

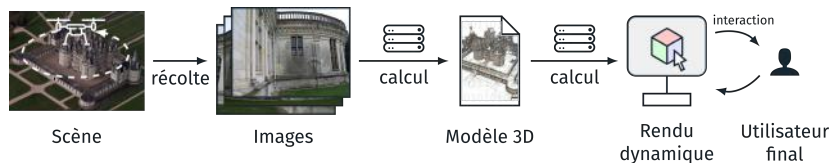
Programmation d'un drone pour la photogrammétrie

Q. ANDRE P. VAN ISEGHEM B. DARNALA E. DUVERGER

Encadrante : Hinde BOUZIANE
Département Informatique

5 Juin 2019

Objectifs



Objectifs principaux :

- Prendre des photos exploitables
- Avoir une trajectoire sécurisée

Orientation du projet :

- Programmation d'une trajectoire dynamique
- Production d'un plan de vol

Sommaire

- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - Interface et fonctionnalités
 - Technologies
 - Développement
- 3 Démonstration
- 4 Discussion et perspectives

DJI Phantom 3 SE 4K

- Autonomie de vol : 20 minutes
- Poids : 1 236 grammes
- Précision verticale : $\pm 0,5$ mètre (en utilisant les données GPS)
- Précision horizontale : $\pm 1,5$ mètre (en utilisant les données GPS)

Sommaire

- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - Interface et fonctionnalités
 - Technologies
 - Développement
- 3 Démonstration
- 4 Discussion et perspectives

Sommaire

- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - Interface et fonctionnalités
 - Technologies
 - Développement
- 3 Démonstration
- 4 Discussion et perspectives

Génération manuel d'un plan de vol

Principe de l'algorithme manuel de génération de plan de vol

Entrée :

- Une hauteur maximum H
- Un ensemble de points de passage E

Sortie :

- Un plan de vol P

Objectifs de l'algorithme

- Prendre en charge automatiquement le déplacement des points
- Calculer automatiquement l'orientation du drone
- Générer un plan de vol viable

Génération manuelle d'un plan de vol

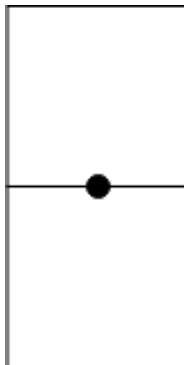


- Identifier une scène à modéliser
- Définir les points de passage à partir de google map
- Récupérer les points choisis



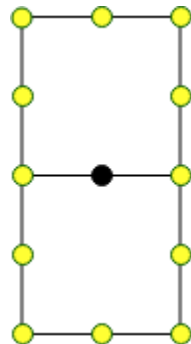
Génération manuelle d'un plan de vol

Représentation de la structure



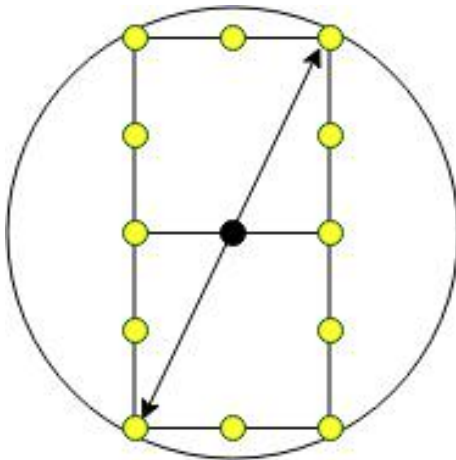
Génération manuelle d'un plan de vol

Ajout des points choisis par l'utilisateur



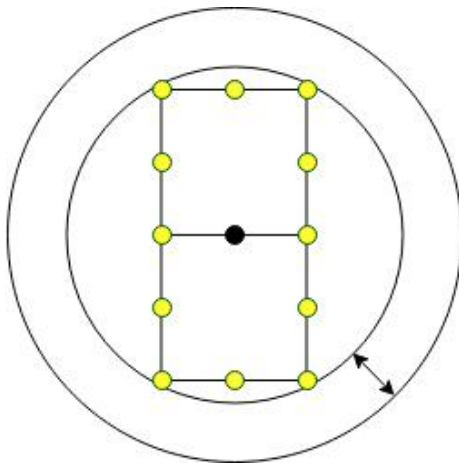
Génération manuelle d'un plan de vol

Définition de la distance maximale possible entre les points



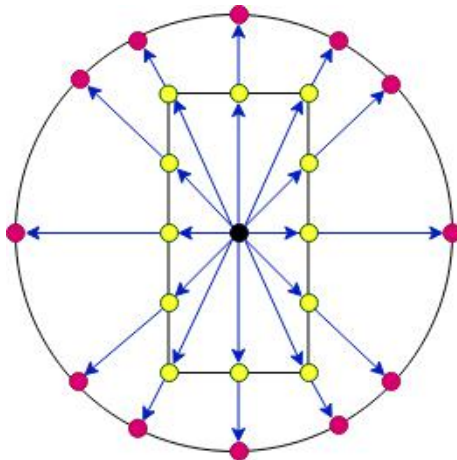
Génération manuelle d'un plan de vol

Définition de la distance de sécurité et création du cercle de parcours



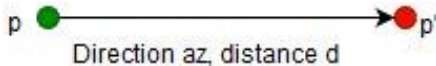
Génération manuelle d'un plan de vol

Projection des points sur le cercle de parcours



Génération manuelle d'un plan de vol

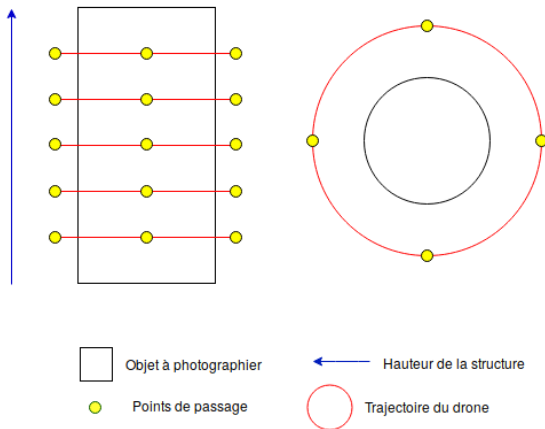
Calcul d'un azimut et projection d'un point



- Azimut : angle entre deux vecteurs
- Valeur des azimuts : de -180° à 180°
- Azimut Nord en tant que direction de référence et sens horaire pour la rotation

Génération manuelle d'un plan de vol

Gestion de la hauteur



- Gestion par étage des points de passage
- Conservation de la répartition des points placés précédemment

Génération manuelle d'un plan de vol

Données : E un ensemble de points de passage, H la hauteur de l'objet

$E_{Final} \leftarrow null$;

pour $i < taille(E)$ **faire**

pour $j < taille(E)$ **faire**

$d \leftarrow distanceMax(E(i), E(j))$;

$A_{max} \leftarrow E(i)$; $B_{max} \leftarrow E(j)$;

fin

fin

$dSecu \leftarrow d + distanceSecurité$;

$g \leftarrow getMiddle(A_{max}, B_{max})$;

pour $i < H$ **faire**

 décollage **pour** $j < taille(E)$ **faire**

$az \leftarrow getAzimut(g, j)$; $azInverse \leftarrow getazimut(j, g)$;

$F \leftarrow projectionPoint(g, dSecu, az)$;

$E_{Final} \leftarrow add(F, H)$;

fin

fin

Résultat : E_{final} , un ensemble de points de passage

Sommaire

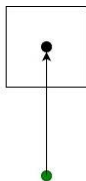
- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - Interface et fonctionnalités
 - Technologies
 - Développement
- 3 Démonstration
- 4 Discussion et perspectives

Objectif de la méthode de génération automatique des points de passage

- Minimiser le nombre d'action de l'utilisateur
- Calcul automatique de l'emplacement des points de passage
- Calcul automatique de l'orientation du drone
- Répartition équitable des points de passage autour de l'objet

Exemple avec 8 points de passage

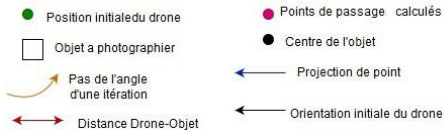
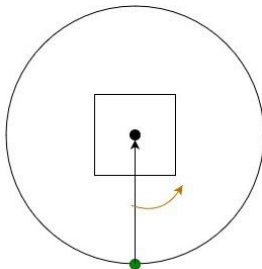
Positionnement du drone



- Position initiale du drone
- Objet à photographier
- ↪ Pas de l'angle d'une itération
- ↔ Distance Drone-Objet
- Points de passage calculés
- Centre de l'objet
- ← Projection de point
- ← Orientation initiale du drone

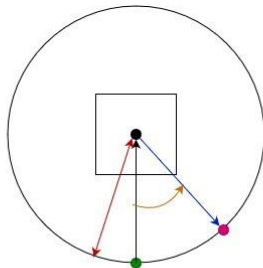
Exemple avec 8 points de passage

Calcul de l'angle entre chaque points de passage



Exemple avec 8 points de passage

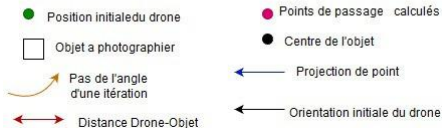
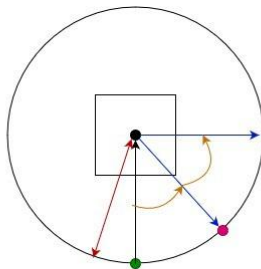
Projection du nouveau point de controle



- Position initiale du drone
- Points de passage calculés
- Objet a photographier
- Centre de l'objet
- ↪ Pas de l'angle d'une itération
- ← Projection de point
- ↔ Distance Drone-Objet
- ← Orientation initiale du drone

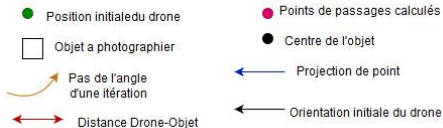
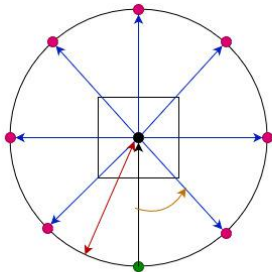
Exemple avec 8 points de passage

Réitération pour chaque point de passage



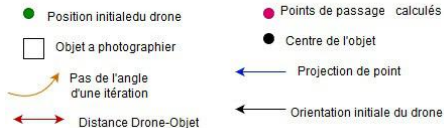
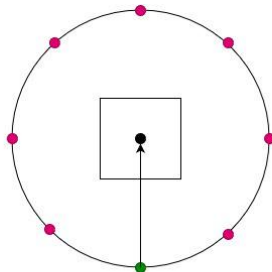
Exemple avec 8 points de passage

Réitération pour chaque point de passage



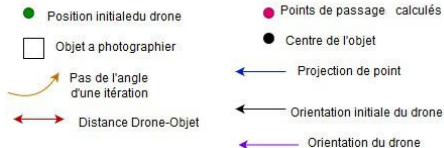
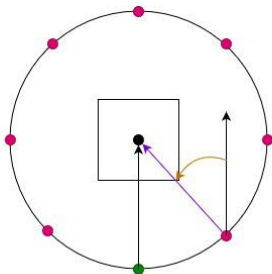
Exemple avec 8 points de passage

Calcul de l'orientation du drone pour chaque points de passage



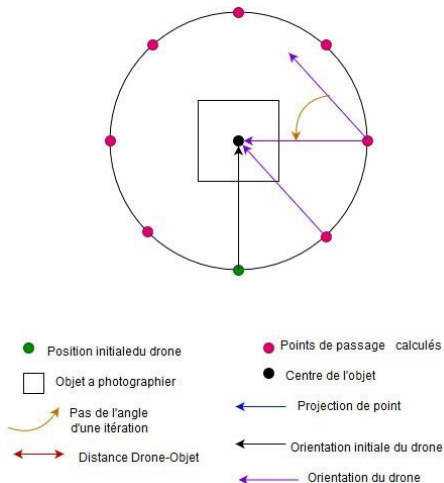
Exemple avec 8 points de passage

Calcul de l'orientation du drone pour chaque points de passage



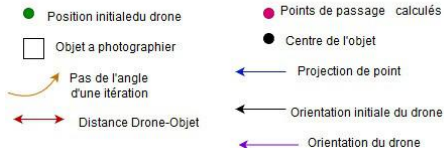
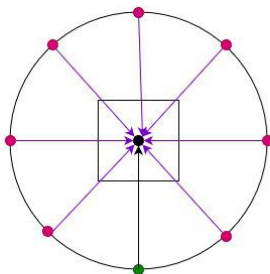
Exemple avec 8 points de passage

Calcul de l'orientation du drone pour chaque points de passage



Exemple avec 8 points de passage

Calcul de l'orientation du drone pour chaque points de passage



Production du plan de vol

Algorithme 1 : Plan de vol hélicoïdal

Données : N le nombre de photos voulues, H la hauteur de l'objet, DO la distance drone-objet, T le nombre de tour de l'hélice

$A \leftarrow$ Orientation du drone;

$DRONE \leftarrow$ Coordonées GPS du drone;

$OBJET \leftarrow$ projectionPoint(DRONE, A, DO, 0);

$Pas_angle \leftarrow \frac{T \times 2 \times \pi}{N}$;

$A \leftarrow A + \pi$;

$i \leftarrow 0$;

WaypointList \leftarrow {};

tant que $i < N$ **faire**

$A \leftarrow A + Pas_angle$;

 WaypointList[i] \leftarrow projectionPoint(OBJET, A, DO, $\frac{i \times H}{N}$);

 WaypointList[i] \rightarrow Corriger l'orientation du drone;

 WaypointList[i] \rightarrow Prendre la photo;

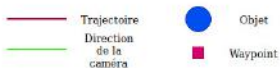
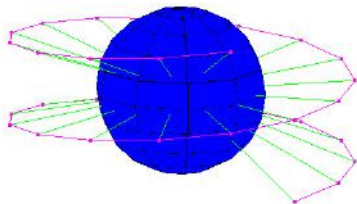
$i++$;

fin

Résultat : WaypointList

Exemple de plan de vol complet

Mission complète : 32 Points de passage, 2 tours



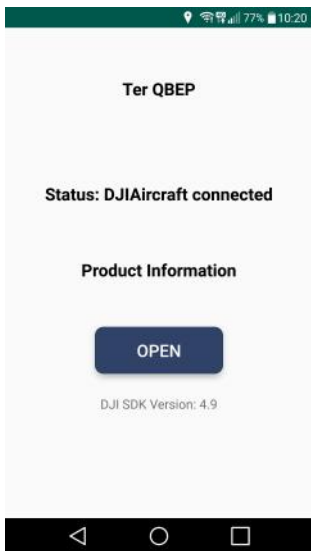
Sommaire

- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - Interface et fonctionnalités
 - Technologies
 - Développement
- 3 Démonstration
- 4 Discussion et perspectives

Sommaire

- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - **Interface et fonctionnalités**
 - Technologies
 - Développement
- 3 Démonstration
- 4 Discussion et perspectives

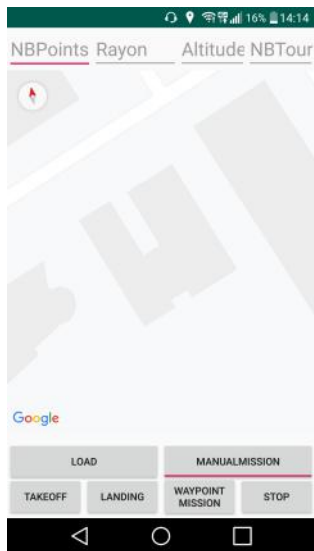
Connexion



Écran de connexion

- Connexion au drone
- Connexion aux serveurs de DJI

Interface/Vol du Drone



Fonctionnement :

- Décollage
- Atterrissage

Interface/Mission de waypoints



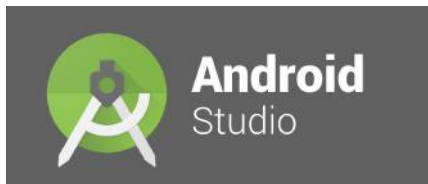
Fonctionnement :

- Manualmission / Automission
- Chargement
- Waypoint mission
- Stop

Sommaire

- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - Interface et fonctionnalités
 - **Technologies**
 - Développement
- 3 Démonstration
- 4 Discussion et perspectives

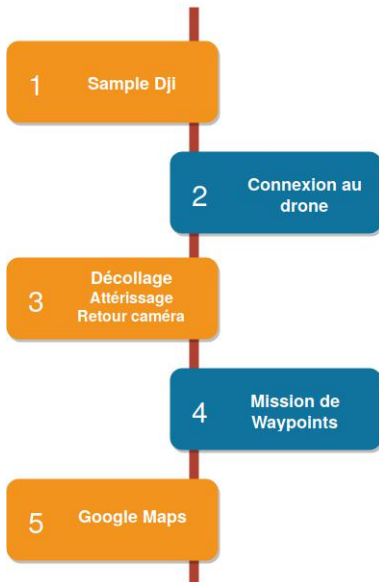
Technologies



Sommaire

- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - Interface et fonctionnalités
 - Technologies
 - Développement
- 3 Démonstration
- 4 Discussion et perspectives

Développement



Sommaire

- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - Interface et fonctionnalités
 - Technologies
 - Développement
- 3 **Démonstration**
- 4 Discussion et perspectives

Sommaire

- 1 Production d'un plan de vol
 - Approche Manuelle
 - Approche Automatique
- 2 Application mobile pour le contrôle du drone
 - Interface et fonctionnalités
 - Technologies
 - Développement
- 3 Démonstration
- 4 Discussion et perspectives

Discussion et perspectives

- Correction et amélioration de l'application
- Trajectoire elliptique
- Amélioration de la précision de récolte du drone