

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER



MASTER INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET
RECONNAISSANCE DES FORMES
MASTER ROBOTIQUE : DÉCISION ET COMMANDE

Manuel développeur

Navigation Autonome de Robot Mobile

Auteurs:

Thibaut AGHNATIOS
Marine BOUCHET
Bruno DATO
Tristan KLEMPKA
Thibault LAGOUTE

Tuteurs:

Frédéric LERASLE
Michaël LAUER
Michel TAIX

13 mars 2017

Suivi du document

Nom du document	Version Majeure	Version Majeure	Date de création	Dernière version
Rapport	A	0	13/03/2017	13/03/2017

Auteurs du document

Rédaction	Intégration	Relecture	Validation Interne
Equipe	??	??	??

Validation du document

Validation	Nom	Date	Visa

Liste de diffusion

Le rapport du projet est diffusé à l'ensemble des clients et des intervenants externes aux projets.

Historiques de révision

Version	Modification apportée	Auteur	Date
A.0	Création du document	Bruno Dato	13/03/2017

Contents

1	Introduction	3
2	Navigation avec amers 2D dans un environnement connu	3
2.1	Solution mise en place	3
2.2	Commande haut niveau	4
2.3	Détection et localisation	4
2.3.1	Détection	4
2.3.2	Localisation	6
2.4	Commande	7
3	Conclusion	8

1 Introduction

Ce manuel donne les informations nécessaires à l'utilisation et à l'évolution du projet "Navigation autonome d'un robot mobile" du Master 2 IARF et RODECO. Celui-ci permet, à ce jour, d'effectuer une navigation autonome d'un Turtlebot dans un environnement connu, contenant des amers dont leur position et leur orientation sont connus. Ces indices visuels, récupérés par la kinect, capteur RGB-D, permettent de supprimer les erreurs systématiques de la localisation des capteurs proprioceptifs embarqués – de l'odométrie.

La navigation s'effectue entre la position initiale, dont la position est connue ou dans la zone de visibilité d'un amer, et une position finale :

Scénario	A	B
Départ	Position absolue	Position inconnue mais dans une zone de visibilité d'un marqueur
Arrivée	Position	Position

DESCR + deco

B Si pas de position en entrée

Le robot effectue une recherche de marqueur dans son champs visuel

Tant que pas de marqueur en vue

Le robot tourne de ?

Il effectue une autre recherche de marqueur dans son champs visuel

A Tant que le but est plus loin que le prochain marqueur dans sa direction

Le robot se déplace jusqu'à la zone de visibilité du marqueur le plus proche dans la direction du but

Le robot effectue une recherche de marqueur dans son champs visuel

Tant que pas de marqueur en vue

Le robot tourne de ?

Il effectue une autre recherche de marqueur dans son champs visuel

Le robot se déplace jusqu'au but

2 Navigation avec amers 2D dans un environnement connu

La tâche de navigation autonome se découpe en cinq briques : ++ de textes résumé texte

Détection qui permet de repérer les amers dans le champs de vision quand ils se présentent (cf. AR

Localisation qui permet de savoir où se trouve le robot, en utilisant soit les données d'odométrie interne, soit les données d'observation (cf. NOUS

Trajectoire qui permet de se déplacer en boucle fermée d'un point A à un point B (cf. NAV

Commande ”

Visibilité TH

Supervision qui gère le bon déroulement de la tâche, le déplacement du point de départ au point d'arrivée (cf.

2.1 Solution mise en place

L'architecture globale de notre produit est décrite par le schéma suivant :

Figure 1: Architecture ROS

2.2 Commande haut niveau

2.3 Détection et localisation

2.3.1 Détection

Utilisation

Nous détaillons ici les étapes nécessaires afin d'utiliser le noeud de détection. Ce noeud est lancé indépendamment des autres noeuds du système. Le fichier ROS de launch permet de lancer le noeud.

roslaunch localisation.launch

Ce fichier configure et lance la détection d'amer de type AR code à l'aide d'une bibliothèque spécialisée couplée à un noeud ROS. Plusieurs paramètres dans ce fichier peuvent être configurés.

- *marker_size* : Largeur (cm) des marqueurs AR utilisés
- *cam_image_topic* : Topic ROS du flux d'images de la caméra.
- *cam_info_topic* : Topic ROS des infos propres à la caméra. C'est ici que les données de calibrage sont récupérées.
- *output_frame* : Repère dans lequel sera exprimé le résultat de la détection.

Des paramètres supplémentaires se trouvent dans le fichier *localization_node.cpp*. Le changement de ces paramètres nécessite une compilation du noeud ROS.

- *DEBUG* : Active ou non les sorties de debug. Si cette option est activée, les transformations intermédiaires sont publiées.
- *TIMEOUT_AR_DETEC* : Temps d'attente maximum pour la réception d'un marqueur. Ce paramètre est utile lors de l'utilisation en réseau. La latence provoque des retards dans la publication des transformations. Il est donc nécessaire de donner une marge de temps au système. Lors de l'utilisation en mode local cette valeur peut être faible.
- *NB_MARKER* : Nombre de marqueurs total dans la scène.

Une fois le lancement effectué, l'utilisateur peut observer le comportement de ce noeud avec des sorties console.

- *GLOBAL_SEARCH* : La recherche de marqueur a été demandée.
- *MARKERDETECTED* : *ID_MARKER_DETECTED* : Identifiant du marqueur détecté.
- *LOOKINGFORTF* : *tf* : Nom de la transformée attendue.

Remarque : Les performances de la détection des marqueurs reposent sur une bonne calibration de la caméra.

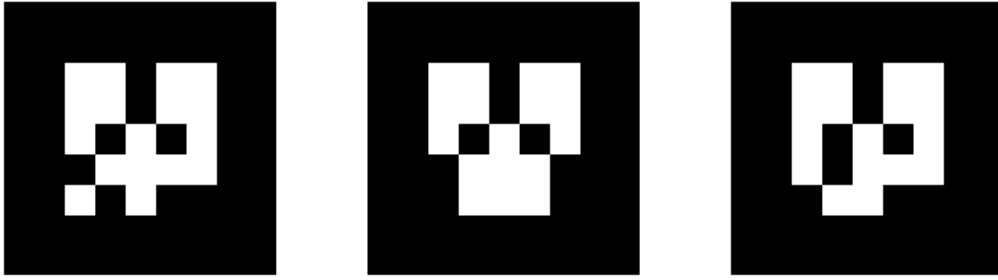


Figure 2: Exemple de marqueurs AR. Les valeurs 3, 4 et 5 sont codés avec ces marqueurs.

Fonctionnement

Afin de détecter les amers dans la scène nous avons recours à la brique ROS : *ar_track_alvar*. Cette brique est une interface qui permet d'intégrer à un projet ROS la librairie Alvar. Alvar est une librairie open source pour la détection de marqueur AR. Cette brique utilise le nuage de points 3D associé à la couleur pour identifier un marqueur. L'information de profondeur permet à l'algorithme de mieux repérer les plans des marqueurs dans la scène. Elle retourne l'identifiant, la position et l'orientation du marqueur dans la position de la */camera_rgb_optical_frame*, dans notre cas. La librairie fournit 55 AR tags et la possibilité d'entendre cette liste facilement. Dans notre cas, nous utilisons uniquement le noeud qui permet de lire plusieurs marqueurs, un par un, dans un même flux vidéo.

Mise en place physique :

Lors de notre projet nous avons utilisé des marqueurs de taille 16×16 cm. On place leur milieu à 31 cm du sol afin que l'axe caméra-marqueur soit le plus parallèle au sol possible.

Initialisation :

Le noeud *ar_track_alvar* s'initialise dans *localisation.launch* avec les paramètres suivant :

```
<arg name="marker_size" default="16" />
<arg name="max_new_marker_error" default="0.08" />
<arg name="max_track_error" default="0.2" />

<arg name="cam_image_topic"
      default="/camera/depth_registered/points" />
<arg name="cam_info_topic"
      default="/camera/depth_registered/camera_info" />
<arg name="output_frame" default="/camera_rgb_optical_frame" />
```

Lecture du contenu [?] :

On peut écouter les *ar_track_alvar_msgs::AlvarMarkers* que publie le noeud avec la commande :

```
rostopic echo /ar_marker_pose
```

Performances et évolutions :

L'orientation du marqueur trouvé par *ar_track_alvar* doit être : \vec{z} la normale et \vec{x} vers le haut. Il arrive, pour des problèmes inconnus (le réseau ?) que ce repère ne soit pas correctement capturé, avec par exemple, \vec{y} vers le haut. Le robot, à la fin de la localisation se trouve alors couché. Il faudrait alors comprendre d'où vient le problème ou, sinon, ne pas prendre en compte les orientations aberrantes.

DEGRES

2.3.2 Localisation

Utilisation

La node de localisation est lancée grâce à un fichier ROS de launch. Cependant, contrairement au noeud de détection, ce noeud ne se lance pas indépendamment des autres. Il est lancé avec l'ensemble du système de navigation avec la commande suivante.

roslaunch navigation.launch

Ce fichier configure et lance le système de navigation qui comprend la node de localisation. On trouve dans ce fichier des paramètres propre à la localisation pouvant être configurés.

- *map_file* : Chemin de la carte utilisée pour la navigation. Notre système utilise le noeud ROS *map_server* pour le chargement de la carte.
- *marker_tf_publisher_X* : L'utilisateur renseigne ici, pour chaque marqueur, la transformée qui sera publiée pour le repérer sur la carte. L'orientation est renseignée avec un quaternion.

Avant toute chose, il est important de rappeler que quelque soit la situation :

- */map* → */odom* → */base_link* (cf. <http://www.ros.org/reps/rep-0105.html>)
- ATTENTION AU REPERE MAP [?]
- */odom* est le repère relatif de l'odométrie, assimilé certain, du robot et est placé au départ sur */map*. Il est en quelque sorte le point de départ d'un déplacement. Etant donné que ce repère drift au cours du déplacement du robot, il peut être étonné. La localisation via un amer connu permet de placer le repère */odom* au bon endroit, et de réinitialiser l'odométrie, ce qui place */base_link* au même endroit. C'est une localisation absolue.
- chaque frame peut avoir plusieurs fils mais qu'un seul parent
- la transformée entre deux frames est décrite par deux attributs :
 - *m_origin* : Vector3 de translation
 - *m_basis* : Matrix3x3 de rotation

localisation_node.cpp :

Ce noeud permet d'envoyer la nouvelle localisation du robot si il détecte un marqueur.

La recherche se déclenche uniquement quand la commande haut niveau publie un `<std_msgs::Empty>` sur le topic */nav/HLC/askForMarker*.

Dans le cas où un marqueur est visible :

init */map* → */odom* → */baselink* → */camera_rgb_frame* → */camera_rgb_optical_frame*

arrivée d'un marker */camera_rgb_optical_frame* → */ar_marker_0*

traitement

/baselink → */camera_rgb_frame* → */camera_rgb_optical_frame* → */ar_marker_0*

on sait donc */ar_marker_0* → */baselink* = */marker_0* → */baselink*

sachant */map* → */marker_0*, on sait */map* → */baselink* = */map* → */odom*

Cette transformation est envoyée sur */new_odom* que l'on publie avec le publisher *odom_pub*.

On publie également l'id du marqueur vu sur */nav/loca/markerSeen* sous un `<std_msgs::Int16>`.

Dans le cas où on ne voit rien on publie : -1

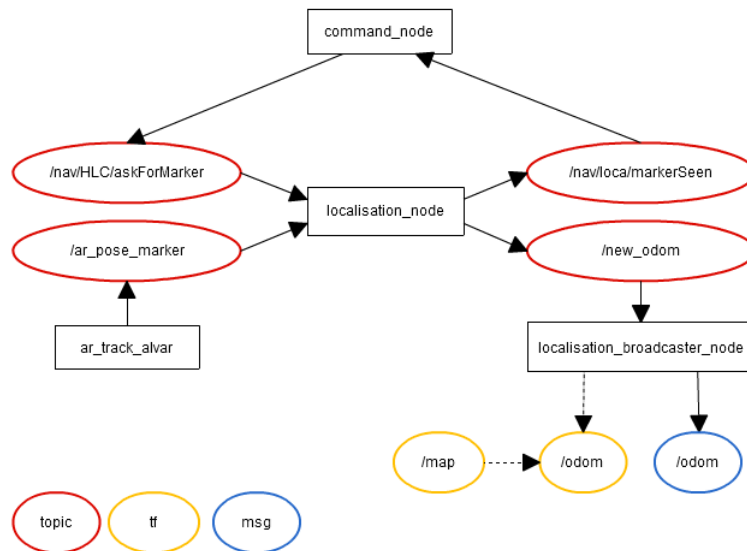


Figure 3: texte de la légende

on_broadcaster_node.cpp :

Ce nœud permet de tout le temps broadcaster la transform entre /map et /odom. Il souscrit à la `<geometry_msgs::Transform> /new_odom`, qui contient la "nouvelle" position certaine du robot. Dès que celle-ci est publiée, /odom actualise sa position et on réinitialise le `nav_msgs/Odometry` : il devient notre nouveau référentiel.

2.4 Commande

Utilisation

Pour la version actuelle du projet, la commande est effectuée par une brique ROS. La brique `move_base` réalise la commande afin de suivre la trajectoire générée par la brique trajectoire. Cette brique est lancée dans un fichier ROS de launch.

`roslaunch navigation.launch`

La commande peut être configurée à l'aide du fichier XML : `move_base.launch.xml`. Ce fichier XML référence un ensemble de fichiers XML qui configure la commande. Une description exhaustive des paramètres de cette brique peut être trouvée à cette adresse :

http://wiki.ros.org/move_base

Fonctionnement

Pendant le début du projet une ébauche de commande a été réalisée. Celle-ci est simple, elle permet un déplacement en ligne droite et une rotation sur place. Cette commande est en boucle ouverte. Il peut être intéressant de continuer ce travail afin de prendre en compte une correction odométrique notamment lors d'un évitement d'obstacle lorsque le système reprend la main sur la `navigation_stack`.

Cette ébauche se trouve dans le fichier `commande_node.cpp`

Cette node, bien qu'inactive, est lancée dans le fichier ROS de launch `navigation.launch`

3 Conclusion

List of Figures

1	Architecture ROS	3
2	Exemple de marqueurs AR. Les valeurs 3, 4 et 5 sont codés avec ces marqueurs. .	5
3	texte de la légende	7

ANNEXE