

Projet final – Description du projet

Sujets spéciaux I en aéronautique (ÉTÉ 2023)

Groupe PF_09

Alice Farina - Noé Bazetoux - Victor Sourd de Villodon

OBJECTIF PRINCIPAL DU PROGRAMME

En se basant sur les données récupérées d'un vol suborbital de la fusée Blue Origin, notre programme repose sur l'analyse et la modification des valeurs enregistrées décrivant la désorbitation, la descente et l'atterrissage du véhicule. Notre objectif principal est ici, de créer un programme d'aide à la décision sur le décollage ou non de la fusée (GO/NO GO) en fonction des conditions météorologique (profile de vent) et de la masse de la charge utile (touristes). En effet, en tant que compagnie de tourisme spatial, la sécurité du vol est primordial. Ainsi, notre programme simulera chaque vol en prenant compte du vent et validera le lancement si la trajectoire de la fusée à chaque instant t n'est pas trop déviée. Sinon, elle reverra un message et interdira le décollage. En dehors du GO/NO GO, le programme renverra également les données calculées et des graphiques de représentations des trajectoires, et surtout le nouveau plan de vol (altitude et temps de chaque phase clés du vol).

Notre étude de vol se concentre surtout sur les phases influencées par la vitesse des vents, à savoir :

- Démarrage moteur
- Décollage
- Extinction du moteur principal
- Apogée

Les phases postérieures ne seront pas modifiées par les vitesses du vent, car celles-ci seront contrôlées par asservissement pour assurer le retour au sol. L'objectif du GO/NO GO est de savoir si lors du déploiement des aérofreins (début du contrôle de la redescente), le lanceur est capable de revenir au pas de tir. Les valeurs des phases définies ci-après, seront tout de même affichée et représentées graphiquement pour la trajectoire :

- Déploiement des aérofreins
- Redémarrage moteur
- Atterrissage

DONNÉES D'ENTRÉE ET RÉFÉRENCES

Afin de réaliser une étude réaliste, nous avons récupéré les données brutes enregistrées par les capteurs de la fusée Blue Origin. Ces valeurs sont rentrées dans des fichiers .csv définis ci-dessous :

- **truth.csv** : contient les données de positions et de vitesse du véhicule. Les positions sont exprimées en [m] dans le référentiel terrestre centré sur la Terre et les vitesses en [m/s] .
- **dlc.csv** : contient les données enregistrées par l'unité de mesure inertielle (IMU), notamment les delta V enregistrés.

Un tri des données devra être effectué par notre algorithme Python.

Les données récupérées proviennent des banques de données libres de la NASA (<https://techport.nasa.gov/view/116144>).

Nous utiliserons une base de données de profils de vent pour différentes altitudes, afin de perturber la trajectoire du lanceur. Cette base de données sera créée par nos soins.

PARAMETRES UTILISATEUR D'INTERACTION

Les paramètres utilisateur qui seront utilisés pour interagir avec le programme permettront de spécifier quel fichier de données l'utilisateur souhaite afficher ou analyser, ou encore de donner son propre profil de vent suivant l'altitude. L'utilisateur pourra également choisir de sélectionner certaines plages de temps ou de filtrer les données en fonction de certains critères.

Les paramètres de masses de charge utile (masse des passagers) pourront aussi être renseignés.

TACHES A EXECUTER POUR LA MANIPULATION ET REFERENCES NECESSAIRES

Afin d'atteindre les objectifs précédemment énoncés, nous allons suivre le raisonnement décrit ci-après :

1. Analyse et compréhension des données des fichiers .csv
2. Récupération des données et filtrage des fichiers
 - Modification des échelles de temps : discrétisation du temps en seconde
 - Calcul de l'altitude par rapport à la mer à partir des positions enregistrées dans le référentiel terrestre centré sur la Terre
 - Récupération des vitesses par seconde
3. Calcul de poussée à partir des données et des formules issues du cours MECH6251
4. Affichage de la vitesse/altitude/poussée en fonction du temps
5. Affichage de la trajectoire initiale
6. Calcul du centre de gravité en fonction du temps et donc de la masse de carburant
7. Calcul du cône limite pour le GO/NO GO
8. Calcul de la nouvelle trajectoire en tenant compte du profil de vent
9. Détermination du plan de vol à partir des données

Nous utiliserons les formules du cours MECH 6251 de l'université de Concordia afin de déterminer la poussée et le débit massique d'ergol :

$$\Delta V_{burn} = g_o I_{sp} \ln \left[\left(\frac{M_{initial}}{M_{final}} \right)_{burn} \right] \quad M_{propellant} = \left[M_{inert} + M_{payload} \right] \left[e^{\frac{\Delta V}{g_o I_{sp}}} - 1 \right]$$

$$I_{sp} = \frac{I_{impulse}}{g_o M_{propellant}} = \frac{\int_0^t F_{thrust} dt}{g_o \int_0^t \dot{m}_{propellant} dt} = \frac{F_{thrust}}{g_o \dot{m}_{propellant}}$$