

Outils libres pour la robotique

Matthieu Herrb

LAAS-CNRS



Université
de Toulouse

JDEV - 6 septembre 2013



Ce document est sous licence

Creative Commons Paternité - Partage à l'Identique 3.0 non transposé.

Le texte complet de cette licence est disponible à l'adresse :

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

À propos de l'auteur

Matthieu Herrb

Ingénieur de Recherche au LAAS du CNRS à Toulouse
Responsable de la plateforme robotique

Activités dans le logiciel libre en dehors de la robotique :

- OpenBSD
- X.Org
- Tetaneutral.net

`mailto:matthieu.herrb@laas.fr`

Agenda

- 1 Introduction
- 2 Logiciel
 - ROS
 - Openrobots
 - Autres
- 3 Matériel
- 4 Structures de la recherche en Robotique
- 5 Conclusion

Agenda

1 Introduction

2 Logiciel

- ROS
- Openrobots
- Autres

3 Matériel

4 Structures de la recherche en Robotique

5 Conclusion

Robotique : domaine vaste et multi-disciplinaire

- **Informatique** : intelligence artificielle, algorithmique, temps-réel, réseau
- **Maths appliquées** : géométrie, optimisation,
- **Automatique** : traitement du signal, filtrage
- **Mécanique** : conception, dynamique
- **Électronique** : numérique, analogique, hyper-fréquences, capteurs

Logiciels pour la robotique

Vaste domaine qui recouvre les 5 domaines cités précédemment.

Dans un robot autonome :

- calculateur(s) + système(s) d'exploitation
(avec composantes temps-réel)
- micro-contrôleurs dédiés (contrôleurs de moteurs, capteurs,...)
- dispositifs d'E/S avec pilotes spécifiques (caméras Firewire/USB/imageLink,... contrôleurs de bus CAN, Ethercat,..., ports série haute vitesse...)
- logiciels de base pour ces E/S « HAL »
- algorithmes de traitement pour construire des modèles de l'environnement du robot (stéréovision, fusion de données, extraction et suivi de points d'intérêt,
- algorithmes de commande : asservissements, évitement d'obstacle, commande dynamique,...

Logiciels pour la robotique (2)

- algorithmes de raisonnement et de planification géométrique 2D ou 3D, prenant en compte tous types de contraintes
- algorithmes de planification de tâches et de supervision
- mécanismes d'apprentissage
- gestion de communications réseau (sans-fils,...)
- interfaces homme / machine
- outils de mise au point, de simulation

Plateformes logicielles pour la robotique

- Nées du besoin d'intégrer tous ces composants logiciels
- Développées par des laboratoires ou des industriels
- Besoin de standardisation, d'inter-opérabilité
- Échec des solutions propriétaires ([Microsoft Robotics Studio](#))

Agenda

1 Introduction

2 Logiciel

- ROS
- Openrobots
- Autres

3 Matériel

4 Structures de la recherche en Robotique

5 Conclusion

Agenda

- 1 Introduction
- 2 Logiciel
 - ROS
 - Openrobots
 - Autres
- 3 Matériel
- 4 Structures de la recherche en Robotique
- 5 Conclusion

<http://www.ros.org>

Ensemble de logiciels initiés par Willow Garage et l'Open Source Robotics Foundation (<http://www.osrfoundation.org/>)

- Un middleware (ROSComm)
- Un simulateur (Gazebo)
- Des pilotes pour capteurs et actionneurs
- Des piles applicatives (navigation, manipulation, ...)
- S'appuie sur des bibliothèques fonctionnelles maintenues par des spinoffs

Le robot PR2

Produit phare de Willow Garage pour le développement initial et la diffusion de ROS

- base mobile
- 2 bras + 2 pinces + 2 caméras
- tête pan/tilt 4 caméras + kinect
- télémètres 3D + 2D
- capteurs inertiels
- 2 PCs surpuissants



Middleware ROS

- multi-plateformes (Linux, Windows, Android, arduino,...)
- bindings C++, Python, Java, Lua,...
- Communication orientée messages avec mécanisme d'abonnement
- Services (RPCs)
- Nombreux outils d'introspection

Stacks pour robots

- PR2
- Turtlebot
- nombreuses plateformes de laboratoires

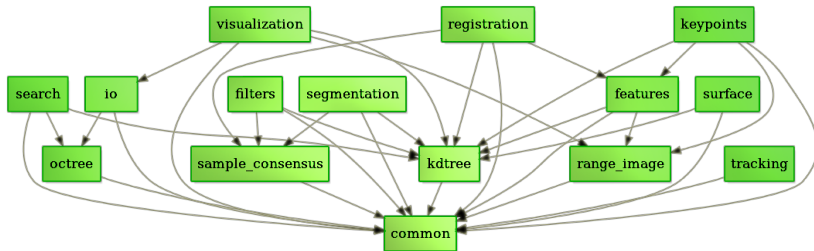
Fonctions :

- navigation (modèle d'environnement + planification + exécution)
- manipulation d'objets (reconnaissance + localisation + saisie)
- dialogue (synthèse + reconnaissance vocale)

Prise en charge de très nombreux capteurs/actionneurs du marché.

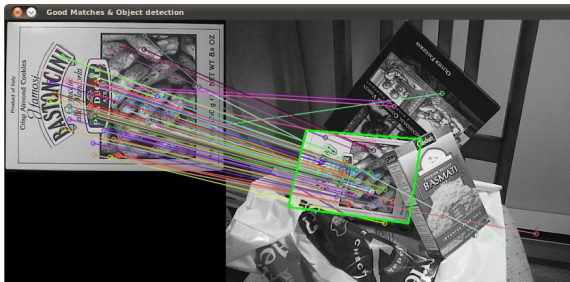
<http://pointclouds.org/>

Point Cloud Library - traitements sur des nuages de points 3D



<http://www.opencv.org>

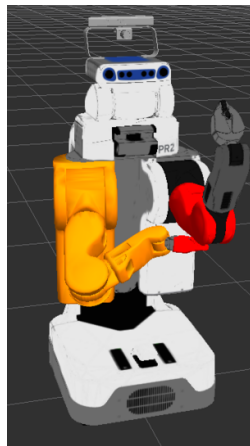
Computer Vision Library.
Initialement développée par Intel,
repris par l'OSRF.



<http://movit.ros.org/>

Environnement de raisonnement et de
planification géométrique :

- détection de collisions
- planification de trajectoires 2D et 3D



Agenda

1 Introduction

2 Logiciel

- ROS

- Openrobots

- Autres

3 Matériel

4 Structures de la recherche en Robotique

5 Conclusion

<http://www.openrobots.org/>

Logiciels libres pour la robotique développés au LAAS
Ensemble de composants couvrant plus ou moins les domaines listés précédemment.

pocolibs middleware orienté temps-réel, développé au LAAS depuis + de 20 ans.

- Concepts : client/serveur + mémoire partagée
- Développé sur VxWorks, portage sur Linux, Xenomai, *BSD,...
- Performances temps-réel bien meilleures que ROS ou Yarp.

<http://genom.openrobots.org/>

Générateur de composants logiciels pour une architecture de contrôle :

- blocs fonctionnels élémentaires : *codels*
- exécution asynchrone
- accès aux données
- contrôlable (interruption, observation de l'état)
- fonctionnement homogène de tous les composants

Nouvelle version : Genom 3 Indépendante du middleware, supporte : ROS, Pocolibs,...

<http://homepages.laas.fr/mallet/soft/architecture/genom3>

<http://openprs.openrobots.org/>

Procedural Reasoning System - supervision & contrôle d'exécution.

- noyau : exécute des procédures.
- base de faits : contient des assertions sur le monde
- base de connaissances : contient des procédures opérationnelles (OP), représentant des moyens d'atteindre un but.
- graphe d'intentions : l'ensemble des buts et des procédures actives qui ont été sélectionnées pour les réaliser.
- moteur d'inférence : responsable de la sélection et de l'exécution des OP adaptés à la réalisation des buts fixés par l'utilisateur.



<http://morse.openrobots.org/>

Simulateur pour la robotique. Basé sur la Game Engine Blender.

- Nombreux modèles de robots et de capteurs existants pré-définis
- Choix du niveau de simulation / niveau de réalisme
- Interfaces avec middlewares robotiques (ROS, Yarp, pocolibs,...)
- Contributions de 12+ labos



<http://robotpkg.openrobots.org/>

Dérivé de pkgsrc (NetBSD)

Outil de paquetage de logiciels de robotique

Permet de gérer les dépendances

Intégration continue

robotpkg bulk build results

robotpkg - (o) - About Documentation Index Bulk Builds Remove

robotpkg bulk build results

Summary (browse by category or all)

Platform	Packages			Total	Date	Last update		On Air	Log
	Available	Not available	Broken (by others)			Time	Updates		
Debian-7.1-x86_64	273	74	2 (0)	349	2013/08/30	19:43:55	31	Idle	View
Fedora-18-x86_64	282	57	3 (0)	340	2013/08/31	00:42:53	247	Idle	View
Fedora-19-x86_64	279	59	0 (0)	338	2013/08/30	19:52:09	13	Idle	View
NetBSD-6.1.1-x86_64	242	95	0 (0)	337	2013/08/30	19:44:57	14	Idle	View
Ubuntu-10.04-i386	231	107	1 (0)	339	2013/08/30	19:07:56	62	Idle	View
Ubuntu-12.04-i386	282	56	1 (0)	339	2013/08/30	19:43:03	12	Idle	View
Ubuntu-12.10-x86_64	281	57	1 (0)	339	2013/08/30	19:34:15	13	Idle	View
Ubuntu-13.04-x86_64	271	64	0 (0)	335	2013/08/30	19:59:38	19	Idle	View

Top ten offenders (browse broken packages and packages not available)

Category	Package	Oldest update	Statistics	Status								
				Max build time	Breaks	Debian 7.1 x86_64	Fedora 18	Fedora 19	NetBSD 6.1.1	Ubuntu 10.04	Ubuntu 12.04	Ubuntu 12.10
robots	sst-openhp-2.5.1-hrp2-leas	2013/08/30	00:07:52	0	Broken	Broken	N/A	N/A	Broken	Broken	Broken	N/A
sysutils	py26-aufigure-0.5	2013/08/30	00:00:04	0	Broken	?	?	?	OK	?	?	?

Generated by rbulk-report-20130826 - Sat Aug 31 00:42:59 CEST 2013

Agenda

- 1 Introduction
- 2 Logiciel
 - ROS
 - Openrobots
 - Autres
- 3 Matériel
- 4 Structures de la recherche en Robotique
- 5 Conclusion

- Yarp <http://eris.liralab.it/yarp/>
- Orocos <http://orocos.org/> 
- Rock <http://rock-robotics.org/>
- MRPT <http://www.mrpt.org/>
- Urbi <http://www.gostai.com/products/urbi/>
- **Bride** plug-in Eclipse pour le développement de composants basés sur **BRICS**

Nombreuses passerelles entre ces environnements.

Agenda

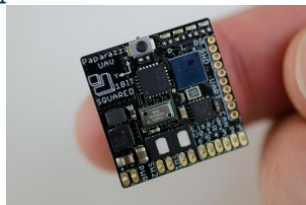
- 1 Introduction
- 2 Logiciel
 - ROS
 - Openrobots
 - Autres
- 3 Matériel**
- 4 Structures de la recherche en Robotique
- 5 Conclusion

Notion de *matériel libre* : 4 libertés fondamentales.

Pas beaucoup de briques de base entièrement libres

- complexité
- coût de fabrication
- problèmes de sécurité

Pilote automatique libre pour avions et quadcopters : matériel & logiciels. <http://paparazzi.enac.fr/>



Compétition internationale de micro-drônes à Toulouse dans 10 jours : <http://www.imav2013.org/>

Arduino & Co

<http://arduino.cc/>

Plusieurs kits robotiques autour de l'arduino par ex :

<http://arduino.cc/en/Main/Robot>

Alternatives : BeagleBone



<http://beagleboard.org/bone>

Robot humanoïde développé dans le cadre d'un projet européen (RobotCup). Plans libres (mais pas simple à faire soi-même...)



<http://www.icub.org/>

Utilisé dans plusieurs laboratoires français.

Turtlebot

<http://turtlebot.com/> Plateforme mobile d'intérieur à relativement bas coût (env. 1500 €), créé par Willow Garage.



Xtion, Kinect, Leap and Co

http://www.asus.com/Multimedia/Xtion_PRO/

<http://www.xbox.com/en-US/kinect/>

<http://leapmotion.com/>

Capteurs 3D performants et abordables, mais design non libre.

Outils de développement libres

- OpenNI <http://www.openni.org/>

Points d'entrée pour PCL.

Fablabs, Hacker Spaces

- moyens de fabrication de matériel
- rencontre avec artistes / designers
- compétences multiples assez proches
- nombreux hackers intéressés par la robotique

Agenda

- 1 Introduction
- 2 Logiciel
 - ROS
 - Openrobots
 - Autres
- 3 Matériel
- 4** Structures de la recherche en Robotique
- 5 Conclusion

<http://www.gdr-robotique.org/>

Groupement de Recherche du CNRS.
Regroupe 1300 chercheurs et ingénieurs de différents établissements publics et privés.

Groupe de travail **CAR** (Control Architectures for Robotics)
<http://www2.lirmm.fr/GTCAR/index.php/forum> plus spécialement orienté vers logiciels et plateformes.

Equipex Robotique de l'INSIS + INS2I du CNRS.

5 sous-réseaux et 15 laboratoires :

Robotique Médicale : TIMC, ICube, LIRMM, ISIR

Humanoides et interactions naturelles : ISIR, LAAS, ETIS,
LIRMM, IRCCyN, PPRIME, GIPSA-Lab, INRIA
Rennes

Robotique mobile : HEUDIASYC, LAAS, ISM, I3S, GIPSA-Lab

Micro-robotique : Femto-ST, ISIR

Robotique manufacturière : LIRMM, PPRIME, Institut Pascal,
IRCCyN

Budget : 9 M€ investissement + 180k€/an sur 8 ans fonctionnement.

<http://equipex-robotex.fr/>

Journées techniques Robotex

Organisées au LAAS les 2 et 3 juillet derniers.

- tour de présentation des labos présents
- discussions thématiques : simulation, plateformes logicielles, drones, capture de mouvement

https://cloud.laas.fr/public.php?service=shorty_relay&id=mu0sFOZMSU

Prochaines éditions plus ouvertes à l'ensemble de la communauté.

Agenda

- 1 Introduction
- 2 Logiciel
 - ROS
 - Openrobots
 - Autres
- 3 Matériel
- 4 Structures de la recherche en Robotique
- 5 Conclusion**

Conclusion

Vaste domaine

Intérêts réciproques avec le logiciel libre :

- pour la recherche (arguments de François Pellegrini) :
permettre de reproduire les expériences, valider les résultats,
<https://2011.jres.org/archives/196/index.htm>
- pour le marché (arguments de Willow Garage) : créer un
marché
<http://www.willowgarage.com/open-source-stance>

ROS est un cadre fédérateur très ambitieux, mais il reste de la place pour des projets qui complètent des manques de ROS.

Dispositifs matériels abordables.

Allez-y !

- brevets (matériel & logiciel)
- effet grand public : solutions toutes faites et fermées qui empêchent l'expérimentation (kinect 1ère génération par ex.)
- avenir industriel en France ?

Questions ?