

UNIVERSITÉ DE RENNES 1

MASTER 2 CALCUL SCIENTIFIQUE ET MODÉLISATION
RAPPORT DE PROJET DE PRÉSTAGE

Etude et développement d'outils mathématiques pour estimer, en temps réel, le tassage et le volume d'un silo de maïs à partir de capteurs embarqués

Auteur :
Sébastien HERVIEU

Tuteur de Stage :
Geoffroy ETAIX

Tuteur Universitaire :
Fabrice MAHÉ

31 juillet 2018





Todo list

COMPLETER remercier Goeffroy	2
REDIGER Remercier Fongecif	2
REDIGER Remercier Ingeus	2
REDIGER Remercier IDApps, Yann, Stéphane, et surtout Laila!	2
COMPLETER Céline et les filles	2
COMPLETER Completer les remerciements	2
MISE EN FORME : Aérer	2
AMELIORER : L'introduction doit-elle être un chapitre ou alors un Abstract?	5
REDIGER Introduction du context projet : j'ai effectué le stage blabla au sein de l'entreprise bla etc	5
REDIGER Tellus création, mission	5
AMELIORER : Ce § peut servir à l'intro sur Tellus.	5
Figure : Georadar	5
Figure : Magnetomètre	6
Figure : Radargramme	6
VERIFIER est-ce le bon terme?	6
Figure : sonar	6
Figure : sonargramme	6
REDIGER Context Projet	7
REDIGER SymeterV1	7
Préciser le type exact du Lidar	8
Décrire le fonctionnement et les fonctionnalités générales d'un lidar	8
Décrire les caractéristiques exactes	8
Figure : Photo du Hukyo	8
Ecrire type de tracteur	11
Figure : Image du tracteur modélisé	11
Rédiger Actuateur et Contrôleurs	11
Description géométrique du problème de direction différentielle	11
Description de l'implémentation sous ROS	12

Figure : Schéma des flux topic qui permet de transformer une commande twist en 4 commandes de velocities. 12

Remerciements

Je tiens à remercier les personnes qui m'ont permis de près ou de loin à accomplir ce stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à Messieurs **Fabrice Mahé et Eric Darrigrand** professeurs de l'Université de Rennes 1, qui m'ont permis de suivre cette formation et qui m'ont accompagné lors de la recherche de stage.

Je tiens à remercier Monsieur **Geoffroy ETAIX**, qui m'a accordé sa confiance pour le stage et pour etc

COMPLETER remercier Goeffroy

REDIGER Remercier Fongecif

REDIGER Remercier Ingeus

REDIGER Remercier IDApps, Yann, Stéphane, et surtout Laila!

Enfin, last but not least, je tiens à remercier mon épouse Céline et mes deux filles pour leur encouragements, leurs soutient et leur patience.

COMPLETER Céline et les filles

COMPLETER Completer les remerciements

MISE EN FORME : Aérer

Table des matières

Remerciements	2
1 Introduction	5
1.1 Tellus Environment	5
1.1.1 Géophysique et cartographie haute-définition	5
1.2 Collecte des données géophysique	5
1.3 Contexte projet	7
1.3.1 Symeter V1	7
1.3.2 Symeter V2 : Objectifs	7
1.4 Les outils à mettre en oeuvre	8
1.4.1 Capteurs	8
1.4.2 Environnement de programmation	8
1.4.3 Les outils mathématiques	8
1.4.4 Environnement d'exploitation : ROS	9
2 Simulation robotique en utilisant ROS/Gazebo	10
2.1 Présentation de ROS	10
2.1.1 Architecture de ROS	10
2.1.2 Gestion des transformations	10
2.1.3 Gestions des Capteurs	10
2.2 Présentation de Gazebo	10
2.2.1 Construction d'un robot virtuel	10
2.2.2 Intégration des capteurs	10
2.3 Contraintes de mise en oeuvre	10
2.3.1 Quelques bugs gênants	10
2.3.2 Simulation mécanique, frottements, adhérence	10
2.3.3 Conclusions sur les contraintes	10
2.4 Mise en Oeuvre : simulation d'un environnement de tassage de silo	11
2.4.1 Montage d'un tracteur simulé	11

3	Mise en place du processus de localisation	13
4	Processus d'acquisition des relevés à base de LIDAR	14
A	Positionnement En Robotique	15
A.1	Géometrie projective, Coordonnées Homogènes	15
A.2	Une autre descriptions des rotations en 3D : Quaternions Unitaires	15
A.3	Application : Simulation de couverture d'un faisceau LIDAR orienté vers le sol	15
B	Filtres de Kalman	16
C	ROS : Architecture et Concepts	17
D	Point Cloud Library	18
	Bibliographie	19

Chapitre 1

Introduction

REDIGER Introduction du context projet : j'ai effectué le stage blabla au sein de l'entreprise bla etc

AMELIORER :
L'introduction doit-elle être un chapitre ou alors un Abstract ?

1.1 Tellus Environment

REDIGER Tellus création, mission

1.1.1 Géophysique et cartographie haute-définition

Tellus Environnement est une startup spécialisée dans la cartographie haute définition des sous-sols et des fond-marins. Elle propose à ses clients une offre bout en bout d'acquisition et de traitement des données pour permettre à ses clients d'agir en fonction de ces conclusions.

AMELIORER :
Ce § peut servir à l'intro sur Tellus.

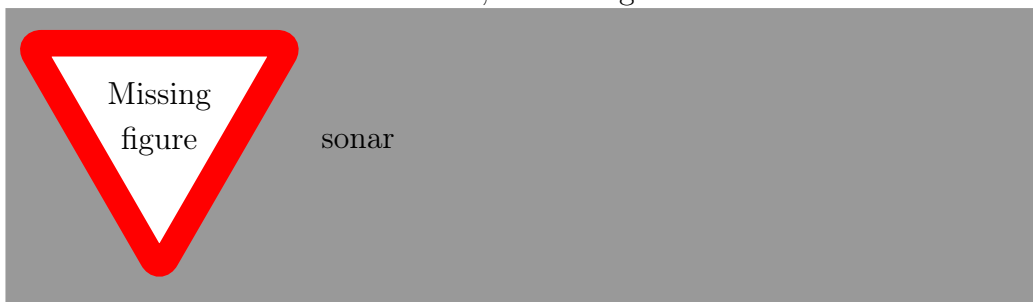
1.2 Collecte des données géophysique

Tellus Environment met en oeuvre ses propres équipements géoradar et magnétomètre pour l'acquisition de données sur le sous-sol sur des surfaces de quelques mètres-carré à quelque hectares. Elle est aussi en mesure de planifier et coordonner la mise en oeuvre d'équipements plus lourds - LIDAR, géoradar, magnétomètres aéroporté - pour obtenir des données sur des surfaces beaucoup plus importantes, de l'ordre du kilomètre carré.



Tellus Environment peut aussi coordonner la mise en oeuvre d'équipements d'acquisition marins - sonar, multibeam, percuteur - pour permettre la cartographie des fonds marins et des sous-sols aquatiques, que ce soit en environnement eau douce - rivières, lacs étangs - ou marins.

VERIFIER est-ce le bon terme?





Tellus Environment a accès à de nombreuses bases cartographiques pour compléter les données acquises sous sa supervision pour aider à la mise en oeuvre des équipements ainsi qu'à compléter les données acquises en vue de leur traitement.

Activité : R&D : développer des composants qui mettent en oeuvre les expertises de TellusEnvironment pour créer des produits innovants, dont les composants seraient de plus réutilisables pour améliorer la productivité des services Géophysique. Note finale : aller sur le terrain

1.3 Contexte projet

REDIGER Context Project

1.3.1 Symeter V1

Symeter V1 : rapide rappel

REDIGER SymeterV1

1.3.2 Symeter V2 : Objectifs

Symeter V2 : Objectifs Symeter V2 : Présentation du plan de projet - test du simulateur Gazebo pour évaluer son utilité dans le projet Symeter2 - Simulation couverture lidar - Montage des outils nécessaires au développement simulé du projet symeter - Mise en place de la localisation : installation et tests - Mise en place de l'acquisition des relevés.

1.4 Les outils à mettre en oeuvre

Cette section énumère les différents capteurs, environnement d'exploitation, outils mathématiques et procédés qui devront être mis en oeuvre pour monter le prototype de Symeter 2.

1.4.1 Capteurs

Les capteurs à mettre en oeuvre seront un ou plusieurs LIDAR, un ou plusieurs IMU et un ou plusieurs GPS.

1.4.1.1 LIDAR Hyukyo Blabla



Préciser le type exact du Lidar

Décrire le fonctionnement et les fonctionnalités générales d'un lidar

Décrire les caractéristiques exactes

1.4.2 Environnement de programmation

Du fait de son utilisation dans la première version de Symeter, et du fait de ses qualités en terme de modularité, de disponibilité des drivers pour les capteurs et

1.4.3 Les outils mathématiques

1.4.3.1 Positionnement en Robotique

Positionnement en Robotique : Géométrie projective, Coordonnées Homogènes, Quaternions

1.4.3.2 Localisation par fusion de données

Filtres de Kalmans

1.4.3.3 Traitement des nuages de points

1.4.4 Environnement d'exploitation : ROS

1.4.4.1 ROS

1.4.4.2 Contraintes de développement

Les équipements à mettre en oeuvre sont relativement coûteux et leur mise en oeuvre requiert une certaine expertise.

De plus la mise en silo du maïs n'intervient qu'à de courtes périodes au cours de l'année. Il est donc nécessaire de pouvoir mettre en oeuvre le développement du système par le biais de mises en oeuvre alternatives, à savoir la simulation et la mise en oeuvre en grandeur des équipements pour effectuer des tests simples de reconstitution du terrain.

ROS est fourni avec un environnement de simulation robotique très intégré nommé "Gazebo", qui permet de simuler en temps réel le comportement mécanique de modèles de robots. Ce logiciel est donc utilisé pour simuler un environnement de Silo pour tester la localisation, l'acquisition du terrain, la mesure d'un modèle de Silo.

Pour la mise en oeuvre en grandeur, un prototype de l'équipement a été monté sur la camionnette de Tellus Environnement, la "Tellus Car".

Chapitre 2

Simulation robotique en utilisant ROS/Gazebo

2.1 Présentation de ROS

2.1.1 Architecture de ROS

Nodes, services, topics, etc, etc

2.1.2 Gestion des transformations

2.1.3 Gestions des Capteurs

2.2 Présentation de Gazebo

2.2.1 Construction d'un robot virtuel

2.2.2 Intégration des capteurs

2.3 Contraintes de mise en oeuvre

2.3.1 Quelques bugs gênants

2.3.2 Simulation mécanique, frottements, adhérence

2.3.3 Conclusions sur les contraintes

Eviter à tout prix que le véhicule entre en dérapage : il ne récupère généralement pas. Raisons pour lesquelles le véhicule peut entrer en dérapage : -

mauvaise configuration des paramètres de frottement des éléments en contact avec le sol. - vitesses de rotation différentes des roues : - mauvaise consigne de vitesse sur les roues - différence de vitesse entre roue intérieure et roue extérieure lors d'un virage - en virage : rayons de virages différent entre roue intérieure et roue extérieure

Conduite en terrain accidenté : - Conserver la directivité - 4 roues motrices et/ou suspension

2.4 Mise en Oeuvre : simulation d'un environnement de tassage de silo

2.4.1 Montage d'un tracteur simulé

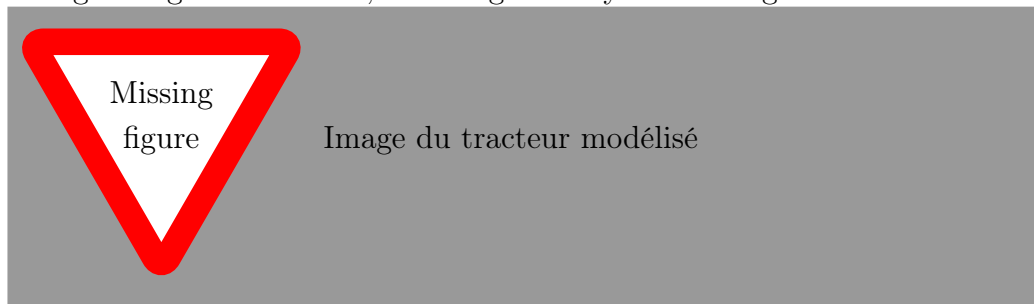
Intérêt : simuler l'implantation physique des capteurs avec des dimensions du même ordre de grandeur que les plateformes cibles.

2.4.1.1 Description Physique

2.4.1.1.1 Chassis Le chassis du tracteur à été monté en se basant sur les dimensions générales d'un tracteur de type **TODO : ICI TYPE DE TRACTEUR** , en utilisant cependant des formes géométriques simplifiées.

Ecrire type de tracteur

Le tracteur est donc composé d'un pavé en guise de chassis, de 4 cylindres allongés en guise d'essieux, et de 4 grands cylindres en guise de roues.



2.4.1.1.2 Actuateurs et Contrôleurs

Rédiger Actuateur et Contrôleurs

2.4.1.2 Propulsion et Guidage

2.4.1.2.1 Algorithme

Description géométrique du problème de direction différentielle

2.4.1.2.2 Implémentation sous ROS



Schéma des flux topic qui permet de transformer une commande twist en 4 commandes de vitesses.

Description de l'implémentation sous ROS

Chapitre 3

Mise en place du processus de localisation

Chapitre 4

Processus d'acquisition des relevés à base de LIDAR

Annexe A

Positionnement En Robotique

- A.1 Géométrie projective, Coordonnées Homogènes
- A.2 Une autre descriptions des rotations en 3D : Quaternions Unitaires
- A.3 Application : Simulation de couverture d'un faisceau LIDAR orienté vers le sol

Annexe B

Filtres de Kalman

Annexe C

ROS : Architecture et Concepts

Annexe D

Point Cloud Library

Bibliographie