du DR est effectué, si la liaison est à accès multiple
 - Exstart
 - Le router avec la plus grande adresse est élu "Master". Lui seul peut incrémenter le "Sequence Number"
 - Exchange
 - Les paquets de type DD sont échangés (Seulement les LS Header).
 - Loading
 - Les paquets de type Request, Update et Acknowledgement sont échangés
 - Full
 - L'état terminal. Les routeurs connaissent tous leurs routeurs voisins et l'état de toutes les liaisons du réseau

Conclusion

- OSPF
 - protocole de routage intra-domaine
 - de type "link state"
- Extensions d'OSPF
 - OSPF-TE (rfc 3630)
 - Multicast OSPF (rfc 1584)
 - OSPF pour MPLS (rfc 4203)
 - OSPF for IPV6 (rfc 5340)