

Rapport de projet

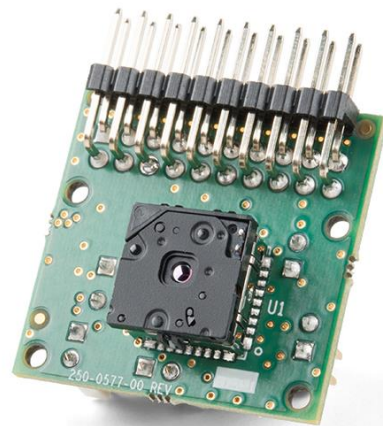
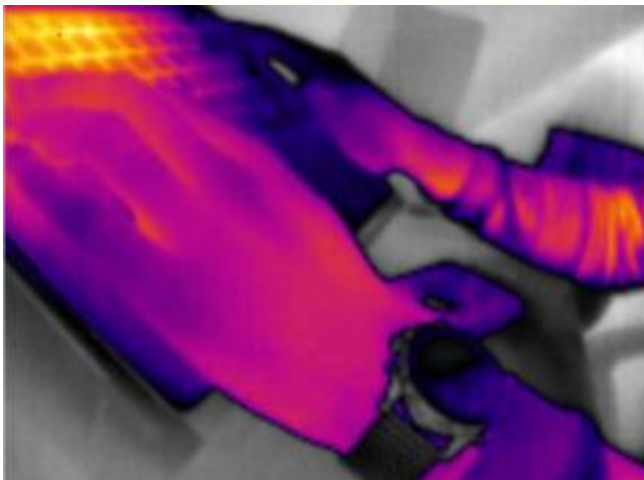
PROJET CAMÉRA THERMIQUE

Bastien LE COQ et Anthony LE PORS

PEI L2 - PRJ 1401
Année 2020/2021



Du 15 Janvier 2021
au 14 Mai 2021



Adresse de notre site web : <http://anthony.lepors.fr/raspi-thermo-cam/>

Sommaire

Introduction.....	1
Développement du projet	2
Architecture du site Web	2
Le matériel.....	2
Prise en main du Raspberry.....	2
Contrôle par une application Java	3
Recherches	4
Notre projet : Raspi Thermo Cam.....	4
Menu de bas de page	4
Conclusion	5

Introduction

Dans le cadre de l'unité d'enseignement PRJ 1401, nous avons pour projet la mise en place d'une caméra thermique « open source » pour des applications en thermique du bâtiment. Le projet a débuté le 11 janvier 2021, avec une date limite le 14 mai 2021, nous laissant 4 mois pour réfléchir et travailler sur la réalisation de la caméra.

Pour ce faire, nous avons à notre disposition un module FLIR Lepton 3.5 que nous connectons à un Raspberry Pi 400 (puis Pi 4 B) via une carte d'interfaçage USB ou GPIO. Le premier objectif de ce projet était la prise en main de la partie caméra thermique. Une fois ceci fait, l'objectif principal était de délivrer une preuve de concept. En effet, nous devons démontrer qu'il était possible de concevoir une caméra thermique à partir du matériel à notre disposition.

Pour cela, nous avons donc travaillé par étape, avec dans un premier temps la découverte et la compréhension du matériel. La partie prise en main de la partie caméra thermique est très vite arrivée avec les installations de 3 logiciels sur le Raspberry. Les résultats étaient très satisfaisants et nous avons déjà une première preuve de concept, en insistant sur les drivers et les bibliothèques en jeu pour arriver à ce résultat.

Cependant, nous ne sommes pas arrêtés à l'installation de ces logiciels d'exploitation de données thermiques et nous avons proposé plusieurs suites à ce projet. La première était la conception d'un robot thermique piloté dynamiquement au travers d'une interface en Java. Ensuite, la modélisation d'un boîtier avec SolidWorks était quelque chose d'intéressant pour compléter nos cours de CAO. Enfin, nous avons souhaité améliorer la qualité du rendu vidéo avec l'ajout d'une caméra optique pour palier la faible résolution du module thermique et se rapprocher des résultats industriels.

Le développement qui suit retrace nos réflexions et les grandes étapes pour mener à bien ce projet. Etant donné que toutes nos recherches sont sur le site Web, ce rapport décrira surtout l'ordre de travail et il servira d'aide à la consultation du site Web.

Développement du projet

Au cours de ce projet, nous avons choisi de documenter toutes nos recherches et l'avancement de nos réalisations sur un site Web. En effet, c'est le moyen le plus pratique pour comprendre ce qui a été mis en place lors de ce projet, tout en rendant cela public. De plus, cela facilitera la reprise de ce projet si besoin, puisque tout est mis à disposition en ligne.

Nous allons donc expliquer dans ce rapport comment nous avons structuré le site Web pour faciliter la compréhension du projet. Les détails techniques figureront donc seulement sur le site.

Architecture du site Web

Tout d'abord, un menu déroulant en haut du site permet de naviguer parmi les différents onglets.

Le matériel

Le premier onglet à consulter est celui du matériel. Les différentes pages permettent de comprendre ce que nous avons à disposition pour réaliser ce projet. Chaque composant possède sa page avec des images, des caractéristiques, le fonctionnement et l'utilisation de ce dernier dans notre projet.

Pour cela, nous nous sommes principalement appuyés sur les datasheets des composants. Nous y avons aussi ajouté quelques images personnelles. Par exemple, pour la carte d'interfaçage GPIO, nous avons indiqué comment brancher la carte pour pouvoir la connecter au GPIO du Raspberry. De plus, des recherches sur le bus SPI et I2C viennent compléter la documentation.

Nous avons aussi fait apparaître la construction du robot thermique à partir du châssis Magic DG007. Ce matériel est personnel et la construction de ce robot remonte à un précédent projet en 2018. C'est donc un complément de ce projet.

Prise en main du Raspberry

Le second onglet de ce site Web concerne la prise en main du Raspberry. C'est en quelque sorte un guide pour initier l'utilisation du Raspberry dans ce projet. Que ce soit en termes de configuration ou d'utilisation, cet onglet retrace les bases de la mise en place du développement lors de ce projet.

Pour commencer, nous avons donc montré comment installer un système d'exploitation sur Raspberry. Pour notre cas, c'est le Raspberry Pi OS. Ensuite, le contrôle à distance du Raspberry permet de faciliter énormément son utilisation. Cette partie n'est pas forcément nécessaire si le reste du projet se fait sur un Raspberry Pi 400. La prise en main à distance du Raspberry permet d'introduire la partie « embarquée » du projet. En effet, sans cela il est impossible d'envisager l'utilisation d'un Raspberry pour concevoir un système embarqué. La connexion en SSH puis en VNC permet donc de visualiser le bureau du Raspberry sur un autre ordinateur sur le même réseau. Ensuite, la configuration d'un point d'accès Wi-Fi a permis de nous rendre autonome sur l'aspect connexion puisque nous n'avions plus qu'à connecter l'ordinateur au point d'accès du Raspberry pour être sur le même réseau que l'hôte et ainsi le contrôler à distance.

Ces configurations nous ont permis d'installer 3 logiciels de données thermiques :

- GetThermal
- Parabilis Thermal
- LeptonModule

Les 2 premiers utilisent la carte d'interfaçage USB et le dernier est en GPIO. Nous avons donc maîtrisé les 2 types de connexion du module thermique. De plus, toutes les commandes ou même des scripts d'installation figurent sur le site Web pour répéter les opérations très simplement, il n'y a plus qu'à recopier !

Enfin, deux autres points sont évoqués dans la partie prise en main : le démarrage sur clé USB et la sauvegarde et restauration du système. Ces 2 notions concernent l'aspect développement sur Raspberry mais elles ne sont pas essentielles à la réalisation de ce projet en particulier.

Contrôle par une application Java

Une grosse partie de ce projet a été la réalisation d'un robot thermique. Nous souhaitons apprendre à piloter un robot à travers une Interface Homme Machine. Pour cela, nous avons choisi d'utiliser le langage Java pour concevoir une application qui contrôle le GPIO du Raspberry. C'était donc l'occasion d'approfondir des notions de programmation vues au cours de ce semestre.

Pour y parvenir, nous avons procédé par étape. La première est l'installation des bibliothèques Pi4J sur le Raspberry car sans ces bibliothèques, le langage Java ne permet pas la communication jusqu'aux ports GPIO du Raspberry.

Ensuite, nous avons mis en place le développement sur Eclipse sur un PC Windows. De même, il fallait ajouter les bibliothèques Pi4J pour qu'elles soient reconnues sur l'IDE pour pouvoir compiler le programme. Un autre point important sur Eclipse était le choix de compiler en version Java 11 puisque c'est la dernière version de la machine Java sur Raspberry. Une fois ce paramétrage fait sur Eclipse, nous pouvions coder pour concevoir notre application.

Un premier test était le changement d'état d'une LED branchée sur un port GPIO. Pour cela, nous avons choisi de développer une interface Java Swing. Aussi, nous avons développé en Java selon la méthode MVC (Model, View, Controller), ce qui facilite énormément les interactions entre l'interface et le Raspberry.

Une fois ce premier test réussi, nous pouvions passer à la programmation de l'application pour piloter le robot thermique. Les deux premières étapes étaient d'apprendre à piloter 2 moteurs à courant continu au travers du langage Java. De même pour le support amovible. Ensuite, nous attaquons la conception de l'interface et notamment d'un joystick virtuel pour piloter les moteurs. Pour cela, il fallait trouver une formule mathématique pour lier le mouvement du joystick aux rotations des moteurs. Il ne restait donc plus qu'à coordonner tout cela et le prototype du robot thermique était donc obtenu.

Enfin, le code et notamment le dossier de programmation sont téléchargeables sur le site.

Recherches

L'onglet Recherches du site Web concerne les recherches complémentaires qui ont été menées durant ce projet. Par manque de temps, elles ne figurent pas toutes sur le site. Ce qui figure dans ce menu n'est pas primordial aux réalisations concrètes qui découlent du projet.

Les premières recherches concernent le fonctionnement des caméras infrarouge en général. Il était important pour nous de se renseigner sur le fonctionnement théorique globale des capteurs IR. Ainsi, nous pouvions mieux assimiler l'utilisation du FLIR Lepton. De plus, cela nous a permis de prendre de l'avance sur des notions étudiées par la suite en thermodynamique durant ce semestre.

Ensuite, les recherches sont classées par environnement (Linux -> Raspberry PI OS, Windows). Les recherches effectuées sur l'environnement Ubuntu ne figurent pas encore sur le site Web. En effet, nous avons beaucoup travaillé en virtuel, chose que nous avons découvert durant ce projet et qui est une notion très importante du développement.

Une autre recherche sur Raspberry que nous avons documentée est la création d'une interface Web avec la source Leptonic. C'était la première idée qui nous était venue pour fusionner un flux thermique avec un flux optique. Nous pensions passer par le protocole RTSP dégagé par le flux thermique sur cette interface Web.

Enfin, nous pensons ne pas être loin de mettre en place la partie PyLepton Overlay avec la Pi Camera et le Lepton en GPIO. Cette partie sera donc peut être incluse dans le site.

Notre projet : Raspi Thermo Cam

Le dernier menu déroulant intitulé « Notre projet : Raspi Thermo Cam » concerne les concrétisations de ce projet Caméra Thermique.

La première page permet de visualiser l'utilisation du robot thermique. Cette partie de projet était très enrichissante et en plein cœur du domaine mécatronique. C'est pourquoi nous avons eu l'idée d'inclure cette suite au projet. De plus, le résultat de cette partie est exactement ce que nous souhaitions obtenir.

La seconde se rapporte à la conception d'un boîtier caméra thermique en CAO. Cela pourrait être un point important pour la reprise du projet si jamais la création d'une caméra thermique embarquée était envisagée.

Menu de bas de page

Le menu de bas de page du site est constitué des pages « utiles » au cadre du projet. C'est ici que figurent les sources utilisées, tous les fichiers à télécharger, les compétences acquises, un moyen de nous contacter et le rapport au format PDF directement téléchargeable sur le site.

Conclusion

Ce projet s'est révélé très enrichissant pour nous dans la mesure où nous avons dû lier plusieurs domaines de la mécatronique pour parvenir au résultat. Nous avons ainsi pu mettre en œuvre une approche interdisciplinaire dans la conception, à la fois d'un robot et d'un boîtier en CAO.

Dans un premier temps, nous avons appris l'importance de planifier les tâches avant de commencer un projet. Cela permettait de situer nos avancées dans le temps. Finalement, comme nous l'avions imaginé, nous étions toujours en accord avec ce planning initial et cela nous a donc permis d'accorder de l'importance à des tâches complémentaires (virtualisation, site web, robot...).

De plus, le fait de documenter ce projet sur un site Web est bénéfique pour nous et il rend notre travail bien plus dynamique. En effet, des images viennent illustrées nos recherches, le code est directement accessible pour réinstaller les logiciels. De plus, nous avons aussi fait quelques montages vidéo pour présenter nos résultats. Finalement, l'archive de ce projet est directement consultable en ligne.

En outre, le fait que ce projet puisse être poursuivi par d'autres étudiants était quelque chose de motivant pour nous. Le but était donc de laisser quelque chose de concret et d'abouti pour que des personnes arrivant sur ce projet puissent obtenir très vite les mêmes résultats que nous. Aussi, la partie fonctionnement et compréhension du matériel irait bien plus vite grâce à notre documentation.

La poursuite de ce projet aurait des tâches très intéressantes avec la fusion des flux optique et thermique et la création d'un boîtier pour obtenir un véritable système embarqué.

Enfin, nous sommes plutôt satisfaits du résultat de ce projet. Notre investissement au cours de ces 4 mois de travail nous aura permis d'acquérir de multiples compétences dans des domaines qui se rapportent à l'ingénierie. Ce projet nous ayant motivé, ce serait avec plaisir d'obtenir des retours sur une éventuelle poursuite de ce dernier.