

P.22. Développement d'un dispositif instrumenté pour équilibrer les ligaments collatéraux du genou en peropératoire

Année 2016

Groupe : Gabriel BARBOSA, Rafael FOLADOR, Valérian GROSSO, Martin LUJAN, Lucas ORTET

Encadrants : C.HAMITOUCHE (Dept. ITI), S.ALMOUAHED (Dept. ITI) et V.CASTEL (Dept. MO) **Partenaire**

: J. CHAOUI (Société IMASCAP) et E.STINDEL (CHRU Brest)

Mots clés : arthroplastie totale du genou, équilibrage des ligaments, démonstrateur, conception 3D, capteurs

Résumé :

Notre projet a pour objectif de réaliser le démonstrateur d'un prototype permettant d'équilibrer les ligaments au cours d'une opération d'arthroplastie totale du genou. Notre dispositif permet d'assister le chirurgien lors de l'opération grâce à l'acquisition de la distance ainsi que des forces exercées entre le fémur et le tibia. Après avoir conçu le prototype 3D, nous l'avons imprimé à Télécom Bretagne et équipé de capteurs mesurant la distance et les forces.

Présentation et contexte du projet

L'articulation du genou doit supporter des charges importantes et, au fil des années, peut subir des dommages importants. Dans les cas extrêmes où les traitements médicamenteux sont devenus inefficaces pour soulager les douleurs aiguës ou chroniques, les patients doivent être opérés. Lors de l'arthroplastie totale du genou, l'articulation est remplacée par une prothèse. En 2011, 71 000 actes d'arthroplastie totale ont été réalisés.[1]

Au cours de cette opération, le chirurgien doit s'assurer de bien équilibrer les ligaments du genou du patient. La distance et les forces exercées entre le fémur et le tibia permettront au médecin de rééquilibrer les ligaments plus précisément.

Méthodologie développée pour aboutir

Nous avons tout d'abord commencé par faire un état de l'art afin de connaître les méthodes utilisées dans les systèmes existants.

Pour la suite du projet, nous avons repéré deux lots de travail et ainsi séparé l'équipe en deux groupes : une partie conception 3D et une partie capteurs.

La première équipe était responsable du choix puis du test des différents capteurs utilisés dans notre démonstrateur, tandis que la seconde équipe s'occupait de la conception, sur un logiciel

CAO, du prototype. Il y a bien sûr eu un échange constant entre les deux groupes, étant donné que ces deux parties doivent ensuite être implémentées ensemble.

Développement des différentes tâches et principaux résultats.

Choix des capteurs

Grâce notamment à notre état de l'art et en accord avec nos tuteurs, nous avons finalement choisi d'utiliser des capteurs à effet Hall [2] pour mesurer la distance fémoro-tibiale et des jauges de contrainte (ou jauges de déformation) [3] pour évaluer la force exercée.

Les capteurs à effet Hall permettent de mesurer la distance en évaluant le champ magnétique entre le capteur et un aimant situé à une faible distance. Sur notre prototype, l'aimant est situé sur une partie haute (plateforme déplaçable en hauteur) tandis que le capteur Hall est situé dans la partie basse, qui elle ne bouge pas durant le processus.

Les jauges de contraintes sont situées sur la plateforme, au contact direct de l'extrémité du fémur. L'intensité du contact avec le fémur permet de récupérer la force appliquée sur le dispositif. Nous avons choisi de poser trois jauges de contraintes sur chaque plateforme (de manière triangulaire), pour permettre d'évaluer plus précisément où la force se concentre.

Les deux types de capteurs sont par ailleurs reliés à une carte Arduino Nano [4] contenue dans la partie basse du prototype, permettant d'extraire les données souhaitées.

Prototypage

Dans un premier temps, nous avons choisi la forme qu'aurait le prototype final, en respectant les fortes contraintes de taille (permettant une insertion entre le genou et le tibia) tout en permettant l'intégration des différents composants nécessaires à l'extraction des données. Il a fallu par ailleurs réussir à y intégrer un système permettant de régler la hauteur du démonstrateur de 15mm à 20mm.

Afin de pouvoir intégrer tous les composants (Carte Arduino Nano et capteurs), nous avons finalement décidé, en accord avec nos encadrants, de développer le démonstrateur à une échelle x1,5.

Nous avons ensuite conçu ce dispositif sur FreeCAD [5], un logiciel de modélisation 3D OpenSource, puis imprimé notre démonstrateur grâce à une imprimante 3D au département ITI de Télécom Bretagne.

Implémentation et tests

Une fois les capteurs reçus et le prototype 3D terminé, nous avons implanté les capteurs dans notre dispositif, tout en respectant les contraintes de précision des données mesurées, et de résistance du dispositif (confrontation à une force de 200N).

Conclusions et perspectives

Ce projet a nécessité une étude bibliographique précise afin de choisir au mieux les composants et systèmes mis en place pour notre dispositif dans le but de respecter le cahier des charges de notre client.

Nous espérons que notre démonstrateur saura séduire notre client et que notre dispositif pourra être développé ou faire avancer les recherches afin de proposer la meilleure assistance aux chirurgiens lors de la pose de nouvelles prothèses.

Bibliographie

- [1] Haute Autorité de Santé. Implants articulaires du genou. Révision de catégories homogènes de dispositifs médicaux. Saint-Denis La Plaine : HAS. 2012 , 12/05/2016
- [2] https://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_%C3%A0_effet_Hall , Capteur à effet Hall, 17/05/2016
- [3] https://fr.wikipedia.org/wiki/Jauge_de_d%C3%A9formation, Jauge de déformation, 17/05/2016
- [4] <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>, Arduino - ArduinoBoardNano, 20/05/2016
- [5] http://www.freecadweb.org/?lang=fr_FR , FreeCAD - Le modeleur CAO paramétrique libre, 23/05/2016