**Challenges of Drive-By IoT Sensing for Smart Cities: City Scanner Case Study**

**Introduction**

Enormément de capteurs sont déployés dans les villes à travers le monde, pour nous aider à comprendre les environnements urbains, et proposer des services aux habitants.

Les types de capteurs sont des capteurs d’air et qualité de l’eau, jusqu’à la température and la pollution sonore, compteurs de trafic et surveillance d’infrastructures.

Les données collectées peuvent être une fois traités :

* Utilisés par les habitants pour prendre des décisions
* Utilisés par des agences et gestionnaires de l’urbain pour prendre des décisions
* Mis dans des machines et systèmes (voitures, smart buildings) afin d’élaborer des services urbains.

Pour avoir beaucoup de données on a besoin de d’un grand réseau de capteurs, ce qui amène des gros couts d’acquisition, de déploiement et de maintenance.

Récemment els capteurs low cost ont fait leur apparition pour la surveillance de la qualité de l’air.

Grace à ça des projets ont développés des capteurs portables et personnels, avec le but de démocratiser les données environnementales et contribué aux études scientifiques.

Un certain nombre de projets ont développé l’approche au volant, via véhicules dédicacés ou non.

Avec tous les véhicules qui sont dans la ville on peut créer un réseau mobile de capteurs environnementaux.

Comparés aux stations de capteurs, les données collectés nous permettent une meilleure résolution spatiale, une meilleure flexibilité et des couts plus bas

Par exemple avec 20 taxis random on peut couvrir 50% des rues dans Manhattan par jour.

Le projet City Scanner développe une plateforme de capteurs modulaires pour évaluer les phénomènes environnementaux spatiotemporels dans les villes, donc des schémas dans la température ambiante, qualité de l’air, conditions des routes, ….

Comparé aux autres, les modules peuvent être déployés sur des véhicules existants, avec peu de modifs ou aucunes, et sans modifier leurs opérations, que les véhicules suivent un calendrier ou non.

Cet article représente le design et le développement du premier prototype de la plateforme, les moments forts rencontrés.

Comme preuve, la plateforme a été déployée sur des camions municipaux à Cambridge pendant 8 mois.

**Approche de scan par conduite**

Les capteurs sur véhicules permettent d’avoir une couverture spatiale dense en utilisant peu de capteurs. En naviguant à travers la ville on obtient une approche connectée pour comprendre l’environnement.

Le déploiement random de capteurs sur des taxis permettent de recouvrir efficacement certains segments de rues, grâce aux mobilités du réseau

La densité du nombre de capteurs est définie par le nombre de de points de données capturées dans un laps de temps et sur une zone spécifique comme un segment de rue.

L’approche par conduite a montré son efficacité pour les cas environnementaux ou les dimensions spatiales et le temps sont importantes pour la surveillance efficace de l’environnement urbain.

La plupart des datasets ont été fait avec capteurs fixes, et sont donc limités dans le temps et spatialement.

Les images satellites peuvent prédire les changements de températures à la surface grâce à des modèles mathématiques, mais les mesures restent limitées dans le temps

Figure 3 🡺 compare les différentes approches par conduite, ou capteurs fixes…

La plupart des expérimentations avec capteurs fixes et portable ont focus sur un aspect spécifique de l’environnement urbain, comme la qualité de l’air, la détection des fuites de gaz et utilisés des véhicules spécialisés et déployés pour une étude spécifique.

**Challenge de design des systèmes de capteurs de conduite**

Il y a de plus en plus de capteurs dans les appareils dans l’environnement urbain. Ces appareils ne sont pas faits pour des captures en temps réel.

Par exemple les smartphones ont des capteurs mais pas fait pour des captures environnementales.

Les véhicules aussi mais sont utilisés pour la maintenance et les diagnostique

Pour ajouter des capacités de détection environnementales aux véhicules on doit surmonter plusieurs défis (communs avec d’autres systèmes IoT comme la consommation)

* Connecter le capteur au réseau du véhicule peut nécessiter de toucher le système de câblage du véhicule 🡺 facilité de déploiement dans le véhicule et problèmes de maintenance
* De nombreux capteurs ne sont pas opti pour une faible consommation d’énergie 🡺 frais de maintenance
* Les énergies renouvelables peuvent répondre à certains défis mais ne sont que conçus et testés que pour des capteurs fixes

Les spécifications des capteurs ne font pas état de leurs limites comme par exemple les capteurs de particules low cost qui sont limités par le fait qu’ils sont perturbés par les flux d’air sur un véhicule en mouvement.

**Plateforme City Scanner**

La plateforme démocratise les capteurs urbains, elle est composée de :

* Capteurs bas couts pour la capture par conduite
* Méthodes pour traiter les données venant de plusieurs sources
* Différentes méthodes de visualisation

Le composant cœur de City Scanner permet des services comme gestion de batterie, GPS et comm de données dans les serv dans le cloud

Pendant les temps d’opérations, les données sont capturées et envoyées au cœur, qui les annote avec la localisation, et les envoie éventuellement dans les serv pour analyse.

Les comm entre le cœur et les nœud composants se font via wifi avec le module cœur qui agit comme hotspot.

De multiples composants nœuds peuvent être ajoutés à la plateforme CityScanner. La seule limitation est la puissance délivrée par la batterie

Interactive visualisation

On peut avoir une map sur laquelle on va choisir ce que l’on veut afficher via un menu. On peut aussi cliquer sur une zone spécifique, sélectionner un intervalle de temps.

Par exemple quand on est sur l’imagerie thermique on peut visualiser la vidéo en parcourant la chronologie au fil des jours.

On a un histogramme en bas à droite qui nous donne un point de vue gen, les moyennes.

Aucune on choisit un point, on peut le comparer avec les moyennes

**Déploiement par étude de cas**

Déployé sur des camions poubelles à Cambridge dans le Massachussetts pendant 8 mois

Pour évaluer la viabilité de l’utilisation de capteurs par conduite, pour comprendre la faisabilité de la collection de données en utilisant des camions poubelles pour host la plateforme.

Ils couvrent toute la ville donc idéal

Le prototype CityScanner a été équipé d’une caméra pour capturer les variations thermiques.

Beaucoup de données donc il fallait quelque chose d’efficace pour transférer du nœud composant au cœur. Chaque nœud est équipé d’un microcontrôleur pour garder la plateforme indépendante, et pouvoir stocker localement les données. Eventuellement le nœud transfert les données au cœur via WiFi.

Avec ce design, les composant sont plus petits et plus contrôlables, mais consomme plus d’énergies que si plusieurs composants partageaient un seul microcontrôleur.

Le fait de transférer les données via réseau cellulaire dans le cloud est toujours un problème. La 4G n’est pas dispo partout donc on ne peut pas toujours transférer des grosses quantités de données.

On peut cependant :

* Compresser les données mais ça consomme beaucoup d’énergie au CPU
* Diminuer le nombre de captures, par exemple quand le camion est arrêté car on aura les mêmes données plusieurs fois si on capture en continu

*Power*

Utilisation de produits ne vente libres pour le prototype, pas fait pour consommer peu d’énergie, donc influe sur l’autonomie.

Pour le futur prototype cela devra être pris en compte. Par exemple un système autosuffisant grâce à des énergies renouvelables serait préférable mais implique des challenges.

Les panneaux solaires sont pas assez bons pour les besoins d’un scanner de ville.

L’une des solutions est de remplacer les micro contrôleurs par des alternatives qui consomment peu. 🡺 GHI

*Limites des capteurs*

Design pour des utilisations fixes, donc on doit considérer l’impact du mouvement sur les captures. Pour la température notamment, les données sont fragiles à cause des vibrations et de la pluie par exemple.

Pour la qualité de l’air, le flux d’air provoqué par le mouvement du véhicule peut avoir un impact. Pour ça ils ont choisi un capteur qui prend en compte le flux d’air et ses variations. Il prend aussi en compte les particules rejetées par le camion lui-même.

**Conclusion et future**

Ça reflète le déploiement de leur prototype de plateforme.

Ils ont décrit que les phénomènes dans une ville peuvent être observés grâce un petit nombre de véhicules dans la ville.

Leur moyenne de déploiement ne fait pas que réduite les couts de maintenance et autres mais offre la possibilité de démocratiser en ramenant les données aux habitants.

L’architecture est basée sur l’IoT et l’autosuffisance, configurable

Les données recueillis peuvent être utilisés dans des analyses et de l’apprentissage par machine.

Ils espèrent que ça aidera la police, que ça permettra d’optimiser les opérations en ville et permettre de développer les innovations dans les services inter domaines.

Plusieurs points pour le futur, améliorer la plateforme en faisant en sorte que ce soit auto suffisant grâce aux panneaux solaires, optimiser l’archi du hardware et du software.

Ils prévoient de switcher entre wifi et réseau cellulaire pour le temps réel.

Etendre la plateforme avec de nouveaux capteurs, améliorer la fiabilité.

Déploiement sur de nouveaux véhicules, comme les transports publics, voitures privées, et véhicules autonomes, et ce dans diverses villes.