**Auto-shoes: les chaussures autolaçantes connectées**

**Positionnement thématique**

SCIENCES INDUSTRIELLES *(Automatiqu*e), SCIENCES INDUSTRIELLES *(Electronique),* INFORMATIQUE *(Informatique Pratique)*

**Mots-clés**  
Mots-Clés (en français) Mots-Clés (en anglais)  
Capteur de force Force sensor

Capteur de courant Current sensor

Capteur de vitesse Speed sensor  
Auto-Laçage self-lacing/tie  
Moteur à courant continu Direct current Motor

**Bibliographie commentée**

Lacer sa chaussure peut paraître anodin mais pour certains sportifs, des basketteurs par exemple, un laçage rapide, bien ajusté et réglable peut-être décisif. Encore faut-il pouvoir le faire ce qui n’est pas toujours possible pour une personne atteinte d’un handicap ou d’une maladie comme celle de Parkinson ou encore des personnes âgées. C'est dans cette dynamique d'assistance aux personnes en difficulté que ce projet s'est orienté.

L’utilité d’une chaussure auto-laçante est alors tout-à-fait justifiée et certaines grandes entreprises comme Nike, ont développé des dispositifs [1] plus ou moins élaborés sur le sujet.

*Comment ça marche ?*

Un capteur de force [2], intégré dans la chaussure au niveau du talon, s’active lorsque la personne glisse le pied à l’intérieur. Un circuit intégré active alors un moteur via une carte de puissance [3] et ce dernier enroule le lacet autour d’une poulie.

*Avec quelle énergie ?*

Une batterie, pouvant être rechargée, alimente le système. De plus un montage permettra de mesurer le pourcentage de batterie restante.

*Comment maîtriser la force de serrage des lacets ?*

Le principe de fonctionnement paraît donc simple mais il faut quand même trouver un moyen d’obtenir et maintenir la tension de serrage des lacets pour qu’elle reste toujours la même. Afin de maitriser cette tension plusieurs moyens sont disponibles :

On peut mesurer le courant [5] et ainsi remonter à la tension. La mesure obtenue pourra être dirigée vers une bascule de Schmitt dans le but de générer un signal tout ou rien à partir d'une tension de seuil. Le signal tout ou rien pourra être réceptionné par le microcontrôleur sur l'une de ses entrées/sorties et déclencher une interruption [6] matériel qui appelle une routine implémentée par nos soins pour stopper l’opération de laçage. On peut aussi détecter la décélération du moteur via un capteur de vitesse [7]. Ou alors on peut tout simplement réaliser un asservissement en position mais, dans ce cas, on n’accède pas réellement au couple exercé.

*Quelles interactions avec le système ?*

L’utilisateur peut interagir avec la chaussure via des boutons placés sur le côté de celle-ci, et qui permettent de lacer et délacer. De plus, ces fonctionnalités de laçage sont accessibles par l'intermédiaire d'une connexion sans fil de proximité [5] grâce à un module Bluetooth HC-05 [4]. Une application pour téléphone Android permet d'initier une communication Bluetooth avec le module intégré dans la chaussure et de déclencher les opérations de laçage et délaçage.

Le modèle pourrait être plus évolué encore et prendre en compte, en permanence, la tension des lacets afin de l’ajuster en conséquence. Le module pourrait vérifier, quand l’utilisateur ne bouge plus, si le lacet est toujours bien serré.

**Problématique retenue**

Afin de mettre en place un laçage automatique nous allons chercher comment quantifier à partir de différents capteurs la tension de laçage ? Comment la maîtriser ? On se demandera aussi comment mettre en œuvre une communication sans fil.

**Objectifs du TIPE du candidat**

1. Etudier le moteur et sa mise en service.
2. Exploiter les mesures issues des différents capteurs.
3. Réalisation du prototype : programmation et assemblage des différents composants.
4. Mettre en place une communication sans fil.
5. Réaliser une mesure du pourcentage restant d’une » batterie.

**Abstract**

**Références bibliographiques**

[1] Telind Bench : “Nike HyperAdapt Teardown: The Future is Now (in pieces, on our workbench)”: <https://mindtribe.com/2017/02/nike-hyperadapt-teardown/>

[2] Interlink Electronics, Inc: FSR 400 Series Data Sheet: Force Sensing Resistor <https://github.com/SeeedDocument/Grove-Round_Force_Sensor_FSR402/raw/master/res/FSR402.pdf>

[3] Lady Ada: Adafruit Motor Shield guide, Overview, Jul 09, 2013:

<https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-motor-shield-v2-for-arduino.pdf?timestamp=1549434127>

[4] Tanenbaum, Andrew; Wetherall, David: Réseaux, 5e édition Pearson ,2011 pages 23-24

[5] Allegro MicroSystems, Inc: Datasheet du capteurs à effet Hall   
ACS712 : Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor  
<https://www.sparkfun.com/datasheets/BreakoutBoards/0712.pdf>

[6] Jean-Luc : Les interruptions, 21 décembre 2014 : <https://www.locoduino.org/spip.php?article64>

[7] ASCH Georges: “Les capteurs en instrumentation industrielle” 4e édition DUNOD (1991) pages 438-441