

Le Trieur de M&M's

Février à Décembre 2015

Tuteur et client :
Sébastien Lengagne

Etudiants :
Jean-Ferréol de Villeneuve
Ludovic Descout

Résumé

Résumé

La section Génie Electrique de Polytech Clermont-Ferrand a besoin de système ludique à présenter lors des portes ouvertes de Polytech. Cela va permettre d'attirer les étudiants car celle-ci manque de plus en plus d'élèves.

C'est dans ce but que le projet Trieur de M&M's a été envisagé. Le système va permettre de former une image grâce à des M&M's. Les bonbons sont placés sur un plateau et un outil vient les déplacer pour que l'ensemble des M&M's ressemble à une image désirée.

Le projet étant une vitrine du Génie Electrique, celui-ci doit regrouper un maximum de matière. Il y a par exemple la programmation en C, de l'automatisme, robotique, de la conception de carte (CAO*), du traitement vidéo, utilisation de Qt (logiciel de création d'interface graphique*).

Cette première partie de projet a permis de savoir comment le système sera fait : le plateau supportant les M&M's sera composé de bois et de mousse troué afin de les tenir, le système de déplacement des bonbons est composé d'un bras et d'un préhenseur. Le bras utilisé est un bras parallèle et le préhenseur une pompe avec électrovanne. Il y aura une webcam afin de visualiser l'ensemble du plateau et un ordinateur permettant l'affichage d'informations (le nombre de M&M's total et par couleur, l'image à réaliser, ...).

Abstract

The Electric Engineering of Polytech Clermont-Ferrand needs entertaining stuff for Polytech open-doors. It will bring few students because Electric Engineering lost too much of them.

The M&M's sorter subject was created for this. He consists in making a picture with those candies. They are put on a tray and a tool will move M&M's for them to look like the picture.

This project needs to show most of school subjects of Electronic Engineering. For example, there is the C programming, automatism, robotic, computer-aided design (CAD), video processing, using Qt (Graphical User Interface creation software).

This first step of the project is use for knowing who work the system. The tray who support the candies is composed of wood and perforated foam, the M&M's moving system is made with a robotic arm and a gripper. The robotic arm is a parallel one and the gripper a pump with solenoid valve. There will be a webcam to view the entire tray and a computer for information display (total and per color M&M's number, picture to realize ...).

* : Tous les mots suivis d'un astérisque sont définis dans le lexique

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Mr Sébastien Lengagne, ainsi que Polytech, qui nous a trouvé ce sujet permettant l'amélioration de l'image de la section Electricite de Polytech Clermont-Ferrand. Mr Lengagne étant notre tuteur Polytech ainsi que notre client, ceci est un travail difficile mais il est toujours à même de nous aider.

Mme Isabelle Goi, notre tutrice industrielle, nous a également été d'une grande aide afin de réaliser des revues de projet les mieux possible et nous a également permis de voir comment fonctionne le travail d'ingénieur.

Certaines personnes nous ont également aidées tout au long du projet comme par exemple Mr Jacques Laffont ayant aidé à améliorer le sujet du projet et de le détailler. Il y a également All'Chem, une usine de Montluçon (03), qui a fourni gratuitement du matériel permettant le test de différentes parties du système.

Table des matières

I.	Introduction	1
II.	Le Trieur de M&M's	2
III.	Les solutions techniques.....	3
	Partie mécanique	
	Conversion d'image	
IV.	Déroulement.....	7
V.	Conclusion.....	8
VI.	Bilan personnel	9
VII.	Bibliographie.....	10

Annexes

I.	Annexe 1	I
II.	Annexe 2	II
	Gantt 4 ^{ème} année	
	Gantt 5 ^{ème} année	

Table des figures

<u>Figure 1</u> : Exemple de fonctionnement du plateau (source personnelle)	page 3
<u>Figure 2</u> : Exemple de bras parallèles, bras Delta [A]	page 4
<u>Figure 3</u> : Comparaison de traitements d'images (source personnelle)	page 6

Lexique

Conception Assistée par Ordinateur (CAO) : La CAO regroupe les logiciels et les techniques de modélisation géométrique qui permettent de concevoir, de tester virtuellement et de réaliser des produits manufacturés.

Diagramme de Gantt : Représente visuellement l'état d'avancement des différentes activités (tâches) qui constituent un projet.

Encodage : Moteur électrique, hydraulique ou pneumatique jouant le rôle d'actionneur final ou intermédiaire dans un asservissement ou un système à régulation.

Interface graphique : Une interface graphique est un ensemble de commandes affichées à l'écran de l'ordinateur et permettant de piloter un logiciel sans saisie de lignes de commandes.

Octets : Unité de mesure de la quantité de données informatique.

Oscillation : Mouvement de va-et-vient.

Préhenseur : Outil servant à prendre un objet.

Servomoteur : Moteur électrique, hydraulique ou pneumatique jouant le rôle d'actionneur final ou intermédiaire dans un asservissement ou un système à régulation.

Work Breakdown Structure (WBS) : Permet de découper l'ensemble du travail à accomplir en sections gérables.

Introduction

La section Génie Electrique de Polytech Clermont-Ferrand a besoin de redorer son image auprès des étudiants envisageant une école d'ingénieur. C'est de cette idée que le projet ci-présent a été créé.

Mr Sébastien Lengagne est un membre du corps enseignant de Polytech Clermont-Ferrand et plus particulièrement des sections Génie Electrique et Génie Physique. Il a décidé de proposer à ces élèves de quatrième année de travailler sur deux projets, dont celui-ci, qui ont pour butent d'être la vitrine du Génie Electrique lors des portes ouvertes.

Le projet s'intitule Le Trieur de M&M's. Il consiste en la réalisation d'images pixélisées grâce à des M&M' s. Les bonbons sont placés sur un plateau aléatoirement est un système va les trier, les ré-agencer, afin de former une image simple comme par exemple un arbre ou une voiture. Cette image sera faite avec les couleurs disponibles des M&M' s (six couleurs) et le plus rapidement possible. Cela doit être le plus ludique possible afin d'attirer un maximum d'étudiants.

Le Trieur de M&M's

Pour les portes ouvertes de Polytech Clermont-Ferrand, chaque département (biologie, électrique, génie civil, physique, mathématiques) doit s'auto-promouvoir par des démonstrations de leurs activités. C'est dans ce contexte que Mr Sébastien Lengagne créa ce projet. Il a pour but de montrer au public des portes ouvertes le potentiel de la section électrique de Polytech Clermont-Ferrand. Afin que le système soit ludique, il a été décidé de le réaliser comme suit : des M&M's sont mélangés sur une surface plane, il faut trouver un moyen de les trier afin qu'ils forment une image grâce aux différentes couleurs des bonbons.

Pour réaliser ce système, il faut le séparer afin de différencier les activités réalisées. Pour le Trieur de M&M's il y a une partie mécanique permettant le déplacement des bonbons, une partie traitement d'image afin de contrôler le système.

Les solutions techniques

Partie mécanique

Plateau

Il est nécessaire d'avoir un support pour poser les M&M's, c'est pourquoi il a fallu définir comment les M&M's sont posés au départ :

- Les M&M's forment un quadrillage : si les bonbons sont posés de manière anarchique, il sera trop difficile de les déplacer car il peut y avoir potentiellement des M&M's superposés et la partie visio ne pourra pas repérer s'il y a un ou plusieurs M&M's à une position

- Il faut une surface souple pour ne pas abîmer les M&M's : étant donné que le système fonctionnera pendant une journée entière, il faut éviter d'abîmer les bonbons afin qu'ils tiennent jusqu'à la fin. Le plateau sera donc composé d'une surface dure en bois (du médium), afin de le fixer, et, par-dessus, une couche de créamousse qui est une surface de quelques millimètres souple. Cela permet d'obtenir une surface de travail qui abîmera très peu les M&M's

- Les M&M's doivent être stables : lorsqu'on dépose les M&M's sur le plateau au départ ou après un déplacement de ceux-ci, il ne faut pas qu'ils bougent de leur position. Des trous sont donc réalisés dans la surface souple (la créamousse) afin de déposer les M&M's dans ceux-ci.

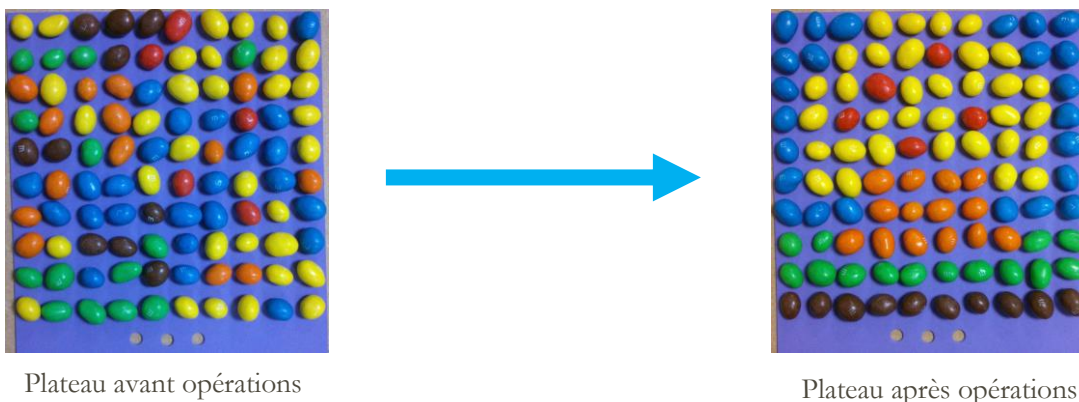


Figure 1 : Exemple de fonctionnement du plateau (source personnelle)

Bras robotisé

Celui-ci est utilisé pour le déplacement des M&M's sur le plateau, il est nécessaire qu'il soit manœuvrable sur 3 axes car il faut 2 axes pour le déplacement sur le plateau et un troisième afin de surélever les M&M's avant de les déplacer. Le problème est donc décomposé en deux parties : le mouvement plan (sur 2 axes) et l'élévation.

Pour le mouvement plan, plusieurs solutions étaient possibles : des bras x/y, séries ou parallèles :

- bras x/y : ceux-ci sont très faciles à mettre en œuvre mais ils ne sont pas possibles dans notre cas pour deux raisons : il n'est pas possible de juxtaposer 4 plateaux les uns à côté des autres, ce qui doit être possible en fin de projet, et ce système est beaucoup trop lent.

- bras séries : ils sont également assez simple à mettre en œuvre. Le principal défaut de cette solution est le poids engrangé par le second servomoteur* et qui doit donc être pris en compte (le servomoteur fixé au support doit supporter le poids. Cette solution est plus rapide que précédemment est aurait pu convenir.

- bras parallèles : solution permettant la plus grande vitesse de déplacement des M&M's. Celle-ci est plus complexe à mettre en œuvre de par sa structure mais elle a un avantage important : il y a très peu de charge sur les bras car les deux servomoteurs sont fixés à la structure. C'est cette solution qui a été choisi car la contrainte de vitesse est très importante.



Figure 2 : Exemple de bras parallèles, bras Delta [A]

La structure du bras sera doublé afin d'éviter un maximum les oscillations* dut à la souplesse des matériaux.

Pour l'élévation, il existe plusieurs techniques envisageables :

- Une crémaillère : le bras est monté sur une crémaillère afin de le monter ou le descendre lorsqu'on le souhaite. Ceci est très facile à mettre en place mais il y a encore une fois un problème de vitesse d'exécution.

- troisième servomoteur : celui-ci est placé afin de faire pivoter le bras entier. Le principal défaut est qu'il n'y a pas la même élévation en début ou fin de course du bras et cela est donc à prendre en compte. Cette solution est toutefois la plus rapide et est donc celle choisie.

Préhenseur

Le préhenseur* va permettre d'attraper les M&M's. Cette partie est lié au bras car celui-ci va se déplacer vers les M&M's ou les zones vides et le préhenseur va attraper/lâcher les M&M's.

Le principal défaut des M&M's est que ceux-ci sont de différentes tailles et formes. Il faut donc prendre cela en compte pour le choix du préhenseur.

Deux solutions ont été trouvées :

- préhension par pincement : une pince permet d'attraper les M&M's.

- préhension par aspiration : une pompe aspire les M&M's et les maintiens. Pour les lâcher rapidement, celui-ci est équipé d'une électrovanne.

La préhension par aspiration a été choisie car celle-ci sera plus rapide et, lorsque le bonbon est lâché, cette solution est plus précise.

Conversion d'image

Le système a pour finalité de dessiner une image. Un système mécanique n'ayant pas la notion du beau, il faudra enregistrer une banque d'images et/ou convertir des images au bon vouloir de l'utilisateur.

Solution retenue

Devant ce choix, il a été décidé de mettre en avant un système de conversion d'images. L'avantage évident de cette solution est l'utilisation d'un format personnalisé, propre au robot. Les images seront de ce fait converties selon les formats d'entrée choisis.

Par ailleurs cette solution permet aussi la réutilisation de cet algorithme pour créer une banque d'image par défaut, ou encore le traitement de l'image en cours de création. De ce fait le bras robotisé possèdera un retour de son action en cours de déroulement, et optimisera la vitesse et la précision de l'opération.

La partie informatique faisant partie du livrable, une attention particulière a été portée sur le code informatique. Le choix s'est porté vers un langage objet, afin de pouvoir faire apparaître la notion d'héritage entre une matrice de pixels et les différents formats d'images, mais aussi car le système travaillera sur ordinateur et que de ce fait aucune limitation majeure de puissance n'est imposée.

Tests réalisés

Au vu de la difficulté de lecture des différents formats d'images et du nombre de créneaux horaires limités. La gestion des images s'est faite en fichiers images *.pnm, gérés par défaut sous Linux (Contrairement aux systèmes d'exploitations Windows qui nécessitent des logiciels tels que Gimp).

L'avantage majeur de ce type d'images, est, outre la simplicité de son entête, l'absence d'une quelconque compression d'image. Néanmoins l'encodage* est en ascii, une légère conversion sera nécessaire. En revanche, l'authenticité de la matrice d'images implique des images d'un poids maximal (à titre d'exemple : 166 244 octets* en .pnm contre 8 312 octets pour cette même image en .jpg, soit 20 fois plus encombrante). Cette taille induit de fait une difficulté à trouver des images natives au format. Des conversions ont donc été réalisées pour obtenir une banque d'image suffisante pour les tests.

Les tests sont concluants, mais deux défauts restent à souligner :

- les couleurs les plus sombres ne peuvent pas ressortir en noir. Il devient alors difficile de nuancer entre le marron et le bleu. Le bleu apparaît souvent efficace mais néanmoins il ne peut être choisi par défaut, dans le cas de nuances de bleu qui laisserait (comme une vague sous un ciel bleu).

- Les limites d'orange (jaune/orange, orange/rouge, orange/marron) sont floues, ce qui se traduit par des arêtes pourtant vives mal traduites. On le voit lors de la conversion, par exemple de la célèbre image de Lena ci-dessous : les murs aux couleurs orange douces peuvent sortir soit chaudes en jaune et orange ou plus froides, entre marron et orange, ce qui fait ressortir le visage dans les nuances de rouge.



Figure 3 : Comparaison de traitements d'images (source personnelle)

Par ailleurs l'algorithme doit être idéalement en mesure d'approximer les couleurs lorsque les ressources de chocolats ne sont pas suffisantes, ou encore de moyenner les pixels pour pouvoir réduire le nombre de pixels à un nombre idéal pour l'affichage en M&M's. Faute de temps, ces tests n'ont pas été réalisés, mais les tests précédents laissent à croire que la solution technique envisagée est viable. Les fonctionnalités supplémentaires, quant à elles pourront être réalisées en sous-traitance.

Déroulement

La phase d'avant-projet s'est déroulée du 2 février au 5 mai 2015. Le projet a été séparé en tâches afin de faciliter l'avancement. Ceci a été fait par le biais du schéma Work Breakdown Structure* (Annexe 1). La partie en vert clair est celle réalisée pendant cette phase d'avant-projet. Le reste doit être fait pendant la dernière année de formation des étudiants. Pour obtenir un travail efficace, il est nécessaire de répartir les tâches de façon équitable et bien adapté dans le temps. C'est pour cela que l'utilisation d'un diagramme de Gantt* est très important (Annexe 2). On peut remarquer sur le Gantt qu'une grande partie des prévisions a été suivie (zones en vertes). Toutefois, la préparation de la sous-traitance n'a pas pu être finie à temps car la durée des autres parties a été sous-estimée. Cela devra donc être fait en début de l'année scolaire prochaine.

Conclusion

Le Trieur de M&M's sera donc un outil important pour l'image du Génie Electrique de Polytech Clermont-Ferrand.

Le travail de préparation du projet a bien été réalisé. Les Différentes parties (plateau, bras, préhenseur, traitement d'image) ont été testé et les solutions techniques approuvées. La deuxième phase du projet consistera donc à créer physiquement le système et à le programmer.

La prochaine étape de ce projet est de l'utiliser pendant les cours en tant que TP. Le système sera dupliqué en quatre exemplaires et cela permettra de travailler sur un système ludique mais en pseudo-compétition.

Bilan personnel

Cet avant-projet a surtout permis d'améliorer nos connaissances de la gestion de projet. En effet, nous avons appris à gérer un calendrier de projet de type Gantt, les revues de projet permettent une simulation de réunion en entreprise ainsi que les comptes-rendus. Il est également essentiel de travailler en équipe et d'arriver à partager les tâches équitablement. Il a également fallu discuter avec un client ce qui nous a permis de savoir comment faire et faire le tri dans ce que celui-ci nous demande de faire et ce qui est possible, réalisable.

Bibliographie

[A] Codian Robotics, URL : <http://www.codian-robotics.com/fr/robotics/d2-robots/?r=5>

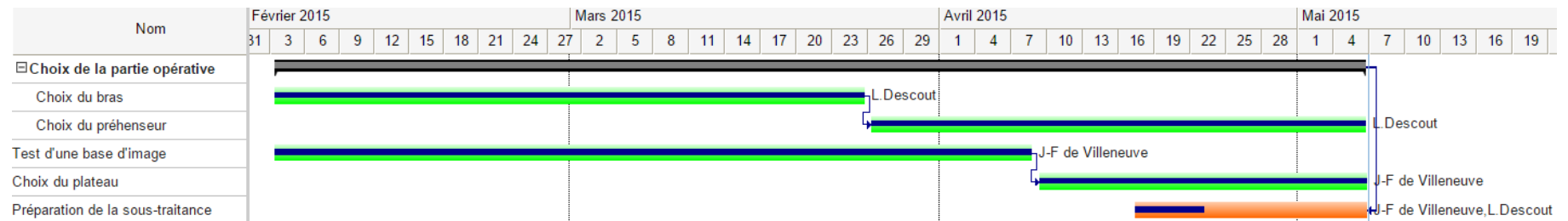
ANNEXES

Annexe 1



Annexe 2

Gantt 4^{ème} année



Gantt 5^{ème} année

