

BIRD robot

Eric JENN

March 6, 2024

0.1 Acteurs principaux

- Système
- Robot : le dispositif mobile autonome.
- Opérateur de surveillance : la personne en charge de surveiller et contrôler le / les robots.
- Opérateur de surveillance : la personne en charge de la maintenance du système, notamment en cas de panne.
- Visiteur
- Personnel IRT
- Personnel accueil B612

0.2 Besoins opérationnel

- Conduire les visiteurs de l'accueil du bâtiment B612 jusqu'à un bureau ou une salle de réunion.
- ~~• Transporter de petits paquets d'un point A à un point B du bâtiment B162, zone IRT.~~
- ~~• Surveiller la zone IRT du bâtiment pendant les périodes de fermeture (nuit, week-end).~~

0.3 Contexte opérationnel

- Bâtiment B612, zones communes et zones IRT.
- Certaines zones sont protégées par des portes qui ne peuvent être ouvertes que sur présentation d'un badge.
- Les zones IRT occupent plusieurs étages. Les étages sont accessibles au moyen d'un ascenseur. La demande d'accès aux étages hors RdC requiert l'utilisation d'un badge.
- Les badges sont délivrés aux visiteurs par le service d'accueil du bâtiment B612.
- Les bureaux disposent de portes (;-)
- Des zones de stationnement des robots seront prévues à chaque étage, et notamment dans la zone d'accueil.
- Des zones de rechargement des batteries seront prévues dans le bâtiment.

0.4 Missions du système

Le système réalise les 3 missions décrites ci-après (M1, M2, M3).

- (M1) Guider les visiteurs du rez-de-chaussée de l'IRT vers une salle de réunion.
- ~~• (M2) Assurer le transport de petits paquets (taille maximale 20x20x10) entre deux bureaux du bâtiment.~~
- ~~• (M3) Assurer la surveillance de la zone IRT du bâtiment. C'est-à-dire détecter et signaler la présence de tout "personne" dans le bâtiment sur une zone donnée. Une "personne" est un objet émettant un rayonnement infrarouge dont la forme générale est celle d'un humain. (Sera précisé ultérieurement.)~~

Nota:

- ~~• À un instant donné, un robot est affecté à l'une de ces missions par un opérateur de supervision. L'opérateur peut modifier cette affectation à chaque instant, mais elle ne sera effective qu'à la fin de la mission en cours.~~
- ~~• La mission M3 n'est pas considérée pour l'instant.~~

0.5 Hypothèses

- Dans une première phase, nous n'allons considérer qu'un seul robot. ~~Dans les phases ultérieures, on pourra envisager une flotille de robots.~~

0.6 Scénarios nominaux typiques

0.6.1 Scénario type M1

- Le robot est dans une zone de stationnement prévue au rez-de-chaussée.
- Le visiteur se présente à l'accueil
- Le personnel d'accueil du B612 l'enregistre et lui attribue un badge.
- Le visiteur se rend sur la zone de stationnement du robot.
- Le visiteur présente son badge au robot (de façon à pouvoir identifier le visiteur et éventuellement utiliser son nom pour interagir avec lui).
- Le visiteur indique oralement la destination (personne et éventuellement lieu).
- Le robot reformule la destination (par ex. en répétant l'adresse ou en la visualisant).
- Le visiteur confirme la destination
- Un message est envoyé à la personne qui accueille le visiteur pour signaler son arrivée.
- Le robot conduit le visiteur jusqu'à sa destination.
- Durant le déplacement, l'utilisateur interagit avec le robot pour lui demander d'accélérer, ralentir, s'arrêter ou reprendre la marche.
- Seules les commandes orales données par le visiteur qui a initialement sollicité le robot sont acceptées.
- Le robot asservi sa vitesse de déplacement à la vitesse de marche du visiteur.
- La mission du robot s'achève lorsque le visiteur est arrivé à destination.
- Un courriel est alors envoyé à la personne de l'IRT qui accueille le visiteur.
- Le robot regagne une zone de stationnement

0.6.2 Scénario M2

- ~~Le système est sollicité par l'utilisateur via une interface web. L'utilisateur donne le lieu de récupération du paquet et le lieu de destination, ainsi que l'heure souhaitée pour l'enlèvement du paquet. Le système doit donner une estimation de l'heure d'enlèvement.~~
- ~~Le robot se rend sur le lieu de l'enlèvement de façon à y être à l'heure prévue +/- X.~~
- ~~Arrivé au lieu de l'enlèvement, il signale sa présence (par ex. en frappant à la porte ou en émettant un signal sonore si la porte est ouverte).~~
- ~~Il attend alors l'ordre de départ qui est donné oralement par l'utilisateur.~~
- ~~Dans le cas où aucune interaction avec le demandeur n'est observée après Xs, la mission est abandonnée et le robot redevient disponible.~~
- ~~Entre deux missions, le robot doit se positionner dans la zone de repli disponible la plus proche de sa position à la fin d'une mission, sauf si une nouvelle mission est déjà planifiée. Dans ce cas, il peut se positionner dans la zone de repli la plus proche du début de sa prochaine mission.~~

0.7 Exigences

Nota: la liste n'est évidemment pas complète. Elle ne mentionne que les exigences majeures.

0.7.1 Interaction homme-machine

- Les interactions entre le robot et les utilisateurs (visiteur ou personnel IRT) se fait de façon privilégiée au moyen de la voix. Les signaux relatifs à la sécurité utiliseront des dispositifs lumineux et / ou sonores.
- Le robot reconnaît le visiteur qui l'a sollicité initialement (dans le sens qu'il saura le distinguer d'autres visiteurs ; il ne le reconnaît par personnellement). Toute interaction orale pendant le déroulement de la mission n'est possible que par le visiteur qui a déclenché la mission.

0.7.2 Autonomie

- Le robot doit se déplacer de façon autonome dans le bâtiment, y compris en présence d'humains ou d'autres robots.
- Le robot doit être pourvu de la capacité de "badger" les portes (c'est-à-dire de présenter le badge sur le lecteur).
- Le robot doit solliciter le visiteur ou toute autre personne pour ouvrir les portes (palières, ascenseur). [Il n'a ni la capacité d'appuyer sur les boutons de l'ascenseur, ni d'ouvrir les portes.]
- Le robot doit signaler à l'opérateur une situation d'attente supérieure à X s.
- Le système ne doit nécessiter l'installation d'aucun matériel dans le bâtiment pour assurer la localisation du robot (notamment : pas d'UWM ; un lidar ou une caméra sont acceptés). On acceptera des marquages type QR-core aux murs ou aux plafonds, mais en nombre limité et à discuter.
- Dans certaines situation (défaillance, niveau d'énergie trop faible), on peut envisager piloter le robot à distance, avec certains équipement inhibés (par ex. lidar,...).
- Le robot ne doit pas s'éloigner de la personne qu'il accompagne de plus de Xm pendant plus de Ys. À l'instant t où cette condition n'est plus satisfaite, le robot doit signaler oralement la situation et solliciter le rapprochement du visiteur. Si la condition de distance n'est pas rétablie à t+X, le système doit signaler la situation à l'opérateur de contrôle de façon à ce qu'il soit informé au plus tard à t+X+Ys.

0.7.3 Performance

- (M1) Le système doit adopter le chemin le plus court (en temps) pour conduire les visiteurs.
- ~~(M2) Le robot doit optimiser ses déplacements afin de réduire le temps moyen de transport des paquets, en respectant une contrainte de durée maximale pour chaque paquet. (Cette durée dépend de la distance à parcourir.)~~

0.7.4 Sûreté

- Le robot ne doit pas représenter un danger pour les personnes
- Le robot ne doit jamais dépasser la vitesse maximale de X en présence d'au moins une personne à une distance de moins de 1m, Y en présence d'au moins une personne à une distance de Ym.
- Le robot ne doit jamais entrer en contact avec un humain. Dans le cas où ce contact ne peut être évité (par une manœuvre d'évitement, comme "reculer"), il doit se faire à une vitesse relative la plus faible possible étant donné l'état du robot et le déplacement de l'obstacle humain (en respectant la contrainte de non collision avec les éléments non humains, voir req. X).
- Le robot doit préserver son intégrité et celles des éléments du bâtiment (mobilier et non mobilier)
- Le robot doit éviter tout contact avec les éléments structurels du bâtiment (murs, portes, etc.) et les éléments mobiliers. Dans le cas où ce contact ne peut être évité, il doit se faire à la vitesse la plus faible possible étant donné l'état courant du robot.

0.7.5 Gestion de l'énergie

- Le robot doit gérer ses ressources de façon à ne jamais tomber à cours d'énergie en cours de mission.
- Il doit notamment refuser une mission qui l'amènerait à ne pas pouvoir regagner un site de rechargement après achèvement de la mission.
- Une mission ne doit pas comprendre une phase de recharge.
- Le robot doit pouvoir ajuster sa vitesse de déplacement afin de réduire sa consommation électrique.
- Le robot doit pouvoir se recharger de façon autonome.
- Le robot peut être amené à partager le poste de recharge avec d'autres robots analogues.
- Le robot doit pouvoir réaliser un déplacement d'au moins X m à pleine vitesse à pleine charge.
- Le robot doit signaler un niveau d'énergie faible et se mettre aussitôt dans une zone de stationnement.

0.7.6 Surveillance et contrôle

- L'opérateur de surveillance doit pouvoir localiser le robot avec une précision de X m (par rapport à la position effective du robot à l'instant de la demande), à chaque instant. L'information de localisation doit être intuitive (par ex. position sur un plan du bâtiment).
- L'opérateur de surveillance doit pouvoir arrêter le robot à chaque instant. La latence entre la demande d'arrêt et l'arrêt effectif (vitesse nulle) doit être d'au plus X ms.
- L'opérateur de surveillance doit pouvoir demander l'arrêt de la mission du robot à chaque instant.
- L'opérateur de surveillance doit pouvoir demander le déplacement du robot à un emplacement précis du bâtiment. La latence entre la commande de l'opérateur, l'action sur le robot et le retour visuel vers l'opérateur doit permettre un contrôle aisé du robot (valeur à déterminer).
- L'opérateur de surveillance doit pouvoir demander la recharge du robot.
- L'opérateur de surveillance doit pouvoir consulter les données d'état du robot à chaque instant (vitesse, position, niveau d'autonomie (exprimé en m)).
- Le robot doit être capable d'interagir avec l'opérateur de contrôle à chaque instant. Il doit gérer ses ressources énergétiques afin de maintenir cette capacité.
- Toutes les opérations, déplacement du robot, incidents, etc. doivent être collectés et disponibles.

0.8 Contraintes de conception

Nota: Le système a pour objectif réel de servir de vitrine / support expérimental pour les projets réalisés par l'IRT. Cela impose des choix particuliers pour l'architecture numérique du robot, bien au delà de ce qui serait effectivement nécessaire pour réaliser les missions décrites plus haut... Le travail d'identification de ces contraintes de design est encore en cours.

0.8.1 Plateforme robotique

- La plateforme robotique (structure incluant structure support, moteurs, roues, etc.) doit être disponible sur étagère.
- La dimension du robot ne doit pas dépasser 80x80x1m

0.8.2 Plateforme numérique de traitement

- mise en oeuvre de cartes GPU embarqué (ORIN)
- mise en oeuvre d'un réseau TSN embarqué (cartes raspberry pi CM4 + carte TSN) intégrant plusieurs type de trafics
- mise en oeuvre de cartes hybrides CPU+GPU+FPGA type TDVM4, Ultrascale, etc.
- etc.

0.8.3 Communication

- Le système utilise le réseau WiFi du B612 pour tous les échanges de données robot $j=i$ système informatique