

Architecture de pilotage de drones MAVLink avec ROS

Thomas FUHRMANN

20 juin 2018

Plan

- Introduction
 - Objectif
 - Comment on fait ?
- Hardware
- Software
- Architecture logicielle de contrôle
- Vol de drones en flotte
- Conclusion

Introduction

Objectif



Démonstration drone Intel - JO d'hiver 2018 - PyeongChang

Introduction

Objectif

- Comment réaliser cette démonstration avec ROS ?
 - ROS et les drones
 - Communication entre les drones
 - Algorithmes de gestion de flotte
- Cadre d'application : projet FUI AIRMES
 - Drones hétérogènes coopérant en flottille
 - Basé sur ROS
 - Heudiasyc chargé de la communication et la navigation

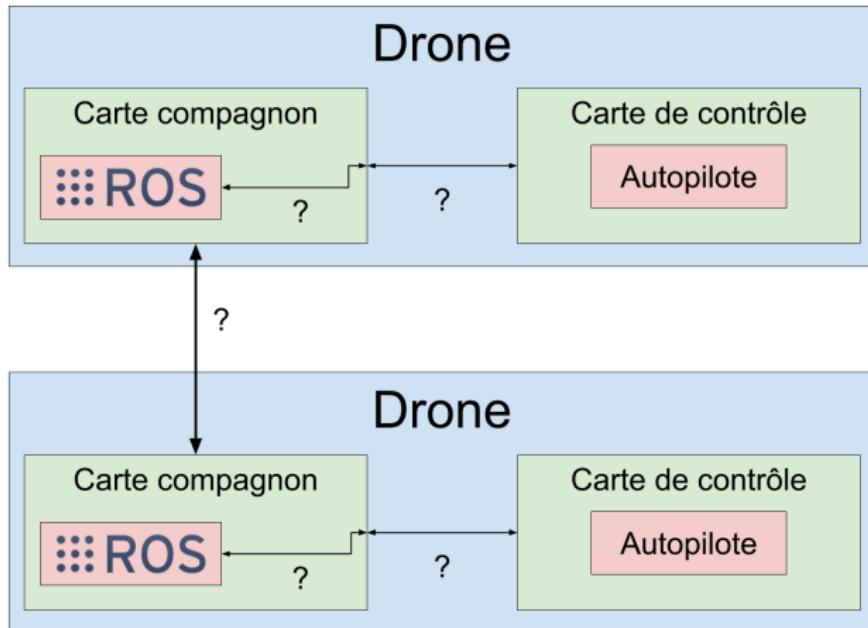
Introduction

Comment on fait ?

- Hardware
 - Choisir un drone
 - Choisir une carte de contrôle
 - Choisir une carte compagnon (facultatif)
- Software
 - Échanger des données entre les deux cartes
 - Remonter les données du drone à ROS
 - Faire communiquer les drones entre eux
 - Gérer la navigation en flotte

Introduction

Comment on fait ?



Plan

- Introduction
- Hardware
 - Sélection du drone
 - Choix de la carte de contrôle
 - Choix de la carte compagnon
- Software
- Architecture logicielle de contrôle
- Vol de drones en flotte
- Conclusion

Hardware

Choix du drone

- Drone complet (DJI, Parrot, Intel Aero, ...)
- Drone en kit
- Drone à concevoir et fabriquer



DJI Phantom



Intel Aero



Drone AIRMES



Parrot Bebop 2

Hardware

Choix de la carte de contrôle

- Souvent appelée autopilote
 - Arduino
 - Pixhawk
 - Navio
 - Erle Brain
 - ...



Arduino Mega



Emlid Navio



Erle brain 2



Pixhawk 1

Hardware

Choix de la carte de contrôle

Drone

Carte compagnon

ROS

Carte de contrôle

Autopilote

?

?

Hardware

Choix de la carte de contrôle

Drone

Carte compagnon

ROS

Pixhawk

Autopilote

?

?

Hardware

Choix de la carte compagnon

- Pour quoi faire ?
 - Découpler la puissance de calcul
 - Avoir un système d'exploitation
 - Ajouter des entrées / sorties
 - ...
- Cartes type
 - Raspberry Pi
 - Beagle Bone
 - ...



Raspberry Pi



Beagle Bone

Hardware

Choix de la carte compagnon

Drone

Carte compagnon

ROS

Pixhawk

Autopilote

?

?

Hardware

Choix de la carte compagnon

Drone

Raspberry Pi



Pixhawk

Autopilote

?

?

Plan

- Introduction
- Hardware
- Software
 - Communication entre les cartes
 - Choix autopilote
 - Intégration ROS
- Architecture logicielle de contrôle
- Vol de drones en flotte
- Conclusion

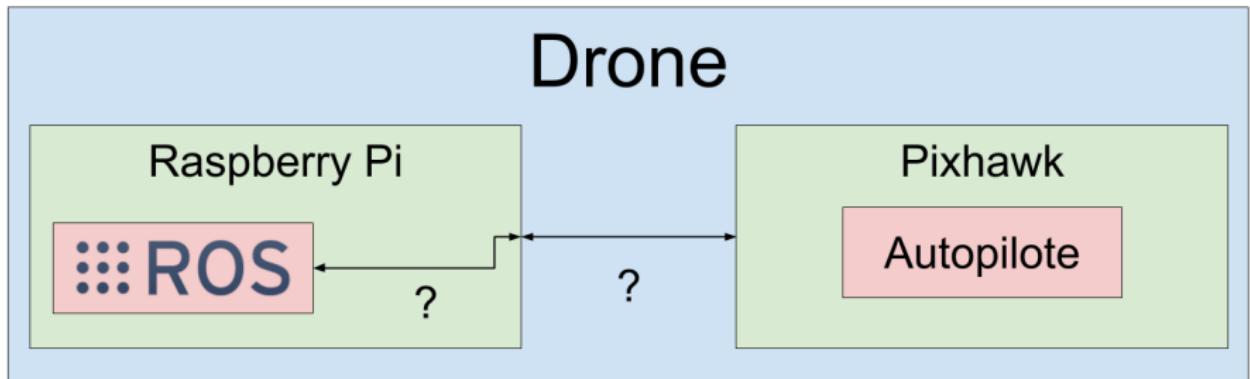
Software

Communication entre les cartes

- Liaison souvent série entre les cartes
- Nécessité d'adopter un protocole de communication
 - Protocole maison
 - Procole MAVLink
 - ...
- Protocole MAVLink
 - Micro Aerial Vehicle Link
 - Protocole léger, pensé pour la communication série
 - Basé sur des messages générés type header-only
 - Check CRC intégré
 - Massivement adopté et open-source

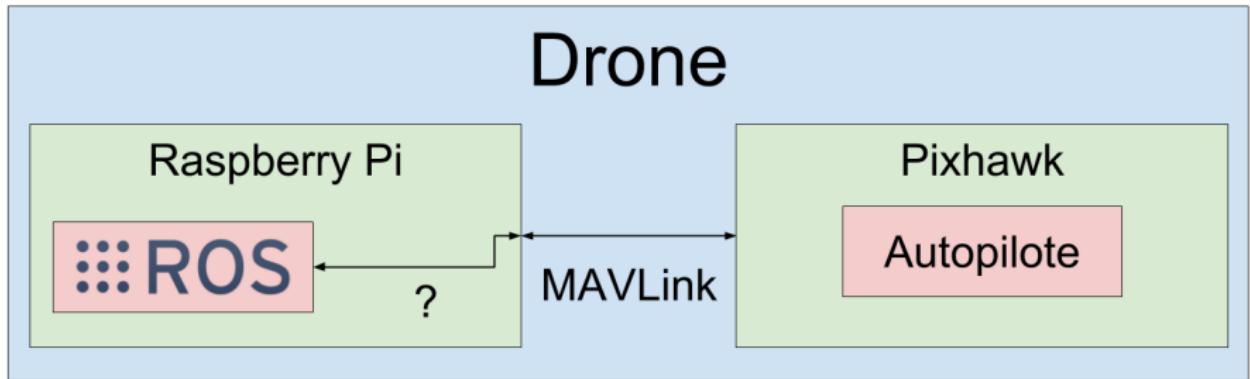
Software

Communication entre les cartes



Software

Communication entre les cartes



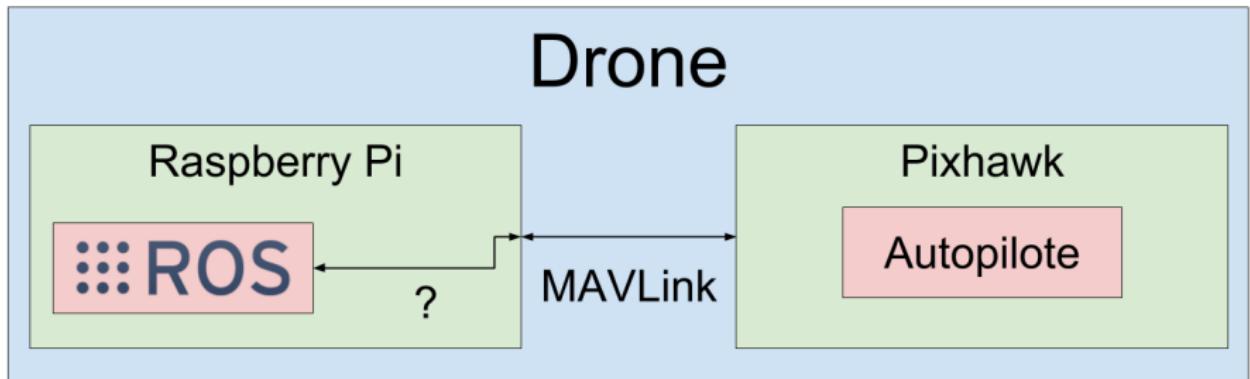
Software

Choix autopilote

- Logiciel qui tourne sur la carte de contrôle
- Pilote le drone
- Interagit avec le matériel
- Plusieurs possibilités
 - Autopilote propriétaire livré avec le drone
 - Autopilote compatible MAVLink (PX4, ArduPilot)
 - Autopilote maison
 - ...

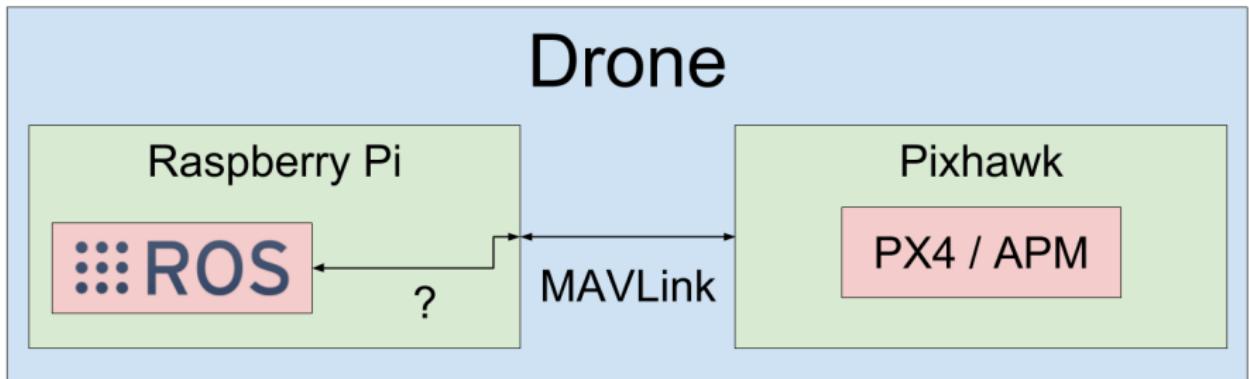
Software

Choix autopilote



Software

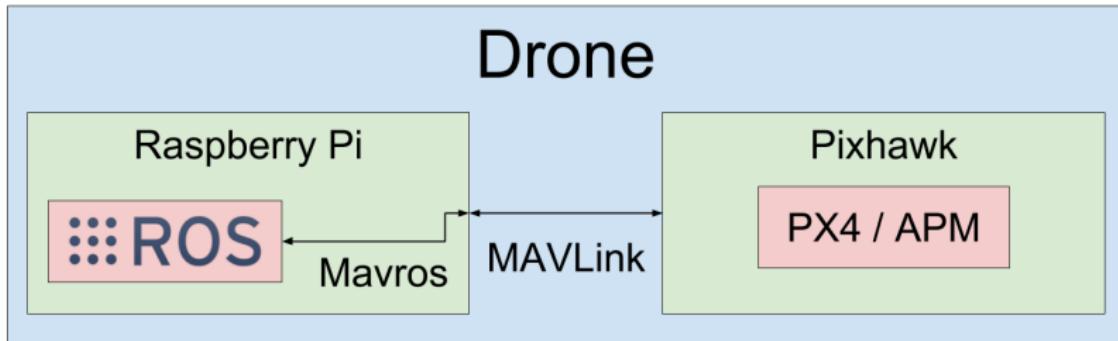
Choix autopilote



Software

Et ROS dans tout ça ?

- Tourne (souvent) sur la carte compagnon
- Manque le lien entre ROS et le protocole de communication
 - Si MAVLink : package mavros
 - Sinon : à vous de jouer !
- C'est bon, ça communique de bout en bout !

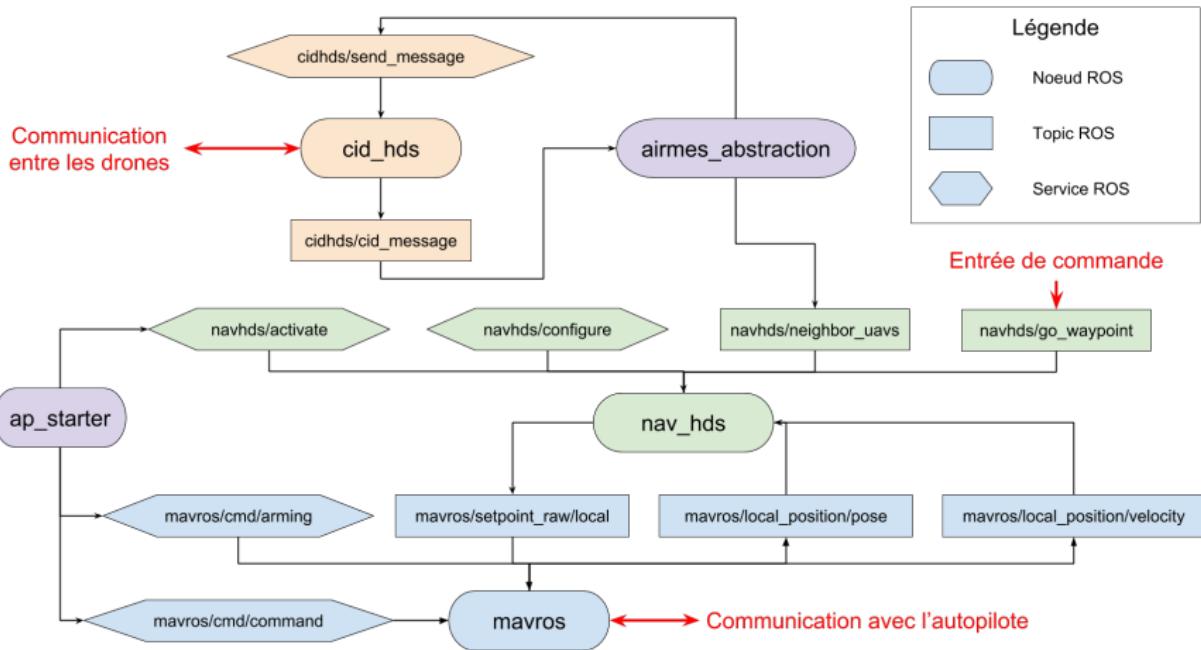


Plan

- Introduction
- Hardware
- Software
- Architecture logicielle de contrôle
 - Système macro
 - Module de communication
 - Module de navigation
- Vol de drones en flotte
- Conclusion

Architecture logicielle de contrôle

Système macro



Architecture logicielle de contrôle

Système macro

- Système logiciel développé en interne pour le projet AIRMES
- Nœuds du système
 - mavros : communication avec l'autopilote
 - cid_hds : module de communication entre les drones
 - nav_hds : module de navigation et de gestion de la formation
 - ap_starter : module de décollage du drone
 - airmes_abstraction : module qui implémente les fonctionnalités minimales de l'architecture AIRMES

Architecture logicielle de contrôle

Module de communication

- Comment faire communiquer 2 systèmes ROS dans un réseau sans fil ?
 - Package multimaster
 - Logiciel utilisant le format de message ROS
 - Logiciel de communication avec un format autre
- Package ROS cid_hds développé au laboratoire
 - Module de communication basé socket
 - Format de message à la discrédition du client
 - Fonctionnalités avancées pour les réseaux sans fil
 - Diffusion fiable
 - Communication à plusieurs sauts

Architecture logicielle de contrôle

Module de navigation

- Package nav_hds développé au laboratoire
- Algorithmes basés sur la position des autres drones
 - Gestion de l'anti-collision entre les drones
 - Gestion de formations type leader-follower
- Guidage du drone
 - Commande en position cartésienne et vitesse
 - Autopilote chargé d'atteindre la position demandée

Plan

- Introduction
- Hardware
- Software
- Architecture logicielle de contrôle
- Vol de drones en flotte
 - Contraintes
 - Résultat
- Conclusion

Vol de drones en flotte

Contraintes

- Réactivité des drones
- Référentiel commun pour tous les drones
 - Position des drones disponible dans leur référentiel
 - Déterminer un point cartésien comme origine d'un référentiel commun
- Retards induits par le système complet
 - Temps de réaction de l'autopilote du drone
 - Latence dans l'échange de position liée au réseau sans fil
 - Fréquence de la boucle de contrôle du maintient en formation

Vol de drones en flotte

Résultat

- Formation leader-follower en volière intérieure avec système Optitrack



Démonstration formation leader-follower - Laboratoire Heudiasyc

Plan

- Introduction
- Hardware
- Software
- Architecture logicielle de contrôle
- Vol de drones en flotte
- Conclusion

Conclusion

- ROS avec les drones, c'est possible !
 - Écosystème MAVLink
 - Ajout d'une carte compagnon s'il manque de la puissance
- Selon l'application, c'est plus ou moins adapté
 - Communication sans fil entre les drones
 - Retards liés au système complet

Des questions ?

Laboratoire Heudiasyc



Projet AIRMES

