

GNG1503

Manuel d'Utilisateur du Projet de Conception

Pression de Piano

Soumis par:

Pression optimale FB-8

Nicolas Thivierge 300136272

Maxim Busatta 300094140

Alexandre Elie 300082521

Bamoussa Sacko 300114342

Johny Camara 300147059

5 avril 2020

Université d'Ottawa

Résumé

Dans le cadre du cours de génie de conception GNG 1503, nous avons formé un groupe d'étudiants en génie afin de développer un produit pour résoudre un problème qui nous a été présenté. Lors de la première rencontre, notre client, Gilles Comeau, a énoncé que les musiciens ont un haut taux de blessures. Gilles est un pianiste donc il souhaite que l'équipe développe un produit qui permet aux pianistes de visionner les forces appliquées sur les clés de leur piano.

Suite à la rencontre, chaque membre du groupe ont développé des concepts de différents sous-systèmes. Après cela, le groupe a développé 3 différents concepts avec les solutions développés dans la phrase précédente. Avec l'utilisation de l'étalonnage, nous avons pu faire le choix d'un concept (concept 1). Cela a été suivi d'une rencontre avec le client où nous avons pu présenter un plan d'actions préliminaire.

Après avoir fait le choix de concept, nous avons fait la fabrication du premier prototype. Le premier prototype a servi pour faire une preuve de concept de base et de recevoir de la rétroaction de notre client. Nous avons pu présenter le premier prototype en organisant une autre rencontre et une première présentation. Après avoir reçu de la rétroaction positive de notre client, nous avons poursuivi la fabrication du second prototype. Le second prototype nous a servi à confirmer notre circuit préliminaire et code préliminaire qui a permis de faire la lecture de la force appliquée sur un senseur de pression en (ADC). Nous avons pu à ce moment procéder avec le prototype 3. Malheureusement, le prototype 3 n'a pas pu être complété, dû à la fermeture des espaces de travail MakerSpace. La fermeture de ses espaces de travail est arrivée suite à l'épidémie du COVID-19. C'est la raison pourquoi nous n'avons pas pu terminer le soudage du circuit, par contre le code a pu être complété.

A la fin du semestre, nous avons pu faire une présentation des parties importantes et composantes qui ont influencées notre projet. Nous croyons que nous aurions pu terminer le prototype final si l'épidémie du COVID-19 ne serait pas arrivée.

Table des matières

Résumé	2
Table des matières	3
Liste de figures	4
Liste de tables	5
Liste des acronymes	6
1. Introduction	7
2. Comment le prototype est construit	8
2.1 Catégorie	8
2.1.1 LDM (Liste des matériaux)	8
2.1.2 Liste d'équipements	8
2.1.3 Instructions	8
3. Comment utiliser le prototype	11
4. Comment maintenir le prototype	12
5. Santé et sécurité	12
6. Dépannage	12
7. Conclusions	13
8. Bibliographie	14
APPENDICES	16
APPENDICE I: Fichiers de conception	16
APPENDICE II: Autres Appendices	17

Liste de figures

Figure	Description
Figure 1	Schéma du circuit sur la perf board.
Figure 2	Code pour le prototype final.
Figure 3	Logiciel MegunoLink.
Figure 4	Logiciel Tera Term.

Liste de tables

Aucune table n'a été utilisé pour la rédaction de ce document.

Liste des acronymes

Acronyme	Définition
FSR	(Force sensitive resistor) : senseur responsable pour mesurer la pression appliquée.
I.C. Socket	(integrated circuit socket) : Entrer pour permettre l'insertion et le déplacement sécuritaire de composants électroniques.

1. Introduction

Pour apprendre le piano, de nombreuses heures de pratique et des centaines de répétition sont nécessaires pour devenir habile avec l'utilisation de cet instrument. Pour cette raison, un pianiste doit exercer une technique adéquate pour garder une bonne santé. Une erreur commune commise par les pianistes c'est une tendance à appliquer une force excessive sur les touches de piano ce qui peut causer des blessures. Ces derniers, finissent par avoir du mal à poursuivre leur carrière, leur laissant des conséquences graves pour le reste de leur vie. Au regard de cette situation, nous nous sommes donnés pour objectif de fabriquer un produit qui pourra permettre d'améliorer la vie de ces artistes.

Le prototype conçu est un appareil spécialement fabriqué pour la lecture des pressions appliquées sur les clés de piano pour permettre au pianiste de perfectionner leur technique lorsqu'ils appuient sur les touches. Ainsi, cet outil est d'une grande importance, vu qu'il leur permettra de mesurer et visualiser la pression soutenue sur une touche lorsqu'il joue. C'est pour cela que notre prototype inclus un graphique en temps réel qui permettra au pianiste de visualiser la pression appliquée sur les touches, afin qu'il appuie la pression optimale. Nous avons aussi ajouté l'option d'un tableau de données affiché sur Excel qui peut sauvegarder pour faire une analyse optimale des données enregistrées au cours de l'essai. Dû à la sensibilité du toucher de certain pianiste, nous avons choisi un espace bien précis pour le placement des senseurs de pression dans le piano. Le positionnement du prototype minimise la détection du prototype lorsque le piano est joué et aura aucun impact sur la performance du pianiste.

L'élaboration d'un manuel d'utilisateur est indispensable dans le cadre de notre projet. Ce document servira de guide aux clients, qui pourront comprendre le fonctionnement de notre prototype et ses composantes. Nous expliquerons sa construction, son utilisation adéquate et son maintien.

2. Comment le prototype est construit

Puisque le prototype n'a pas été complété les parties qui suivent supposent que le prototype a pu être complété.

2.1 Catégorie

2.1.1 LDM (Liste des matériaux)

- Arduino Nano
- Protoboard
- Fils électriques
- IC socket
- 3 FSR 404
- Etain
- Résistances
- Bouton poussoir
- Planche MDF (si on avait le temps)

Un lien ou chaque matériaux peut être acheté se trouve dans la bibliographie.

2.1.2 Liste d'équipements

- Fer à souder
- Coupeur laser (Si on avait eu le temps)
- Ordinateur
- Logiciel Arduino
- Logiciel MegunoLink
- Logiciel Tera Term

2.1.3 Instructions

Pour commencer, la construction du prototype est fait en soudant le circuit (pour visualiser le schéma du circuit final va voir Figure 1). Les composantes soudées sur le protoboard incluent les 3 FSR, le bouton, le IC socket (ceci permet l'enlèvement facile de l'arduino), les résistances. Le code a été développé afin d'envoyer les données compatibles pour les deux logiciels qui affichent nos données en graphique en temps réel (MegunoLink) et notre tableau de données en format Excel (Tera Term). Le code peut être trouvé sur la page Maker Repo du projet. Pour assurer ceci, des exemples fournis par GitHub et des vidéos tutoriels ont été utilisés. La lecture des données des FSR a été faite avec la fonction `analogRead()`. Cette fonction nous donnait une valeur ADC du FSR et pour transformer cela en

Newton une formule a été appliquée (pour visualiser la formule réfère toi au lien pour le code dans la bibliographie).

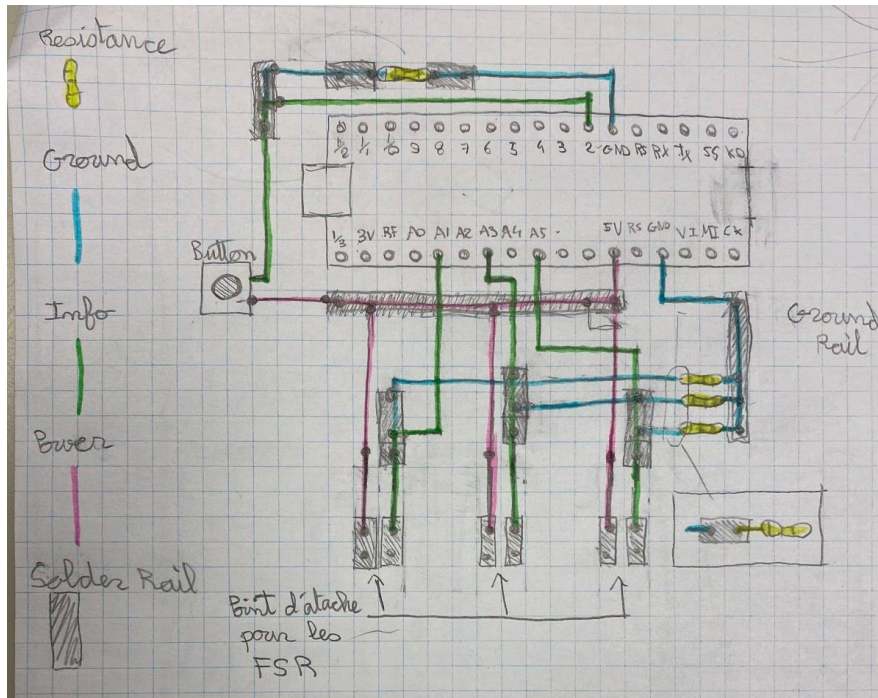


Figure 1: Schéma du circuit sur la perf board.

```
#include "MegunoLink.h"
#include "ArduinoTimer.h"

ArduinoTimer TableRefreshTimer;
TimePlot MyPlot;

int counter = 0;
int counter2 = 1;
int previousState = 0;
double Temps = 0;
const int bouton = 2;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Temps, Sensor1, Sensor2, Sensor3");

  MyPlot.SetTitle("Pression vs. Temps");
  MyPlot.SetXLabel("Temps");
  MyPlot.SetYLabel("Pression");

  MyPlot.SetSeriesProperties("Sensor1", Plot::Blue, Plot::Solid, 2, Plot::Square);
  MyPlot.SetSeriesProperties("Sensor2", Plot::Red, Plot::Solid, 2, Plot::Square);
  MyPlot.SetSeriesProperties("Sensor3", Plot::Green, Plot::Solid, 2, Plot::Square);
}
```

Manuel d'utilisateur

```
void loop()
{
  int boutonstate;
  boutonstate = digitalRead(bouton);

  if(boutonstate > previousState)
  {
    counter2 = counter2+1;
  }

  if ((counter2 % 2) == 0){

double Sensor1, Sensor2, Sensor3, Voltage1, Voltage2, Voltage3, Resistance1, Resistance2, Resistance3, Conductance1, Conductance2, Conductance3;

Sensor1 = analogRead(A1);
Sensor2 = analogRead(A3);
Sensor3 = analogRead(A5);

Voltage1 = map(Sensor1, 0, 1023, 0, 5000);
Voltage2 = map(Sensor1, 0, 1023, 0, 5000);
Voltage3 = map(Sensor1, 0, 1023, 0, 5000);

Resistance1 = 5000 - Voltage1;
Resistance2 = 5000 - Voltage2;
Resistance3 = 5000 - Voltage3;

Resistance1 = Resistance1*10000;
Resistance2 = Resistance2*10000;
Resistance3 = Resistance3*10000;

Resistance1 = Resistance1/Voltage1;
Resistance2 = Resistance2/Voltage2;
Resistance3 = Resistance3/Voltage3;

Conductance1 = 1000000;
Conductance2 = 1000000;
Conductance3 = 1000000;

Conductance1 = Conductance1/Resistance1;
Conductance2 = Conductance2/Resistance2;
Conductance3 = Conductance3/Resistance3;

Sensor1 = Conductance1/80;
Sensor2 = Conductance2/80;
Sensor3 = Conductance3/80;

MyPlot.SendData(F("Sensor1"),Sensor1);
MyPlot.SendData(F("Sensor2"),Sensor2);
MyPlot.SendData(F("Sensor3"),Sensor3);

Temps = Temps + 0.001;

Serial.print(",");
Serial.print(Temps);
Serial.print(",");
Serial.print(Sensor1);
Serial.print(",");
Serial.print(Sensor2);
Serial.print(",");
Serial.println(Sensor3);

delay(1);|
}

previousState = boutonstate;
}
```

Figure 2: Code pour le prototype final.

Figure 3: Logiciel MegunoLink.

Figure 4: Logiciel Tera Term.

3. Comment utiliser le prototype

Pour commencer, l'utilisateur doit s'assurer que le prototype est bien installé dans le piano. Pour l'installation du prototype dans le piano, l'utilisateur doit identifier les 3 touches où il désire avoir les capteurs. Pour placer les capteurs, ils doivent ouvrir le piano pour accéder au felt de la clé. Une fois que le piano est ouvert, ils doivent placer le senseur sous le felt et s'assurer que le guide pen se trouve au milieu de l'anneau du senseur. Le changement de felt pour ajuster la hauteur de la touche peut être fait afin de ne pas pouvoir détecter la présence du senseur. Par la suite, il faut s'assurer que l'emplacement du protoboard et arduino n'apporte pas de restrictions au mouvement des clés. Par la suite il faut passer le fil USB à l'extérieur du piano afin pouvoir le brancher dans un des ports USB de l'ordinateur.

Finalement, une fois que tout est en place l'utilisateur va devoir ouvrir certains logiciels afin de faire la collection des données et l'affichage. Pour l'affichage du graphique l'utilisateur doit ouvrir le "template" qui a été fabriqué par le groupe. Après avoir ouvert le "template" l'utilisateur doit faire la sélection du arduino pour la connection. Ensuite, si l'utilisateur souhaite avoir un tableau de données, il doit ouvrir Tera Term et faire la sélection du port ou le arduino et choisi et sauver un fichier sous la section Log en format CSV où se trouvera les données dans un fichier Excel. Par la suite, il suffit juste qu'au pianiste joue une pièce de musique. Le

prototype est sécuritaire pour l'utilisateur, il y a une chance minimale de blessures lors de l'utilisation.

4. Comment maintenir le prototype

Pour maintenir une performance optimale du prototype, il est recommandé de l'utiliser exclusivement pour l'application conçue (qui est le piano). Lorsque le prototype n'est pas installé sur un piano il est recommandé de placer le prototype dans un endroit sec, sécuritaire et propre. Il est important de garder le prototype au sec afin qu'il ne rentre pas en contact avec de l'eau puisque ceci peut potentiellement endommager le prototype. Les FSR sont garantis pour une utilisation optimale jusqu'à 10 millions d'actualisations par le fabricant (le lien peut être trouvé dans la bibliographie). En cas où les senseurs arrêtent de fonctionner, ils peuvent facilement être changés avec du soudage. Pour plus d'informations sur les FSR, visitez le FSR 400 series data sheet (voir référence 2). Nous avons aussi ajouté un IC socket au prototype afin de pouvoir changer le arduino nano en cas de problèmes du fabricant ou s'il arrête de fonctionner. Nous recommandons aussi de garder les logiciels nécessaires pour le fonctionnement du produit à jour. Par contre, le prototype devrait être capable de fonctionner même si aucune mise à jour est effectuée.

5. Santé et sécurité

Il n'y a pas de grandes précautions afin d'utiliser le produit en sécurité. Par contre, il y a quelques petites précautions à prendre. Il est important de garder le produit sec afin de faire sur qu'aucun choc électrique prenne place. Si le produit devient mouillé, il est important de le débrancher de l'ordinateur afin de couper son alimentation en électricité. Cela permettra de minimiser les risques de blessures.

6. Dépannage

Si le arduino arrête de fonctionner des précautions ont été prises afin de pouvoir le remplacer. Nous avons placé un IC Socket lorsque nous avons fait le soudage, cela permet de retirer le arduino en cas que vous devriez le changer. Si les FSR arrêtent de fonctionner, ils peuvent facilement être changés avec des nouveaux FSR. Cela serait fait avec du soudage afin de faire le soudage, il est important de bien s'informer. Si le code arrête de fonctionner, il suffit téléverser le code une autre fois afin d'éliminer toutes les bugs.

7. Conclusion

Pour conclure, ce projet nous a appris plusieurs éléments clés de la conception d'un produit. Par exemple, une des composantes les plus importantes que nous avons pu apprendre est comment interagir avec un client. Nous avons pu apprendre l'importance de l'organisation, la préparation et les rencontres d'équipes. Il était évident qu'il grande importance au prototypage et de faire plusieurs prototypes qui mettent l'importance sur différents aspects d'un projet. Par contre, la finalisation du dernier prototype a été arrêtée dû au covid-19. Les logiciels arduino, MegunoLink et Tera Term ont été utilisés pour le projet. Donc il manquait qu'à souder le circuit pour compléter le prototype. Pour des travaux futurs, nous recommandons d'optimiser la communication au sein de l'équipe ainsi que des rencontres de groupe le plus souvent possible. Lorsque des défis se présentent, il est important de s'assurer de se supporter l'un et l'autre afin d'optimiser les efforts pour surmonter le défis et garder un bon morale dans le groupe. Nous recommandons aussi pour des travaux futurs, de ne pas attendre et de prendre de l'avance dans le projet lorsque le groupe a l'opportunité de le faire. Une diversité d'habiletés entre les membres améliorerait l'optimisation de l'efficacité du groupe et permettrait d'accomplir plus de tâches ainsi que d'approfondir le développement du projet.

8. Bibliographie

Arduino, "ARDUINO NANO". <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>

Amazon, "Protoboard".

https://www.amazon.ca/-/fr/Eiechip%C2%AE-prototype-universel-circuit-%C3%A9lectronique/dp/B07MTBNX8F/ref=sr_1_25?__mk_fr_CA=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=24Z3A13GI4PJM&keywords=protoboard&qid=1586030906&sprefix=rotobo%2Caps%2C175&sr=8-25

Maker Store, "5FT HOOK-UP WIRE 22AWG".

<https://makerstore.ca/shop?olsPage=products%2F5ft-hook-up-wire-22awg-red>

Adafruit, "IC Socket". <https://www.adafruit.com/product/2206>

Digikey, "34-00065".

<https://www.digikey.ca/product-detail/en/interlink-electronics/34-00065/1027-1034-ND/7672219>

Amazon, "Fil à souder".

https://www.amazon.ca/-/fr/uxcell%C2%AE-souder-pour-%C3%A9lectrique-colophane/dp/B015DLZV4A/ref=sr_1_4?__mk_fr_CA=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=soldering+tin&qid=1586031181&sr=8-4

Amazon, "Résistance".

https://www.amazon.ca/-/fr/Elegoo-17-valeurs-r%C3%A9sistance-Assortiment-Ohm-1/dp/B071HJWJZB/ref=sr_1_13?__mk_fr_CA=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=resistors &qid=1586031309&sr=8-13

Amazon, "Bouton poussoir".

https://www.amazon.ca/-/fr/Gikfun-commutateur-poussoir-Arduino-Ek1019/dp/B06Y6DDG8K/ref=sr_1_5?__mk_fr_CA=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=arduino+push+button&qid=1586031564&sr=8-5

Maker Store, "MDF". <https://makerstore.ca/shop?olsPage=products%2Fmdf>

Network of Excellence Robotic & Mechatronics, "Force sensor".

<https://home.roboticlab.eu/en/examples/sensor/force#theory>

MegunoLink, "GET MORE FROM YOUR ARDUINO". <https://www.megunolink.com/>

Tera Term, "Free download".

https://download.cnet.com/Tera-Term/3000-2094_4-75766675.html

YouTube, "Arduino Tutorial 26# How to take Arduino sensor data to Excel sheet in windows 10/8/7". <https://www.youtube.com/watch?v=T5g5U3JbmQc>

GitHub, "Arduino library for sending data to MegunoLink visualisers and useful components".

<https://github.com/Megunolink/MLP>

Interlink Electronics, "Integration Guide".

[file:///C:/Users/nicol/AppData/Local/Temp/Temp1_FSR400Series_IG%20\(4\).zip/FSR%20Integration%20Guide%20-%20Interlink%20Electronics.pdf](file:///C:/Users/nicol/AppData/Local/Temp/Temp1_FSR400Series_IG%20(4).zip/FSR%20Integration%20Guide%20-%20Interlink%20Electronics.pdf)

APPENDICES

APPENDICE I: Fichiers de conception

Le livrable B a permis à l'équipe d'établir la liste de besoins. Le livrable C a permis aux membres de l'équipe d'établir des critères de concepts. Le livrable D a permis à chaque membre de l'équipe de faire la conception préliminaire de chaque sous-système et de générer trois concepts de solutions possibles pour le projet. A la fin de ce livrable, le choix du concept a été fait. Le livrable E a été utilisé pour présenter le plan et le coût du projet. Cela inclut le prix des matériaux à utiliser ainsi que les étapes à suivre pour compléter le projet. Le livrable F contient l'information du premier prototype avec une description et le but. Le livrable G a présenté le but et ce que l'équipe a fait pour le second prototype. Le livrable H a permis de présenter ce qui a été terminé avant la fermeture des espaces Makerspace suite à l'épidémie du COVID-19.

Sur la page du projet se trouve aussi le fichier du code final et un fichier pdf avec l'image du diagramme final du circuit.

Tous les documents présentés précédemment incluant le manuel d'utilisateur se trouve sur la page Maker Repo du projet qui peuvent être trouvés au lien qui suit.

<https://makerepo.com/nthiv077/pression-de-piano-groupe-fb8>

APPENDICE II: Autres Appendices

YOUTUBE, "Arduino: How to Use a Force Sensitive Resistor (Force Sensor)".

https://www.youtube.com/watch?v=1p8AE_QA8qQ

Chemtronics, "Ultimate Guide to Cleaning Electronics".

<https://www.chemtronics.com/ultimate-guide-to-cleaning-electronics>

Interlink Electronics, "Data Sheet".

https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3899023/Interlinkelectronics%20November2017/Docs/Datasheet_FSR.pdf

Sparkfun, "Force Sensitive Resistor Hookup Guide".

https://learn.sparkfun.com/tutorials/force-sensitive-resistor-hookup-guide?_ga=2.79397136.54273490.1581198300-1419843213.1581198300