

MOHICANS - Towards Modelling High-density Crowds for Assisting Planning and Safety

MOHICANS est un projet de recherche fondamentale JCJC. Le coordinateur est Emanuel Aldea, enseignant-chercheur au laboratoire SATIE, Université Paris-Saclay. Le projet a démarré au 11/2015 et a pris fin au 31/03/2020. Il a bénéficié d'une aide ANR de 223346 € pour un cout global de 638230 €.

L'objectif de ce projet est de proposer une méthode pour détecter et suivre en tant que particules des milliers de participants qui forment une foule très dense, et à partir des observations, d'avancer dans la direction de la proposition et de la validation d'un modèle d'interaction entre personnes. L'originalité du projet MOHICANS découle de l'importance qu'on donne à l'analyse à grande échelle, et du lien avec les communautés qui ont été depuis longue date très actives dans l'étude de la dynamique des foules et de l'apparition, propagation et amplification des instabilités.

Le projet a abordé en parallèle plusieurs verrous scientifiques qui nécessitaient d'être traités avant d'arriver à la proposition d'un algorithme de suivi "de foule" (c.a.d. d'un nombre important de piétons - quelques centaines), qui s'exécute de manière acceptable d'un point de vue calculatoire.

Analyse mono-camera

Deux tâches fondamentales ont été abordées :

- 1) l'estimation de la densité locale, qui est une solution plus accessible que la détection précise de têtes, afin d'estimer l'état de la foule et de prévenir les instabilités. Dans ce volet, nous avons proposé un algorithme d'apprentissage actif dont l'objectif est de réduire l'effort d'étiquetage des têtes de la part de l'annotateur humain.
- 2) la détection de têtes par fusion de données. Ici, le problème traité est la détection, et la solution est de fusionner plusieurs détecteurs, l'idée étant que le résultat de la fusion bénéficie des points forts de l'ensemble des détecteurs individuels.

Analyse multi-vues

Le premier volet du travail a été constitué par la proposition d'un algorithme d'estimation de pose nécessaire pour avancer sur la partie de détection de têtes multi-vues. Cet algorithme a été publié en 2016, et son code source a été également rendu disponible à la communauté scientifique. Par la suite, nous avons proposé un algorithme de détection multi-cameras par optimisation globale qui a été également implémenté sur une architecture parallèle.

Suivi multi-objets

La dernière partie du projet a été dédiée à la tâche de suivi multi-objets. Nous avons proposé le premier algorithme capable de suivre simultanément jusqu'à 600 personnes dans une foule compacte, par filtrage particulaire et prédiction semi-supervisée par flot optique.

Les résultats.

De nombreux algorithmes concernant plusieurs thématiques abordées dans le cadre du projet (détection camera unique, détection multi-cameras, calibration de systèmes de caméras, fusion par la théorie des fonctions de croyances en 2D, suivi multi-objets, estimation de l'incertitude des réseaux profonds) ont été proposés.

L'objectif principal du projet, de proposer une solution de vision par ordinateur pour le suivi de foules et pour l'extraction des paramètres de dynamique pertinents pour l'étude de la stabilité de ces systèmes a été atteint. Le domaine a subi une évolution très rapide depuis le début du projet avec la montée des réseaux neuronaux profonds, pour lesquels cette application représente un terrain idéal. Nous avons réussi à focaliser le travail sur les problèmes méthodologiques de fusion et d'estimation d'incertitude qui sont aussi pertinents pour les réseaux, et nous avons donc pu profiter de l'émergence de ces techniques afin de les intégrer aux efforts de recherche. Nous avons essayé de créer un nouveau dataset dédié aux

études interdisciplinaires de foules, mais cela dépend de la définition d'un cadre juridique qui rassure les établissements impliqués par rapports aux situations récents d'utilisation non-éthique des données, et à l'impact que cela peut engendrer.

Les publications recensées sur la page du projet :

<http://hebergement.u-psud.fr/emi/MOHICANS/index.html>

et les nombreuses autres actions de dissémination ont assuré au projet une bonne visibilité nationale et internationale. La visibilité dans la communauté du plateau de Saclay nous a permis de créer avec des collègues physiciens des laboratoires LPT et LPTMS un séminaire interdisciplinaire sur l'étude des foules :

http://www.th.u-psud.fr/page_perso/Appert/semped.html



Figure 1 Illustration du suivi sur la partie annotée de la foule de la Mecque (environ 600 personnes)

Exploitation.

Concernant l'exploitation des résultats, nous essayons comme objectif principal de fructifier l'expertise acquise en traitement d'images de foules et de démarrer des travaux avec d'autres communautés dans le cadre d'un projet plus ample. Plus concrètement, le consortium idéal réunirait une équipe de modélisation, des sociologues et des juristes, et un utilisateur final comme un groupe de transport piétonnier ou un gestionnaire d'un pôle de transport qui aurait besoin d'optimiser le trafic piétonnier ou de faire de la prédiction des flux à partir des observations réelles, et en temps réel.

L'utilisateur final le plus intéressé parmi les candidats potentiels, la SNCF, qui possède aussi des compétences fortes en sociologie et en psychologie cognitive, essaie également, en nous impliquant, de porter un projet plus applicatif focalisé sur les phénomènes d'échanges quai-train dans les gares très congestionnées.

Du point de vue du transfert des résultats vers l'industrie, l'enjeu vient de trois points principalement : la validation automatique des aménagements des espaces congestionnés avec des observations réelles, le couplage des traitements avec un simulateur de foules pour la prédiction à court terme avec des données réelles (assimilation de données ou la « météo des foules »), et l'exploitation conjointe de nouveaux capteurs anonymisants par design (e.g. lidar, camera IR) afin de surmonter les problèmes juridiques de respect de la vie privée.

Du point de vue sociétal et même sans évoquer des contextes spécifiques comme la pandémie actuelle ou les JO de 2024, l'optimisation du trafic piétonnier dans les grandes agglomérations restera longtemps un défi quotidien qui impacte la qualité de vie de millions de personnes en France seulement. Le projet MOHICANS a permis de faire avancer quelques briques technologiques qui pourront contribuer à l'amélioration du transport dans les villes, et de la sécurité des personnes lors de grands rassemblements.