

UML, diagrammes de états-transitions et de déploiement

Exercice d'entraînement à faire seuls durant le TD ... et après

Fonctionnement d'un système de téléphonie mobile GSM (simplifié)

Organisation des composants

Des stations portant chacune une antenne sont disséminées sur le territoire. Chaque station couvre une zone donnée. Chaque station est associée à un contrôleur de niveau 0 (C0) qui vérifie en permanence la qualité du signal reçu de chaque mobile dans sa zone.

Les stations sont regroupées en régions. Les C0 d'une même région sont reliés au contrôleur de niveau 1 (C1) de cette région. Le contrôleur de niveau 1 suit le déplacement du mobile dans sa région et décide du C0 auquel transmettre le signal à fournir au mobile.

L'ensemble des C1 sont reliés par un réseau maillé à un unique contrôleur de niveau 2 (C2), tête du système. Le C2 joue également le rôle de C1 pour sa région.

Les communications entre les C1 et le C2 se font dans un protocole proche du RNIS classique sur un réseau filaire. Ils utiliseront donc des numéros de téléphone pour communiquer entre eux. Les communications entre les C0 et leur C1 se font dans un protocole GSM adapté aux réseaux filaires. Les communications entre la station et le mobile se font selon le protocole GSM dans un réseau hertzien.

Les C1 conservent dans une base de données (VLR pour visitor location registry) les informations sur les mobiles dans leur région.

Le C2 conserve dans une base de données (HLR pour home location registry) toutes les informations permettant d'identifier un mobile, un abonné, de lancer une communication entre téléphones (mobile avec mobile et/ou fixe) d'effectuer le suivi des consommations, de facturer, de gérer les abonnements...

Entre autres, le HLR contient pour chaque abonné : le numéro de téléphone de l'abonné, une clé secrète d'identification de l'abonné, le numéro du C1 ayant détecté pour la dernière fois le mobile et le n° de série du mobile qu'il est en train d'utiliser.

Chaque mobile est identifié par un n° de série (ce qui interdit l'utilisation de mobiles construits illégalement). A la prise de son abonnement, l'usager du mobile reçoit une carte à puce à insérer dans le mobile, qui contient le n° de téléphone, la clé secrète, ainsi qu'une fonction de chiffrement identique à celle stockée dans le HLR.

Allumer son mobile

Lorsqu'un usager allume son mobile, le mobile envoie une trame d'identification (n° de série + n° de téléphone). Le C0 qui reçoit la trame vérifie si le n° de série est correct. Il envoie ensuite les 2 numéros au C1 qui stocke le n° de série et transmet les 2 numéros au C2. Le C2 sait donc quel C1 contacter en cas de demande de communication.

Le C2 envoie ensuite au mobile (via C1 et station) une variable dont la valeur est tirée aléatoirement. Le C2 et le mobile lancent leur fonction de chiffrement en prenant en paramètres la clé secrète et la variable aléatoire. Le mobile retourne le résultat de la fonction. Si le C2 est arrivé au même résultat, l'utilisateur est identifié.

Se déplacer

Les stations envoient régulièrement leur numéro de zone. Un mobile écoute périodiquement. Lorsqu'il s'aperçoit qu'il a changé de station, il renvoie une trame d'identification et la station recevant cette trame la transmet au C1. Si le C1 avait déjà noté la présence du mobile, rien ne se passe, sinon il transmet au C2 le changement de C1. Le C2 alerte l'ancien C1 qu'il n'a plus le mobile dans sa zone.

Lancer une communication d'un fixe vers un mobile

Imaginons qu'un fixe demande une communication avec un mobile. Le fixe envoie le n° de téléphone de l'abonné, qui est reçu par le C2. Ce n° de téléphone est traduit dans le n° d'abonné, et le système en déduit le n° de série du mobile à contacter. Si ce n° de série est associé à un C1, alors le mobile est allumé et accessible, la demande de communication suit son cours, sinon, le fameux message « votre correspondant n'est pas accessible » est retourné au fixe et redirigée sur le service de messagerie.

Imaginons que le mobile est accessible. Le C2 demande ensuite au C1 associé de transmettre la demande de connexion à ses stations. Le C1 choisit parmi les stations qui ont répondu celle qui poursuivra la communication. Le C1 enregistre cette station et répond au C2 que la connexion est établie, et la communication est autorisée.

Le C2 négocie avec le C1 un n° de téléphone via lequel ils s'échangeront le signal à destination ou en provenance du mobile pour cette communication (tant qu'il ne change pas de région !).

Le C1 envoie au mobile (via station) une clé de chiffrement qui sera utilisée pour effectuer le codage / décodage du signal transitant entre le C1 et le mobile.

L'échange de signaux suit alors son cours, jusqu'à ce que l'un des 2 téléphones raccroche. La durée de communication est alors stockée dans le HLR.

Envoi de données et contrôle (pour info !)

L'échange du signal ne se fait pas de manière continue. Le temps est en effet découpé en périodes, chacune décomposée en 8 tranches. Une seule des 8 tranches est utilisée pour la transmission du signal, les autres tranches servent à la gestion de la communication.

Ainsi, des tests permanents sont effectués sur la qualité de la transmission, et un changement de station peut être décidé et pris en compte pendant ces tranches.

Si le changement de station s'effectue entre 2 stations de la même région, seul le C1 doit revoir sa table de routage du signal vers la nouvelle station.

Si le changement de station s'effectue entre 2 stations de régions différentes, alors le changement est répercuté jusqu'au C2, qui renégocie un n° de téléphone jusqu'au nouveau C1 impliqué (il y a souvent des coupures à ce moment-là, le principe n'est pas encore suffisamment robuste... mais les régions sont grandes !)

Donnez le diagramme d'Etats-transitions d'un téléphone mobile.

Donnez le diagramme de déploiement du système de téléphonie complet.

Vous pourrez ultérieurement également construire les diagrammes suivants :

- un diagramme de séquence pour la réception d'un appel depuis un fixe sur un mobile,
- un diagramme de séquence pour le déplacement d'un mobile hors communication,
- un diagramme des cas d'utilisation pour une sous-partie du système : contrôleur de niveau 2. Donner également la liste des différents scenarii correspondant à chaque cas.
- pour un scénario d'un des cas repérés dans le point précédent, fournir un diagramme de communication et la partie du diagramme de classes correspondant.