

Projet Science des Réseaux et IA

1 - Objectif du projet

L'objectif du projet est de préparer une démo illustrant la mise en place et l'utilisation de mécanismes à QoS, dans un réseau (LAN ou MAN, constellation de satellites, essaim de nano-satellites).

Sujet 1 : Clustering et routage dans un essaim de nano-satellites

Ce projet vise à construire des clusters de nano-satellite qui serviront à router de façon efficace les données (en termes de débit et de consommation d'énergie). L'essaim de nano-satellite est déployé sur plusieurs orbites.

Nous ne cherchons pas à regrouper les nanosatellites les plus proches à un instant donné mais plutôt diviser l'essaim en groupes homogènes de façon à répartir la charge par la suite sur l'ensemble des groupes. La composition de chaque groupe peut être hétérogène (des nanosatellites de la périphérie de l'essaim regroupés avec des nanosatellites au cœur de l'essaim). En l'absence d'entité centrale de coordination, la division en groupes devrait être faite de façon distribuée (une approche de type multi-armed bandit pourrait être explorée).

En utilisant les URLs suivantes, vous trouverez les traces de mobilité avec deux jeux de données (essaim de nano-satellites, traces de mobilité roller-net).

- Les traces de mobilité de l'essaim de nano-satellites sont sur Moodle.

Voici les hypothèses et le problème posé :

- Les nano-satellites peuvent adapter leur débit pour transmettre avec plusieurs niveaux de portée (20km, 40km, 60km)
- Les données de chaque satellite sont transmises à tous les autres membres de l'essaim

Objectifs :

- Caractériser la dynamique de l'essaim (identifier des cliques, composantes connexes, temps inter-contact,
- Proposer et mettre en place des méthodes de clustering en définissant les objectifs de performance (un bon compromis entre débit et consommation d'énergie doit être trouvé).
- Étudier les performances des algorithmes proposés en tenant compte des objectifs de performances définis.

Sujet 2 : Clustering de terminaux utilisateurs dans un réseau de constellations de satellites

Ce projet vise à construire des clusters d'utilisateurs qui serviront à pointer les faisceaux d'une constellation de satellites à orbites basses. Les satellites orientent leurs antennes de façon à garder l'empreinte des satellites fixe au sol.

En utilisant les URLs suivantes, vous trouverez la carte des demandes (en csv) et la visualisation de ces données (en html).

- <http://www-tr.enseeiht.fr/supports/dhaou/CLUSTERING/generated.csv>
- <http://www-tr.enseeiht.fr/supports/dhaou/CLUSTERING/generated.html>

Pour l'instant la colonne du type de service n'est pas à considérer.

Voici les hypothèses et le problème posé :

- Cluster de taille fixe : 90 km de diamètre
- Pas de contrainte sur le centre de cluster
- Plusieurs clusters peuvent se superposer totalement (même centre de cluster) ou partiellement
- Débit max par cluster, 3 cas à traiter : 1Gbps, 2Gbps et 4Gbps

Objectif : Essayer de minimiser le nombre de clusters en regroupant les utilisateurs dans des clusters qui respectent les contraintes mentionnées ci-dessus.

Deux choix sont à faire quant à l'algorithme de clustering :

Ordre de traitement : en premier lieu l'ordre dans lequel les points sont traités (par demande, aléatoire, par défaut,...)

Ordre d'agrégation des points dans les clusters : les points sont ajoutés (décroissante/croissant de distance au centre, de demande,...).

Plusieurs de ces heuristiques peuvent être codées et l'algorithme de clustering peut être itératif (ou pas).

Enfin, on s'attachera à prendre du recul par rapport à l'objectif du projet. L'idée de minimiser le nombre de clusters est-elle une bonne idée ?

Sujet 3 : Prédiction de trafic sur la voie aller/retour d'un réseau par satellite

Ce projet vise à comparer les performances d'algorithmes de prédiction de trafic (fondées sur des algorithmes de type AR, NN, SDM,...). L'objectif est de comparer ces méthodes en termes de complexité et de précision de la prédiction du débit agrégé sur la voie aller ou sur la voie retour.

L'objectif final de la prédiction est d'adapter en temps réel les algorithmes d'allocation de ressources. Par exemple, sur la voie aller, allouer des faisceaux et adapter les emplacements des empreintes au sol en fonction du débit agrégé des utilisateurs sur la voie aller. Sur la voie retour la prédiction peut servir à optimiser la boucle d'allocation des ressources.

L'impact de l'horizon de la prédiction est à étudier : peut-on faire une prédiction fiable à l'échelle de la seconde, de la minute de la dizaine de minutes ?

Les données sont fournies selon un scénario de communication précis et au cas échéant peuvent être générées par un outil de simulation (ns-2).

Le choix du code des algorithmes de prédiction est laissé libres (mais un code Matlab peut également être fourni).

Sujet 4 : Résilience d'un essaim de nano-satellites

La transmission des données dans un essaim de nano-satellites est fondée sur un roulage opportuniste. Les protocoles proposés dans la littérature visent à optimiser le taux de délivrance de paquets et minimiser le temps de latence.

Les traces de mobilité de l'essaim de nano-satellites sont sur Moodle.

Voici les hypothèses et le problème posé :

- Les nano-satellites peuvent adapter leur débit pour transmettre avec plusieurs niveaux de portée (20km, 40km, 60km)
- Les données de chaque satellite doivent être transmises à tous les autres membres de l'essaim

L'objectif du projet est d'étudier l'impact d'une panne (prévisible, comme suite à une décharge de la batterie, ou non prévisible) sur les caractéristiques de l'essaim (degré des nœuds, longueur des chemins les plus courts)

La première phase du projet consiste à étudier les caractéristiques du réseau pendant toute la durée d'observation. La deuxième phase vise étudier l'impact de suppression d'un (ou plusieurs nœuds) sur les performances de l'essaim. Le choix du code des algorithmes et des outils est laissé libre.

Sujet 5 : Multi-armed bandit (MAB) pour une sélection de communication directe ou via infrastructure

Afin de développer des applications de protection d'utilisateurs de la route vulnérables (VRU) une remontée périodique de la localisation GPS permet de calculer la proximité dangereuse de VRU avec un ou plusieurs véhicules. Ces alertes peuvent être levées par des agents intelligents au niveau du véhicule, du VRU ou bien de edge cloud sur la bordure de la route. Toutes les routes ne sont pas dotées d'infrastructures. La décision de communication entre le VRU et le véhicule (directement ou indirectement via l'infrastructure) peut être prise à partir

d'un algorithme fondé sur une approche multi-armed bandit (qui tienne compte de critères à définir : par exemple la qualité de signal, la proximité, ou de la charge du réseau, etc.). Illustrer l'utilisation de l'approche MAB dans ce cas d'étude. Les données peuvent être générées par simulation ou par mesures expérimentales.

2- Travail à réaliser

Le projet est découpé en plusieurs tâches :

1- Première tâche : Synthèse des mécanismes spécifiques au projet. (séance 1)

Cette première étape, est une étude bibliographique des projets antérieurs et documentations techniques. Cette étape permettra de préciser les objectifs de la démo.

2-Deuxième tâche : Définition d'un scénario d'étude et sa validation (séances 2-4)

Etudier l'architecture protocolaire à mettre en œuvre ainsi que les fonctionnalités à apporter aux niveaux des différentes entités pour pouvoir gérer plus efficacement la QoS dans le réseau.

Doivent être illustrés sur ce scénario :

- Les mécanismes de différenciation des services, en fonction de la nature de l'application et du niveau
- Les mécanismes de partage de charge (utilisation des serveurs les plus proches, répartition de la charge sur l'ensemble des routeurs d'interconnexion,...)

Une validation du scénario précédera la mise en place de la plateforme.

3-Troisième tâche : Mise en œuvre du scénario et démonstration (séances 5-7)

Les scénarios et les choix de configuration montrant l'intérêt de la démo (choix de types d'applications, valeurs des paramètres, répartition entre flux,...) seront laissés à l'appréciation de chaque groupe. Chaque groupe doit présenter sa démo ainsi qu'une synthèse du projet. (Une présentation de 15 minutes par groupe et un rapport d'une dizaine de pages au maximum).

Notation du projet

Ce projet sera noté sur trois niveaux :

- Une note globale de l'ensemble du projet sanctionne le degré d'avancement global et l'intérêt de la démo.
- Une note par groupe sanctionnant le degré d'achèvement du projet et le taux de réussite du groupe à présenter ses résultats aux autres groupes.
- Une note individuelle fondée sur le suivi du projet et les différentes démos/présentations.

Les compétences que nous cherchons à valider par ce projet sont:

- Analyser un problème
- Formaliser un problème
- Faire un état de l'art et comparer sa solution à celles de l'état de l'art
- Savoir présenter les enjeux scientifiques /techniques
- Savoir présenter les choix conceptuels/techniques et les outils à disposition
- Identifier les paramètres clés et les métriques adaptées à l'évaluation
- Evaluer les performances de la solution proposée et analyser les résultats
- Identifier les limitations de son travail ainsi que des perspectives
- Savoir illustrer les éléments clés de son travail au travers d'une démo

Outils disponibles

Tous les outils open source peuvent être installés.

Attention :

- Les salles dans les quelles se déroulent les manip n'ont pour le moment pas d'accès à Internet.
- Veillez à laisser la configuration des machines aussi propres que possible.

Documentation disponible

- Moodle
- Internet.