

Cartographie 3D par LiDAR terrestre mobile

Entre robotique, géomatique et nouveaux usages



Pr. François Goulette
Centre de Robotique – CAOR
MINES ParisTech

7 avril 2014

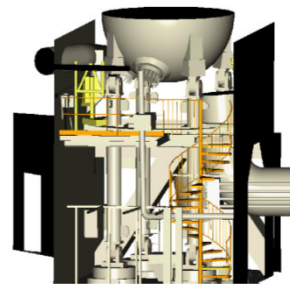
Plan

1. Un peu d'histoire
2. Travaux en cours
3. Quelles tendances ?

1. Un peu d'histoire

- Automatisation de maintenance en environnements industriels
- Modélisation 3D d'environnements routiers et urbains

Automatisation de maintenance en environnements industriels (1993)

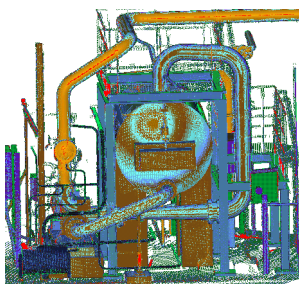


Maquette de bol de Générateur de Vapeur (GV)

Zones confinées d'interventions en centrales nucléaires

[Robotique]

Modélisation 3D par relevés laser

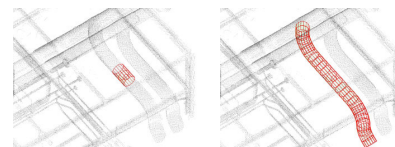


Relevé laser et modèle « Tei Que Construit » (TQC) d'un environnement industriel

Méthodes :
• **Photogrammétrie**
• **Relevés laser** – scanner à triangulation SOISIC (MENSI) (LiDAR)

→ Robustesse et précision
→ Recherche de productivité

Segmentation semi-automatique par « propagation contrainte »

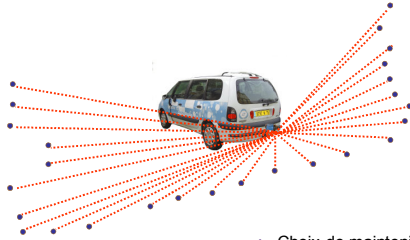


Étapes de segmentation par propagation contrainte

- Travaux Ecole des Mines – MENSI – EDF
- Résultats intégrés dans un logiciel commercial
- Prix de l'innovation Trimble

[Thèse de T. Chaperon, 2002]

Modélisation 3D d'environnements urbains et routiers (2002)



Le prototype LARA-3D (2002)
[Thèse de I. Abuhadrous, 2005]

→ Choix de maintenir et faire évoluer la plateforme
Système Mobile de Cartographie

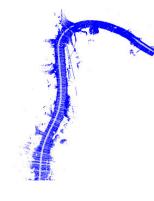
7

Modèles de routes et sécurité routière

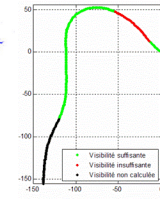
Cartes de visibilité – avec LCPC / LRPC Strasbourg



Image aérienne



Relevé laser - points 3D



Carte calculée [JSI 2006]

[Thèse de X. Brun, 2007]

8

Fusion de données multiples (projet Terra Numerica)

Video acquisition urbaine



[Thèses de J.-E. Deschaud 2010, T. Ridene 2010, H.-J. Yoo 2011, K. Narayan 2011]

Rue Soufflot, Paris
Points 3D couleur : Données LARA-3D (CAOR)
Gris : MNS (IGN)

Systèmes Mobiles de Cartographie ?

• Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)

- Villes en 3D...
- GPS, bases de données routières
- Collecte d'informations



Google Earth®

• Systèmes Mobiles de Cartographie (Mobile Mapping Systems)

- Compromis entre acquisitions aéroportées et terrestres fixes
- Images (TeleAtlas, Google Car)
- LiDAR ... → géométrie 3D
- Terrestres, aériens (drones)...

Musée du Louvre en 3D
[Géomatique]

10

Plan

1. Un peu d'histoire
2. Travaux en cours
3. Quelles tendances ?

11

2. Travaux en cours

- Numérisation précise et voirie urbaine :
 - Projet Terra Mobilita
- Modélisation de routes pour les simulateurs :
 - Projet SIMVIR

12

Numérisation précise : projet TerraMobilita

www.terramobilita.fr

De l'utilité de la 3D précise avec systèmes mobiles...

- Buts :
 - Cartographies 3D de voirie urbaine : relevé laser mobile avec une précision centimétrique
 - Applications et services : gestion et entretien de l'espace public, mobilité et circulations douces, accessibilité PMR

8 Partenaires



MINES ParisTech

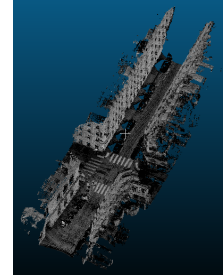
- Centre de Robotique (CAOR) : acquisition de données précises
- Centre de Morphologie Mathématique (CMM) : traitement sémantique

13

Nouvelle plateforme L3D2: Velodyne



- Véhicule L3D2
- Localisation par fusion de capteurs (GPS, centrale inertielle, odomètre)
- LiDAR Velodyne HDL-32E (700 000 pts/s)

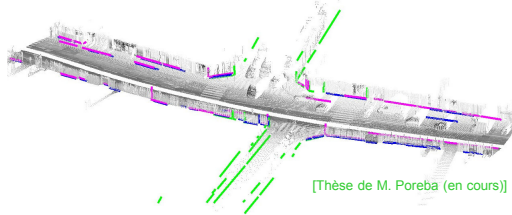


10 Mpts / 75 m

14

Comment évaluer la précision des relevés laser mobiles ?

- Nouvelle méthode adaptée [POR12,POR13]
- Basée sur l'extraction de lignes
- Comparaison avec des références (relatives, absolues)



[Thèse de M. Poreba (en cours)]

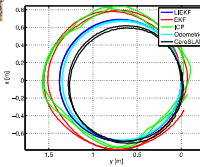
15

Peut-on améliorer la précision avec les données de profondeur ?

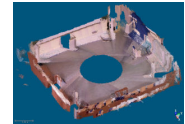


← Fusion de données « Images de profondeur » (Kinect) / « Centrale Inertielle »
Plateforme robotique WiFiBot

Comparaison de la méthode proposée IEKF
Robustesse démontrée vs. EKF ou ICP seul



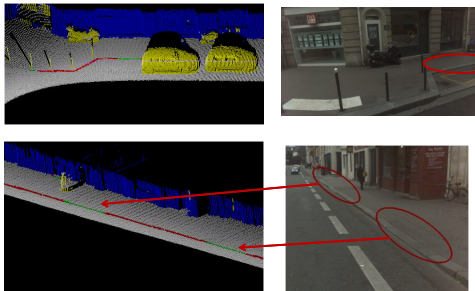
Tests prévus sur données L3D2 – travail en cours [Barczyk et al.]



↑ Résultat sur cartographie d'intérieur

Accessibilité des trottoirs (MINES ParisTech / CMM)

— trottoir accessible
— Trottoir inaccessible

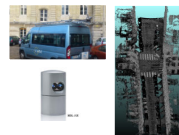


A. Serna and B. Marcotegui. « Urban accessibility diagnosis from mobile laser scanning data » ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (2013)

17

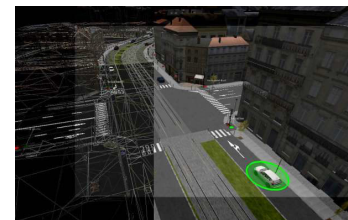
Routes et simulateurs de conduite : projet SIMVIR

De l'utilité de l'automatisation de la production par la 3D mobile ...



Numérisation de route par système mobile et génération de modèle

Video Montbéliard



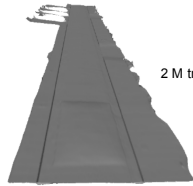
Environnement Virtuel pour simulateur © OKTAL

18

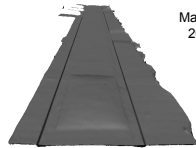
Scalabilité & Préservation des Détails



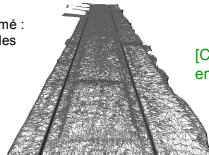
rue Cassette, Paris



2 M triangles



Maillage décimé :
200 k triangles



[Craciun 2013,
en cours]

19

Plan

1. Un peu d'histoire
2. Travaux en cours
3. Quelles tendances ?

20

3. Tendances - techniques

- Acquisition : quantité, qualité
- Démocratisation de la modélisation d'intérieur...
 - Kinect (≠ LiDAR ?)...
 - Systèmes mobiles...
- Traitement des données : Big Data
- Vers une convergence photo / laser ?
- Normalisation : CityGML, etc.

21

3. Tendances

[Nouveaux usages]

- Professionnels :
 - Collectivités territoriales : maturité proche
 - Building Information Models (BIM)
 - Sécurité civile, pompiers, hôpitaux, bâtiments publics... (accès : extérieur / intérieur)
- Grand public :
 - Applications nomades...
 - Création / mise à jour collaborative des cartes
 - Conduite automatique...

22

MERCI

23