

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

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Présentation du projet</b>	<b>3</b>
1.1	Contexte . . . . .	3
1.2	Problématiques . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Recherche balle</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Navigation avec amers 2D dans un environnement connu</b>	<b>5</b>
3.1	Solution mise en place . . . . .	5
3.2	Commande haut niveau . . . . .	5
3.3	Détection et localisation . . . . .	5
3.3.1	Détection . . . . .	5
3.3.2	Localisation . . . . .	6
3.4	Commande . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>8</b>

# 1 Présentation du projet

## 1.1 Contexte

## 1.2 Problématiques

## 2 Recherche balle

## 3 Navigation avec amers 2D dans un environnement connu

### 3.1 Solution mise en place

### 3.2 Commande haut niveau

### 3.3 Détection et localisation

#### 3.3.1 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* : Largueur (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 transformées. 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.

##### CALIBRAGE

Pour la détection, nous utilisons la librairie *ar\_track\_alvar* qui utilise des marqueurs AR tags. Cette librairie permet de détecter et de suivre ces markers en utilisant la [?]. Elle retourne l'identifiant, la position et l'orientation du marker 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 ne permet de lire plusieurs AR tags à la fois dans la même capture du flux vidéos.

##### Mise en place physique :

On a utilisé des AR tags de 16 × 16 cm. On place leur milieu à 31 cm du sol.

##### Initialisation :

Le noeud *ar\_track\_alvar* s'initialise dans *localisation.launch* avec les paramètres suivant :

```
<arg name="marker_size" default="16" />
```

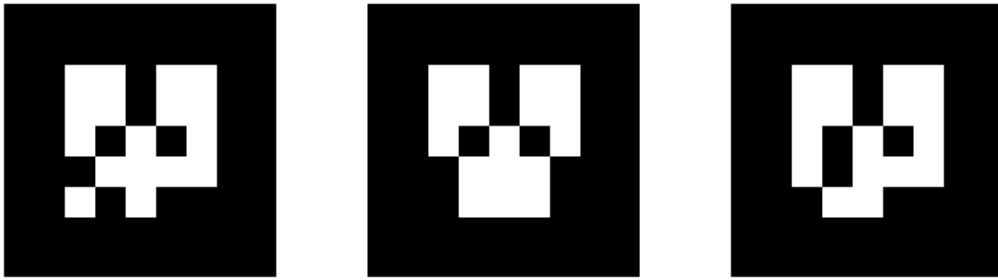


FIGURE 1 – texte de la légende

```
<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 nœud 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. La détection des marqueurs de  $16 \times 16$  cm s'effectue jusqu'à 2m 25 avec une précision de 2 cm et jusqu'à  $45^\circ$  d'angle à  $5^\circ$  près. Il serait intéressant, à l'avenir, d'approfondir les résultats obtenus avec d'autres tailles si l'erreur est trop aléatoire, ou alors, intégrer un filtre de Kalman pour fusionner les données odométriques et les observations.

### 3.3.2 Localisation

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

- `/map`  $\rightarrow$  `/odom`  $\rightarrow$  `/base_link` (cf. <http://www.ros.org/rep/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 transformé entre deux frames est décrite par deux attributs :
  - `m_origin` : Vector3 de translation
  - `m_basis` : Matrix3x3 de rotation

localisation\_node.cpp :

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

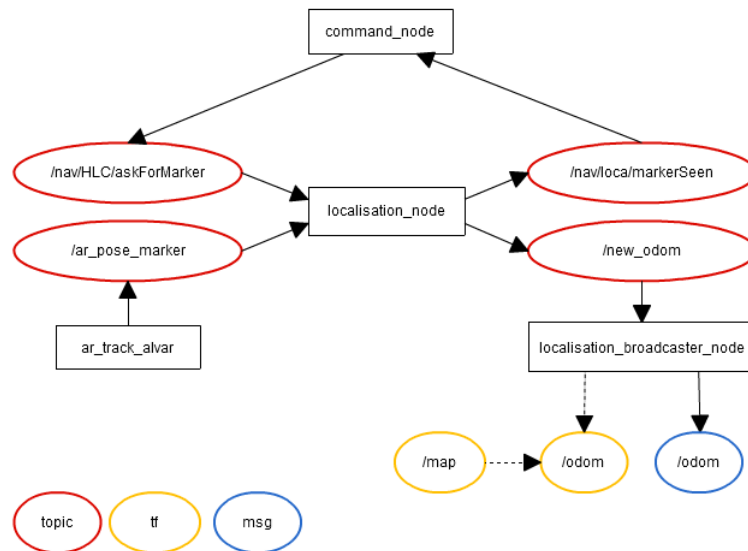


FIGURE 2 – texte de la légende

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

Dans le cas ou un marqueur est visible :

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

arrivée d'un marqueur `/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 envoyé sur `/new_odom` que l'on publie avec le publisher `odom_pub`.

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

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

`localisation_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.

### 3.4 Commande



## 4 Conclusion

**Table des figures**

1	texte de la légende . . . . .	6
2	texte de la légende . . . . .	7

## ANNEXE