

Collecte de données
sur les mouvements des piétons
par caméra vidéo
Application à la sécurité routière
Séminaire INRETS - PFI COPIE

Nicolas Saunier
nicolas.saunier@polymtl.ca



2 juillet 2010

Objectifs généraux

- ▶ Analyse automatique de la sécurité routière à l'aide de données vidéo
- ▶ Collecte de données et étude du comportement des usagers de la route et les usagers vulnérables (“modes actifs”) en particulier

Plan

Introduction

La sécurité routière

Traitement et interprétation de données vidéo

Études expérimentales des piétons

Conclusion

Contexte

Lien des transports avec

- ▶ l'environnement, le développement durable
- ▶ la santé : épidémie d'obésité, vieillissement de la population, bilan routier
- ▶ la politique énergétique

La marche et le piéton

- ▶ Intérêt grandissant pour les modes actifs (marche, vélo)
 - ▶ la marche est une composante cruciale de **tout** déplacement
- ▶ Investissements disproportionnés pour les modes motorisés, peu d'études des modes actifs
 - ▶ **manque de données** (milieu "naturel"), difficiles à collecter
- ▶ Les piétons sont des usagers **vulnérables**
 - ▶ 50 % des victimes dans des accidents mortels à Montréal sont des piétons

Diagnostic de sécurité routière

- ▶ Limites de l'approche traditionnelle basée sur les **données historiques d'accident** :
 - ▶ problèmes de **disponibilité** et de **qualité**
 - ▶ données insuffisantes pour comprendre les facteurs qui mènent à l'accident
 - ▶ approche **réactive**
 - ▶ cas des **piétons** : problèmes aggravés par la rareté des collisions et le manque de données (exposition)
- ▶ Recherche d'approches **proactives** qui ne dépendent pas de l'occurrence d'accidents

Mesures substitutives de sécurité

Recherche de mesures substitutives de sécurité qui

- ▶ apportent des informations complémentaires
- ▶ soient liées à des événements plus fréquents que les accidents, observables dans le trafic
- ▶ soient corrélés aux accidents, statistiquement et causalement

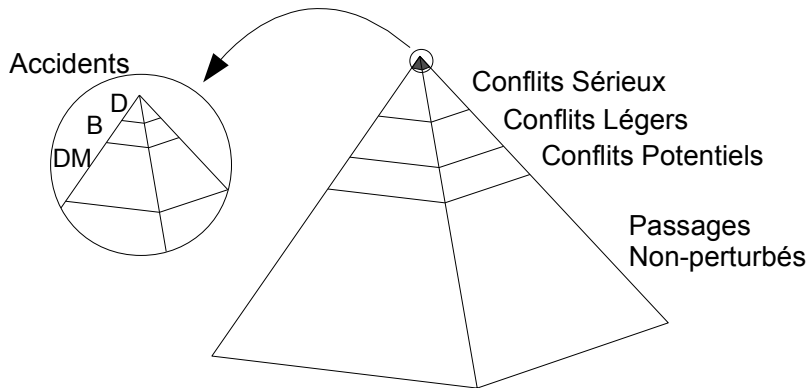
Les conflits de trafic

Un conflit de trafic est une situation observable dans laquelle deux usagers ou plus s'approchent l'un de l'autre dans le temps et l'espace à un tel point que la collision est imminente si leurs mouvements restent inchangés

(Proceedings of the first workshop on traffic conflicts 1977)

- ▶ Techniques des Conflits de Trafic
- ▶ Limites liées au recueil des données par des observateurs sur le terrain
 - ▶ coût
 - ▶ variabilité intra et inter-observateurs
- ▶ Résultats “mitigés” de validation

La hiérarchie de la sécurité des interactions



(Hydén 1987, Svensson 1998)

On s'intéresse à toutes les interactions et on mesure leur

Motivation

Besoin d'outils automatiques et d'un cadre adapté pour remédier aux limites des méthodes réactives de diagnostic et des techniques des conflits de trafic

- ▶ Nouveau cadre probabiliste pour l'analyse de la sécurité routière (Saunier et al. 2010, Saunier et Sayed 2008)

Avantages des capteurs vidéo

- ▶ Facilité d'installation (ou installation pré-existante)
- ▶ Coût modéré
- ▶ Riche description du trafic
- ▶ Couverture d'une large zone
- ▶ Capteur non-intrusif
- ▶ Interprétation automatique par des méthodes de vision par ordinateur
- ▶ Possibilité de vérification ultérieure des données

Système de traitement de données vidéo



Séquence d'Images

+

Calibration de Caméra

+

Images Étiquetées
par Type d'Usager

Trajectoires des Usagers



Interactions

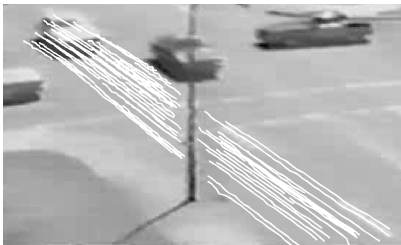
Distribution des Mouvements,
Volumes, Matrice Origine-
Destination, Comportement
des Usagers...

Détection des Conflits de
Trafic, Mesures
d'Exposition,
Comportements en
Interaction...

Applications

Détection et suivi de points

- ▶ Utilisation de l'algorithme de détection et suivi de points KLT (Kanade, Lucas et Tomasi) (OpenCV)
- ▶ Filtrage des points immobiles et aux trajectoires improbables
- ▶ Extension de l'algorithme de groupement des trajectoires de Beymer et al. (1997) aux intersections (Saunier et Sayed 2006)



Calibration de la caméra

- ▶ Projection des points dans l'espace de l'image dans l'espace du "monde réel"
- ▶ Calibration d'une homographie avec 4 points non-colinéaires dont les coordonnées sont connues
- ▶ Nouvelle méthode robuste de calibration d'une caméra à l'aide des caractéristiques d'une scène de trafic en milieu urbain (Ismail et al 2010)
 - ▶ ajout de contraintes en plus des points : distances et angles connus, équi-distances et équi-angles, normales
 - ▶ problème d'optimisation

Exemple de calibration

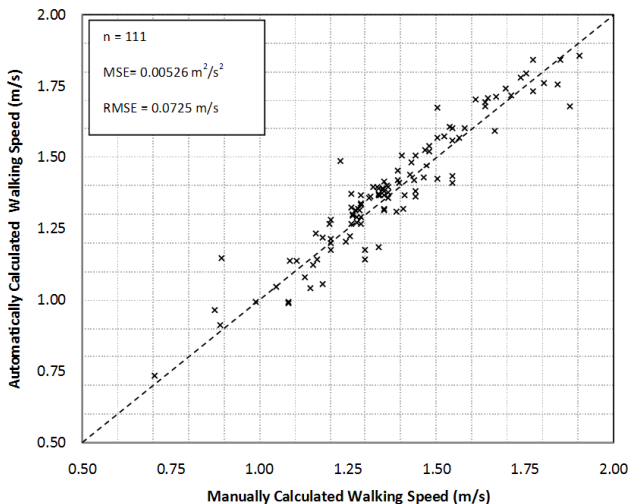


Données du Kentucky (sans photo aérienne)

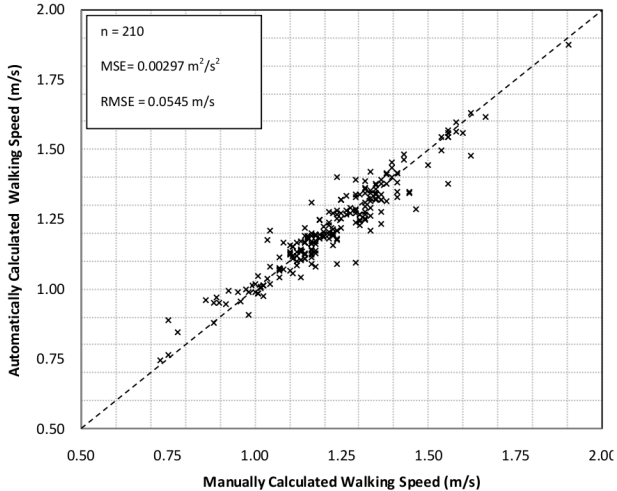
Détection et suivi automatiques des piétons

- ▶ **Plus difficile** que pour les véhicules
 - ▶ objets non-rigides
 - ▶ apparence variée
 - ▶ mouvements en groupe, plus “désordonnés”
- ▶ Utilisation de la même méthode de détection et suivi des objets en mouvement
 - ▶ classification selon la vitesse maximale des objets en mouvement, et leur trajectoire (groupement des trajectoires en deux temps)
 - ▶ limite : suivi de groupes de piétons
- ▶ Premiers travaux
 - ▶ collecte de données de vitesse des piétons (Vancouver)
 - ▶ sécurité des interactions piétons-véhicules (Vancouver), étude avant-après (Oakland)

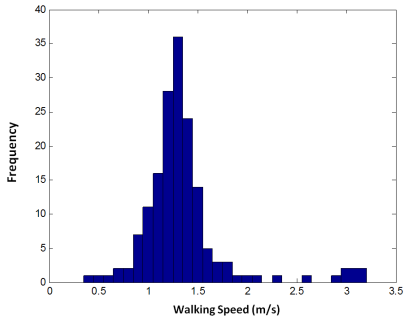
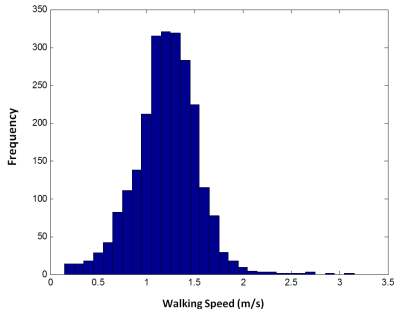
Validation des mesures de vitesse



Validation des mesures de vitesse



Distribution de la vitesse des piétons

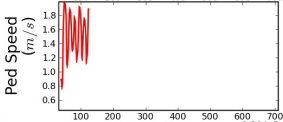
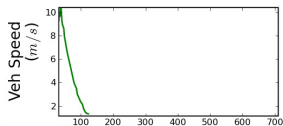
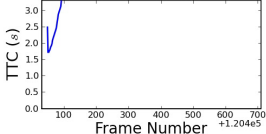
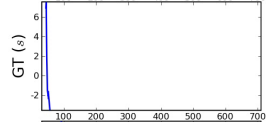
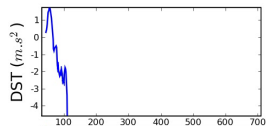
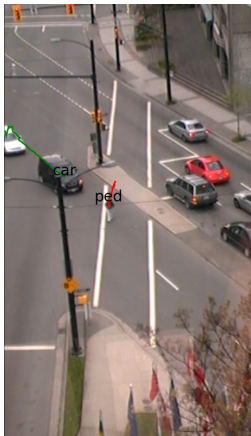


Données recueillies à Vancouver

Interactions entre piétons et véhicules

- ▶ TTC : intervalle de temps restant jusqu'à la collision entre deux véhicules si les mouvements continuent selon certaines hypothèses
- ▶ PET : intervalle de temps entre le passage d'un premier usager au point de collision potentiel et le passage du second usager au même point
- ▶ GT : PET projeté calculé à chaque instant par extrapolation des mouvements
- ▶ DST : décélération nécessaire pour éviter la collision

Interactions entre piétons et véhicules : résultats



Frame Number
PET = 3.80s

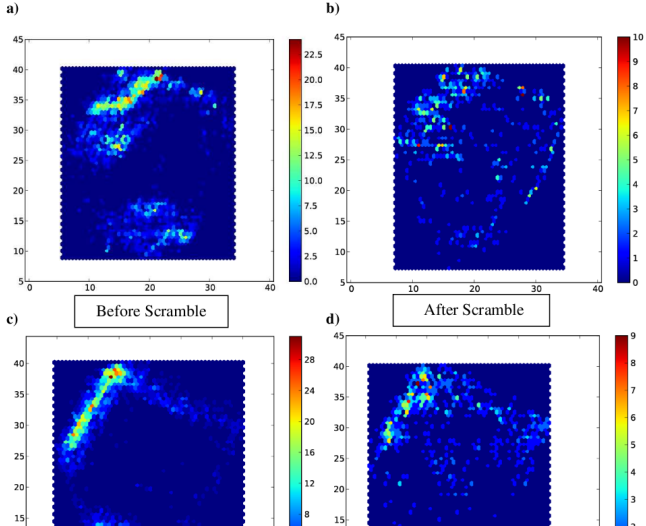
+1.204e5

Étude avant et après l'autorisation des passages des piétons en diagonal ("scramble phase")

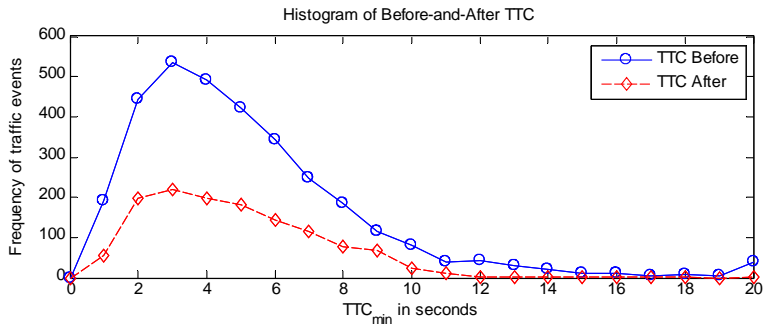


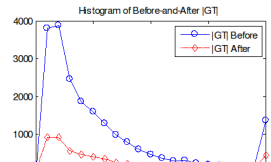
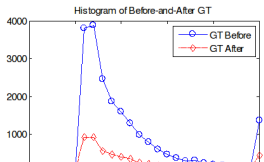
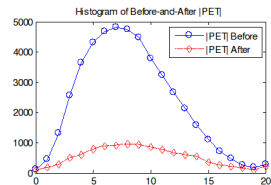
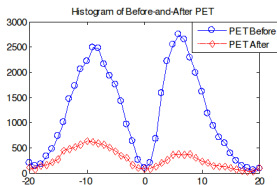
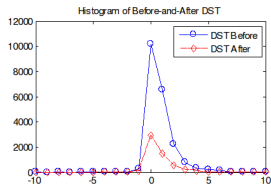
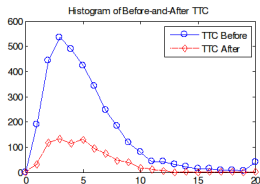
Données recueillies à Oakland

Distribution avant/après des points de collision



Distribution des indicateurs de sévérité traditionnels





Conclusion

- ▶ Démonstration de méthodes **automatiques** pour recueillir des données de trafic sur tous les usagers, y compris les piétons
- ▶ Méthodes **proactives** pour le diagnostic de la sécurité routière
- ▶ Outils de fouille et de visualisation de données

Perspectives

- ▶ Intérêt soutenu pour les piétons : lancement d'un sous-comité TRB sur la modélisation des piétons (Tarek Sayed, UBC)
- ▶ Suite de travaux de Catherine Morency (EPM) : étude de la longueur des foulées des piétons

Collaboration avec Jean-Michel Auberlet

- ▶ Collecte de données sur les piétons en situation de traversée



- ▶ Plateforme “open source” de simulation des déplacements piétons
 - ▶ “open science”
 - ▶ standards ouverts
 - ▶ outils et données publiques
 - ▶ expériences et évaluations reproductibles, comparaisons

Projet stratégique CRSNG

- ▶ Projet sur la détection et le suivi automatique des piétons pour le génie des transports et de la circulation
 - ▶ collaboration avec Greg Mori (Simon Fraser University) et Tarek Sayed (University of British Columbia)
 - ▶ soutenu par la ville de Montréal
- ▶ Applications
 - ▶ Sécurité
 - ▶ étude des interactions des piétons avec les véhicules motorisés et les vélos
 - ▶ mesure de l'exposition des piétons au risque de collision
 - ▶ Collecte de données piétons et étude du comportement des piétons
 - ▶ stratégies de traversée de la rue
 - ▶ modélisation des piétons : calibration et validation de simulation de piétons à l'aide de données réelles
 - ▶ calcul automatique du niveau de service pour les piétons

Travaux effectués avec Tarek Sayed, Karim Ismail et Clark Lim
(University of British Columbia)

`http://nicolas.saunier.confins.net`

Questions ?