

Routage dans un réseau téléphonique commuté

1st DUROLLET Pierre
2A - Réseaux Locaux Groupe 5

2nd GARNIER Daria
2A - Réseaux Locaux Groupe 5

3rd MIELCAREK Titouan
2A - Réseaux Locaux Groupe 5

Abstract—Nous nous intéressons dans cette étude à déterminer l'efficacité de trois différents modes de routage sur un réseau téléphonique donné. Ces modes de routage sont le routage statique, le routage par partage de charge, ainsi que le routage adaptatif. On pourrait s'attendre à une nette différence entre le routage statique et les 2 autres, ainsi qu'une meilleure efficacité de la part du routage dynamique. On verra que cela est proche à la réalité.

Index Terms—component, formatting, style, styling, insert

I. INTRODUCTION

Le but de cette étude est d'analyser l'effet qu'ont différents algorithmes de routage sur la congestion dans un réseau téléphonique. On décide de simuler sur le réseau simple ci-dessous:

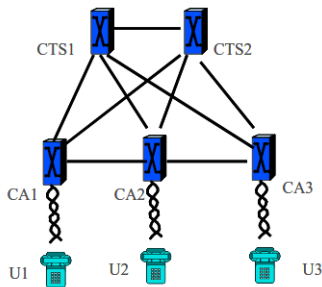


Fig. 1. Réseau Téléphonique Considéré

On en déduit alors le réseau sémaphore:

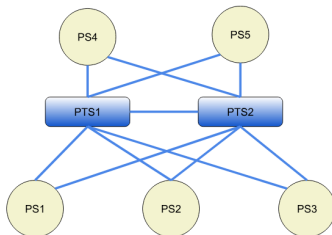


Fig. 2. Réseau Sémaphore Associé

A. Hypothèses

En plus du réseau considéré, nous ajoutons des hypothèses sur la capacité des liens ainsi que sur la durée des appels.

- La **Durée** des appels suit une loi aléatoire: entre 1 et 5
- **lien CA-CA** : 10 appels
- **lien CA-CTS** : 100 appels
- **lien CTS-CTS** : 1000 appels

II. EXPLICATION DES ROUTAGES CONSIDÉRÉS

A. Routage Statique

Le routage statique est une méthode de routage où les routes sont configurées manuellement dans les routeurs et ne changent pas automatiquement en fonction des conditions du réseau, les tables de routage ne changent que si l'administrateur les change. Cet algorithme de routage est assez simple à mettre en place, car les chemins sont préétablis.

Il requiert de connaître le réseau, la charge de chaque lien et surtout les chemins pré-déterminés qui seront utilisés. Nous décidons pour ce dernier critère de choisir les chemins non orientés:

- Comm(CA1-CA3): CA1-CTS2-CTS1-CA3, **charge**: 100 appels
- Comm(CA1-CA2): CA1-CTS1-CA2 **charge**: 100 appels
- Comm(CA2-CA3): CA2-CTS2-CA3 **charge**: 100 appels

Cela permet également que chaque lien ne soit pas emprunté par 2 chemins différents, permettant, en théorie, une légère meilleure robustesse que sans cette unicité.

B. Routage par Partage de Charge

Le routage par partage de charge ne requiert pas de chemins pré déterminés. Celui-ci a pour objectif d'éviter qu'une ressource ou un nœud soit surchargé alors que d'autres sont sous-utilisés. Cependant, il requiert toujours de connaître les charges maximales et actuelles de chaque lien, mais en plus, il a besoin des tables de routage de chaque commutateur. Cet algorithme consiste à rajouter des liens entre CTS1 et CTS2. Si un appel arrive, il est envoyé sur l'un des trois chemins disponibles. Ce choix dépend de la longueur et de la capacité des chemins en nombre d'abonnés du client. On répartit les appels en fonction de ceci, dans la proportion adaptée.

Regardons le fonctionnement de cet algorithme sur un exemple, d'un appel entre CA1 et CA3 afin de déterminer les étapes de l'algorithme qu'il faudra implanter. Afin d'optimiser la qualité de service pour les utilisateurs, on s'arrêtera naïvement à minimiser la longueur des chemins possibles. Afin de simplifier, on ne prendra que le plus petit nombre de sauts. Certains appels peuvent avoir une priorité supérieure (par exemple, appels d'urgence).

Au vu de l'architecture du réseau, la métrique minimale est 2. On conserve donc les chemins ayant cette métrique. Et il y a 2 chemins avec cette métrique: En passant par CTS1 ou CTS2 depuis CA1. De ces chemins, on ne prend pas en compte ceux dont la capacité est trop importante. Ensuite, on étudie les chemins de métrique inférieure, etc ...

a) *Risques:* Le partage de charge, bien qu'efficace pour équilibrer les ressources dans un réseau, présente certaines limitations. Tout d'abord, cette méthode de routage manque de robustesse face aux pannes : si un nœud ou une liaison critique tombe en panne, l'ensemble des appels en dépendant peut être interrompu. Ensuite, la gestion des variations de métriques entre plusieurs chemins doit être soigneusement calibrée. Une mauvaise configuration pourrait entraîner des déséquilibres entre les durées des différents trajets, créant ainsi des décalages dans la transmission des données, voire des retards perceptibles dans les appels. Ces problèmes risquent de dégrader la qualité globale du service. Il y a également la nécessité de surveiller constamment l'état des liens.

C. Routage Adaptatif

Un autre routage que nous allons mettre en place est un routage adaptatif. Ce type de routage a la particularité de pouvoir changer le chemin d'acheminement des paquets durant l'appel en cas de panne. En tenant compte des métriques telles que la latence, la congestion ou la bande passante, l'algorithme choisit les meilleurs chemins disponibles pour maintenir une qualité de service élevée. Théoriquement, une surcharge n'affecte pas les appels en cours du fait que les ressources sont déjà réservées.

Pour cet algorithme, nous avons besoin de l'état en temps réel, car contrairement au routage à partage de charge qui cherche l'état uniquement lors d'une requête d'appel. Si un nœud comme CTS1 devient indisponible, l'algorithme peut rediriger automatiquement les appels via d'autres chemins disponibles, réduisant ainsi les interruptions de service. En effet, le routage adaptatif cherche l'état très régulièrement afin de détecter des pannes d'équipement lors des appels. Mais la plus grande différence est le besoin d'une signalisation dynamique, afin de savoir s'il y a des pannes, permettant d'envoyer un signal dès qu'une panne est détectée.

a) *Risques:* Cette méthode n'est pas non plus exemptée de risques, effectivement, des messages de signalisation en cas de pannes trop fréquentes vont créer un risque de surcharge des ressources de signalisation et de contrôle. Tandis que des mises à jour trop peu fréquentes emmèneraient dans une situation plus proche d'un routage statique. De plus, des fluctuations trop fréquentes réduiraient la qualité globale des appels. La complexité sera également accrue car l'algorithme adaptatif nécessite une surveillance continue et des calculs fréquents pour évaluer les métriques du réseau.

III. TECHNIQUE DE ROUTAGE POUR LES MESSAGES MTP-3

a) *Entre CA1 et CA2::* Lorsqu'un utilisateur sur un commutateur (CA1) initie un appel vers un autre utilisateur sur un autre commutateur (CA2), les messages MTP-3 sont utilisés pour acheminer les informations nécessaires à l'établissement de l'appel entre les points de signalisation des deux commutateurs.

-CA1 envoie le message vers le CTS le plus proche (par exemple, CTS1).

-CTS1 détermine la meilleure route pour acheminer le message vers CA2 :

- Soit directement si une liaison existe entre CTS1 et CA2.
- Soit via un autre CTS (par exemple, CTS2).

Le message est ensuite transmis à CA2, où il est traité pour l'utilisateur final.

b) *Entre CA1 et CTS1::* Entre CA1 et CTS1, on a un routage direct possible, mais si celui-ci est trop saturé, on peut choisir de passer par CTS2 car les messages MTP-3 sont à haute priorité.

c) *Entre CA1 et CA3::* On procède de la même façon que dans le premier cas, en favorisant les chemins les moins encombrés, passant par des CTS.

IV. EXEMPLE DE TRANSFER D'APPEL

On essaie de voir le cas où l'appel est effectué entre U1 et U3, donc on détermine les étapes du transfert entre CA1 et CA3.

- **Demande de l'appel:** La première étape consiste à initier la signalisation de la demande d'appel. Lorsqu'une demande arrive au commutateur d'accès (CA1), celui-ci consulte sa table de routage de signalisation (MTP-3) pour déterminer le chemin optimal vers le destinataire (U2). Cette consultation permet d'identifier les ressources disponibles et les routes les plus adaptées en fonction de la charge réseau et des priorités.
- **Réservation des ressources:** Pendant le traitement de la demande d'appel, les ressources nécessaires (bande passante, ports, liens) sont temporairement réservées le long du chemin identifié. Cela garantit que les ressources seront disponibles pour l'appel si la demande est validée.
- **Réponse de la demande:** Une fois qu'un chemin possible est trouvé entre l'appelant (U1) et l'appelé (U2), un message de confirmation de signalisation est renvoyé à l'appelant pour valider l'établissement de l'appel. Si aucun chemin n'est disponible (par exemple, à cause de congestion ou d'une panne), les ressources réservées précédemment sont libérées, et un message d'erreur est envoyé pour notifier que l'appel est rejeté.
- **Appel:** Une fois le message de confirmation reçu, les 2 utilisateurs peuvent parler l'un à l'autre. Les ressources sont alors uniquement réservées à cet appel, et tous les messages prennent le même chemin.
- **Libération des ressources:** Lorsque l'appel est fini, un message de fin se transmet, permettant de libérer les ressources allouées pour l'appel.

V. SIMULATION

A. Outils utilisé

Afin de réaliser cette étude, nous avons utilisé le langage de programmation *Python*. La modélisation du réseau en matrice de lien est faite via une liste de liste explicitée en début du code.

B. Algorithme global

a) *Appels*: Dans le but de réaliser cette simulation, nous générons un certain nombre d'appels par minute. Chaque appel est une liste de la forme *[source, destination, durée]*.

b) *Chemin disponible*: Après avoir utilisé la source et la destination de chaque appel, ainsi que la technique de routage afin de déterminer le chemin à emprunter, on récupère la liste des noeuds à emprunter un à un, ou une liste vide si aucun chemin n'est trouvé (chemin inexistant).

c) *Mise à jour des appels et des charges*: À la fin de chaque minute écoulée, on décrémente la durée de chaque appel en cours, on supprime également ceux dont la durée a atteint 0. Une liste des chemins est gardée en parallèle des appels afin de plus facilement mettre à jour les charges une fois l'appel terminé.

VI. RÉSULTATS

A. Taux de rejet

Ainsi, une fois le code réalisé, nous pouvons tracer la courbe du taux de rejet d'appel en fonction du nombre d'appels par heure. Nous nous retrouvons alors avec ces courbes:

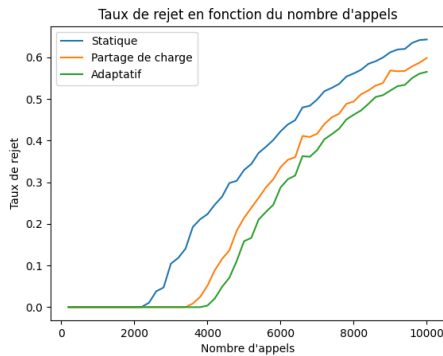


Fig. 3. Enter Caption

On voit qu'à faible charges (2000 appels/h et moins), les 3 algorithmes de routage sont tout aussi efficaces les uns des autres. Cependant, en augmentant la charge d'appels au delà, le routage statique perd en efficacité comparé aux routages de partage de charge et dynamique. En allant vers des charges encore plus fortes, le routage dynamique montre une légère amélioration par rapport au routage par partage de charge.

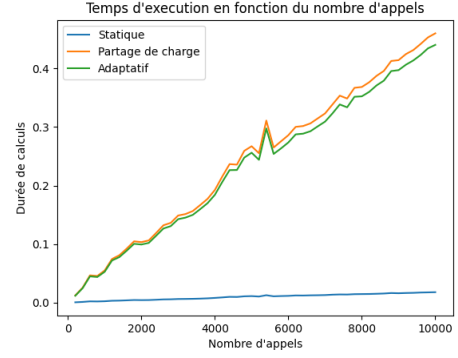


Fig. 4. Comparaison du temps de calculs

B. Durée de calcul des chemins

Mais en plus du taux de rejet, nous nous sommes également penchés sur le temps de calcul des routes.

Ainsi, nous pouvons voir que les algorithmes dynamique et de partage de charge sont très semblables en terme de durée de calcul. Donc en prenant en compte la Fig 3, on en conclut que c'est l'algorithme dynamique qui est le plus efficace.

Cependant, l'algorithme utilisant le routage statique montre une très grande rapidité à tout moment. Ainsi, on en déduit qu'à faible charge (2000 appels/h et moins), la rapidité de calcul s'ajoute à la simplicité de l'algorithme (sur des petits réseaux).