

Développement d'une toolbox Matlab pour la modélisation de capteurs optroniques



12 mai 2014 - 26 septembre 2014

Entreprise d'accueil : DGA Maîtrise de l'information (DGA MI)

Adresse : La Roche Marguerite
35170 BRUZ

Coord. Tél. : 02 99 42 90 11

Maîtres de stage : Gregory SWIATHY, Frédéric LOAËC

Stagiaire : Rémi LACROIX | +33 6 83 24 77 89
lacroixremi0@gmail.com

Tables des matières

Remerciements	i
Glossaire.....	ii
Table des figures et illustrations	iii
Tables des matières	iv
Introduction	1
1 Présentation de la DGA	2
1.1 La DGA	2
1.2 Le centre DGA MI	4
1.3 Le département CGN2/SDO	5
2 Description du stage	6
2.1 Définition du sujet	6
2.2 Organisation du stage	7
2.3 Environnement matériel et logiciel	8
3 Développement de la <i>toolbox</i>	8
3.1 Méthodologie adoptée	9
3.2 Conception	9
3.3 Développement.....	14
4 Intégration du module Planck.....	17
4.1 Notion générale de radiométrie	17
4.2 Implémentation.....	23
4.3 Validation	30
5 Intégration du module PTX.....	31
6 Perspectives.....	33
6.1 Améliorations	33
6.2 Intégration de modules supplémentaires	33
Conclusion technique	34
Bilan personnel	34
Bibliographie.....	35
Résumé	36
Annexes	I
Annexe I : Fichier HTML d'aide	I
Annexe II : Fonction d'interfaçage C/MATLAB.....	III
Annexe III : Fonction « chapeau »	IV
Annexe IV : Calcul de l'éclairement énergétique solaire.....	VI

Introduction

Dans le cadre de ma dernière année d'école d'ingénieur à Polytech Annecy-Chambéry – site d'Annecy j'ai été amené à effectuer un stage dit d'ingénieur de 20 semaines allant du 12 mai au 26 septembre 2014. J'ai intégré le centre Maîtrise de l'information de la Direction Générale de l'Armement. Le site se trouve à proximité de Bruz à 15 km au sud de Rennes en Ile-et-Vilaine.

La DGA est l'acteur incontournable de l'armement en France. Elle assure la maîtrise d'ouvrage de systèmes destinés à équiper les forces armées. Elle comprend également en son sein les activités d'essais et d'expertise des matériels et technologies militaires.

La DGA dispose d'un code de calcul MATLAB pour modéliser des capteurs infrarouges en produisant les images telles que devraient les produire le capteur réel. Jusqu'à présent la constitution d'un modèle et l'émulation de celui-ci n'est possible que via une interface graphique qui impose de modéliser une chaîne complète représentative d'un capteur infrarouge. En effet, la représentation de ces capteurs se fait sous la forme d'un assemblage de briques fonctionnelles élémentaires constituant un schéma-bloc. La contrainte majeure se situe au niveau du formalisme de cette structure : les modules ne peuvent être exploités et appelés indépendamment.

L'objectif de mon stage est de concevoir une boîte à outil MATLAB (*toolbox*) regroupant des fonctions semblables à celles du code métier fourni. Une phase d'analyse du programme existant doit permettre d'extraire le code métier : équations de la physique et méthodes de calcul. L'architecture de l'outil doit être conçue de manière à rendre possible des développements futurs via l'ajout de nouvelles briques. De plus, la toolbox doit garantir l'approche matricielle de l'environnement MATLAB. Dans un souci d'optimisation des temps de traitements, un portage en C des fonctions est à entreprendre afin d'offrir des appels fonctions efficaces depuis MATLAB. Des tests de vérification des codes implémentés doivent être réalisés au moyen de logiciels tiers de référence. Une documentation détaillée aussi bien sur les fonctions que sur l'outil lui-même est à remettre au terme du stage.

Après une présentation de la DGA et du centre DGA MI, nous nous intéresserons au contexte et aux enjeux de cette mission. Par la suite, je m'attacherai à décrire la démarche adoptée durant le stage ainsi qu'à rendre compte des difficultés rencontrées – mais surmontées – et de leurs impacts sur le déroulement du projet. Je continuerai par la présentation de l'outil développé de sa conception à son utilisation en passant par les phases de validation. Enfin, nous conclurons en exprimant les perspectives au-delà du stage.

2 Description du stage

Cette partie du rapport vise à rendre compte du déroulement du stage et à expliciter les moyens mis en œuvre pour parvenir aux résultats souhaités par l'équipe encadrante.

2.1 Définition du sujet

2.1.1 Présentation de l'étude

Au sein du département CGN2/SDO, la plateforme SECOIA permet de simuler finement l'ensemble d'une chaîne optronique. Pour ce faire elle dispose d'un certain nombre d'outils et en particulier de l'atelier AMoCO. Ce moyen a été développé sous MATLAB par la société Capgemini puis par Alyotech pour les besoins de la DGA. L'objectif d'AMoCO est de construire des modèles de capteurs et de chaînes optroniques à partir de blocs élémentaires tels que des blocs optiques, de systèmes de balayage d'électroniques d'automatismes ou encore de traitements d'images.

Au fil des différentes versions, ce logiciel s'est enrichi en fonctionnalités. Néanmoins la complexité de son architecture s'est accrue si bien qu'il n'est plus possible aujourd'hui de tester des groupes fonctionnels indépendamment les uns des autres sans devoir construire un modèle ou une chaîne complète. De plus les codes de calculs et lois physiques sont noyés dans des structures complexes rendant la maintenance difficile et fastidieuse. Par conséquent, la maîtrise de l'outil n'est pas optimale.

2.1.2 Missions et objectifs fixés

L'objectif du stage est de développer un nouveau moyen permettant à terme de se substituer à l'outil AMoCO. L'idée est de créer une *toolbox* MATLAB sur la base de cette librairie et en s'appuyant sur des collections de codes de calculs provenant de plusieurs personnels DGA. En parallèle aux moyens standards, les ingénieurs et experts - à la DGA comme ailleurs - développent leurs propres outils pour leurs tâches bien spécifiques. Ainsi de multiples versions d'une méthode coexistent. Le souci se présente lorsque des résultats doivent être confrontés et comparés. Pour palier cela, il a été décidé de réunir et fusionner les travaux précédents avec un regard critique.

La boîte à outil doit être simple d'utilisation et de maintenance. À cet effet, une documentation doit accompagner la *toolbox*. Son architecture et les modules jugés prioritaires sont à réaliser. La *toolbox* doit être exportable pour une diffusion à l'échelle de la DGA.

D'autre part, les fonctions doivent être construites suivant la logique MATLAB *i.e.* gérer des vecteurs et des matrices en arguments et non simplement des scalaires. Une validation interne à partir de références est nécessaire, et ce, pour chacune des fonctions.

A noter, les campagnes de modélisation font intervenir de grandes quantités d'informations (images, paramètres ...). Les temps de traitements peuvent vite devenir significatifs. Afin de les réduire, un transcodage en C des fonctions MATLAB doit être entrepris. MATLAB est capable d'exécuter du code C compilé.

Résumé

Un stage armée-jeunesse de 20 semaines a été réalisé au centre Maîtrise de l'information de la Direction Générale de l'Armement (DGA MI) à 15 km au sud de Rennes.

Le département CGN2/SDO dispose et utilise des codes de calcul pour modéliser des capteurs infrarouges. Ce stage consiste à mettre en place et à développer une boîte à outil MATLAB (*toolbox*) regroupant des fonctions d'optronique. Ces fonctions « métier » proviennent essentiellement de bibliothèques existantes. Elles servent à représenter les capteurs modélisés sous forme de schémas-blocs. L'outil actuel ne permet pas de tester individuellement chaque unité fonctionnelle. Pour palier ce problème, les équations de la physique et les méthodes de calculs ont été extraits pour créer des fonctions groupées dans une *toolbox*.

La gestion de la *toolbox* est centralisée et en partie automatisée. L'évolution de l'outil est possible à travers l'ajout de modules. Une documentation est intégrée au sein de MATLAB. Des mécanismes simples et robustes garantissent une prise en main pour tous les niveaux d'utilisateur : les fonctions sont implémentées selon la logique MATLAB. Les algorithmes sont codés en MATLAB et en C. Le mécanisme d'interfaçage MEX permet l'utilisation de fonctions C dans cet environnement de développement. Le langage C permet de manipuler efficacement des tableaux (images) de grande taille. Les temps d'exécution sont extrêmement réduits comparé aux fonctions équivalentes sous MATLAB.

Un module d'optronique basé sur la loi de Planck est implémenté. Un second module gère le format d'image PTX. Tous deux ont été validés. La *toolbox* a déjà été diffusée dans le service et sur le centre DGA Techniques Aéronautiques à Toulouse. Le stage a permis de mettre en place une structure simple et efficace sous MATLAB. Cette approche pourra être adoptée et déployée sur les centres DGA impliqués dans le domaine optronique.

Mots clés: optronique – *toolbox* – MATLAB – C – interfaçage MEX