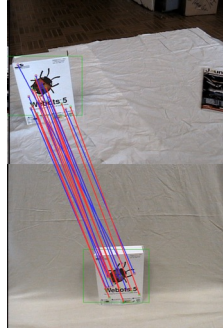


Approche

Pour l'exploration de bâtiments, l'équipe PACOM a choisi de développer un robot unique, de grande taille, disposant d'une puissance de calcul étendue et de nombreux capteurs, avec une large autonomie énergétique. La base mobile utilisée est un robot Pioneer 3dx de la société *MobileRobots* sur laquelle nous avons ajouté deux ordinateurs et un second télémètre laser. La cartographie 2D de l'environnement est réalisée en utilisant un télémètre laser à balayage. Cette carte est complétée par l'ajout d'informations sémantiques telles que les pièces et les objets détectés et par un nuage de points 3D représentant l'environnement. Une méthode d'exploration stochastique permet de décider de la trajectoire du robot pour rechercher les objets présents. La détection des objets est assurée par une approche de « sacs de mots » visuels complétée par une mise en correspondance géométrique pour leur localisation dans l'image.

Détection d'objets

- Approche en deux temps : détection – localisation
- Détection par sacs de mots visuels
 - Extraction de points SURF
 - Clusterisation par k-means hiérarchique
 - Regroupement des points par zones saillantes
 - Estimation Bayésienne de la présence d'objets dans chaque zone saillante
- Localisation par mise en correspondance géométrique
 - Mise en correspondance de l'image avec chaque image d'apprentissage de l'objet détecté
 - Calcul d'une homographie via RANSAC
 - Estimation de la position et de la distance de l'objet



Cartographie sémantique

- Localisation des objets
- Estimation de la position perçue dans le repère monde
- Intégration des détections par filtrage de Kalman
- Détection et comptage des pièces
- Détection et fermeture des portes
- Recherche des composantes connexes
- Filtrage selon la taille des composantes
- Intégration du nuage de points 3D
- Génération des fichiers résultats



SLAM – Planification

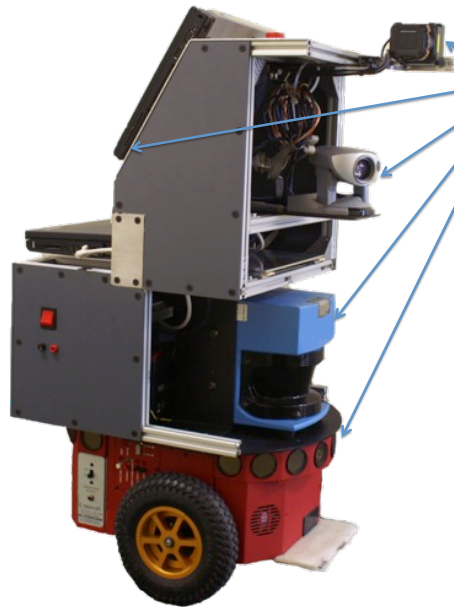
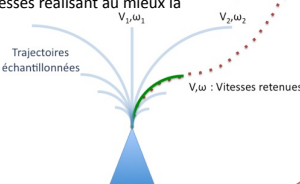
- SLAM 2D utilisant le télémètre laser SICK
- Bibliothèque KARTO de SRI
- SLAM par filtrage particulaire



- Planification globale au sein de la carte générée
- Planification locale pour les obstacles dynamiques
- Prise en compte des sonars et du second laser

Guidage

- Méthode de la fenêtre dynamique
- Échantillonnage des trajectoires du robot
- Choix des vitesses réalisant au mieux la trajectoire

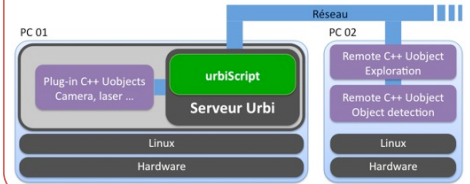


Architecture Matérielle

- télémètre laser Hokuyo pour la cartographie 3D
- 2 PC portables en réseau via 1 routeur WIFI
- caméra pan-tilt cannon vcc50i
- télémètre laser SICK pour le SLAM 2D
- Base mobile Pioneer 3dx
 - 2 roues contrôlées différentiellement
 - ceinture de télémètres ultrason
 - microcontrôleur et PC embarqué

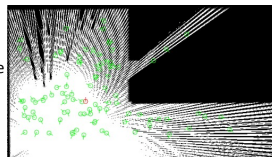
Architecture Logicielle

- Basée sur le Framework Urbi de GOSTAI
- Ensemble d'objets C++ répartis
- Coordination des objets par le langage urbiScript
- Exécution en parallèle de l'ensemble des fonctionnalités



Exploration

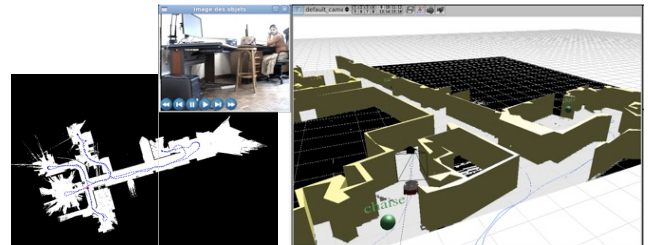
- Exploration guidée par la recherche d'objets
- Méthode stochastique
 - Enregistrement des zones perçues par la caméra
 - Tirage aléatoire de positions accessibles
 - Sélection de la position permettant de percevoir le plus d'espace libre et inconnu
- Exploration en deux étapes
 - Découverte rapide de l'environnement et recherche des gros objets
 - Recherche des petits objets
- Pas d'exploration explicite pour le SLAM laser



Carte de l'environnement, positions évaluées en vert, position retenue en rouge.

Interfaces

- Interface 3D permettant le rejeu et l'analyse de la mission (logiciel Peekabot)



- Visualisation et analyse 2D de la carte sémantique

L'équipe



L'ENSTA ParisTech est leader du projet et responsable de la cartographie sémantique, du guidage et de l'exploration.



L'ISIR est responsable de la détection d'objets, de la vision panoramique et de l'interface.



GOSTAI est responsable de l'infrastructure de développement et de l'intégration logicielle.



Le CRIIF a assuré la réalisation de la plateforme en tant que sous-traitant.