

Spirob – TUS – Tentacule Ultra Sophistiqué

BLOINO Alexandre
ESIR,
Université de Rennes
France

alexandre.bloino@etudiant.univ-rennes.fr

BA Mamadou Binta
ESIR,
Université de Rennes
France

mamadou-binta.ba@etudiant.univ-rennes.fr

COLOMBEL Hugo
ESIR,
Université de Rennes
France

hugo.colombel@etudiant.univ-rennes1.fr

CHAKRINA Mouhsine
Ben
ESIR,
Université de Rennes
France

mouhsine-ben.chakrina@etudiant.univ-rennes.fr

Abstract

Projet de bras robotique biomimétique conçu pour l'enseignement de la technologie au collège. TUS MicroBit en Bluetooth. Ce rapport décrit la conception mécanique, les choix techniques, et l'implémentation logicielle avec l'objectif de créer un outil pédagogique accessible aux collégiens.

Index Terms – Biomimétisme ; Robotique pédagogique ; Impression 3D ; MicroBit ; Bluetooth ; MakeCode

I. INTRODUCTION

Le projet d'un bras robotique, reprenant la forme d'un tentacule, est un projet qui s'inscrit dans la matière PROTEC de notre formation SNR à l'ESIR. Ce projet est à l'initiative d'un professeur de technologie de collège Les Hautes Ourmes à Rennes.

Comment concevoir un système permettant de contrôler un tentacule, programmable et accessible à des collégiens ?

L'objectif de ce projet est de développer un système permettant de contrôler le tentacule à l'aide de servomoteur, avec une ou deux cartes MicroBit, contrôlable via MakeCode.

Ce document est organisé de la manière suivante : Introduction, Etat de l'art, Description du projet, Résultats expérimentaux et Conclusion.

II. ETAT DE L'ART

a. Tentacules robotique open source

La robotique biomimétique vise à reproduire le comportement ou la structure des êtres vivants

s'inspire du mouvement des tentacules pour créer une interface programmable, contrôlée via une carte

pour créer des systèmes artificiels. Un domaine en particulier, la robotique molle (soft robotics), s'inspire des propriétés mécaniques d'organismes comme les poulpes, les vers ou les éléphants pour produire des robots souples, capables de se faufiler, saisir des objets fragiles ou se mouvoir dans des environnements complexes.

Dans le domaine amateur et pédagogique, plusieurs modèles de tentacules ont été partagés en open source par la communauté des makers. Ils sont généralement imprimés en 3D

Dans ce cadre, les tentacules robotiques représentent une catégorie particulière, alliant souplesse, enroulement et précision. Ils sont souvent utilisés pour démontrer des capacités d'interaction avancée avec l'environnement, bien au-delà des robots articulés classiques.

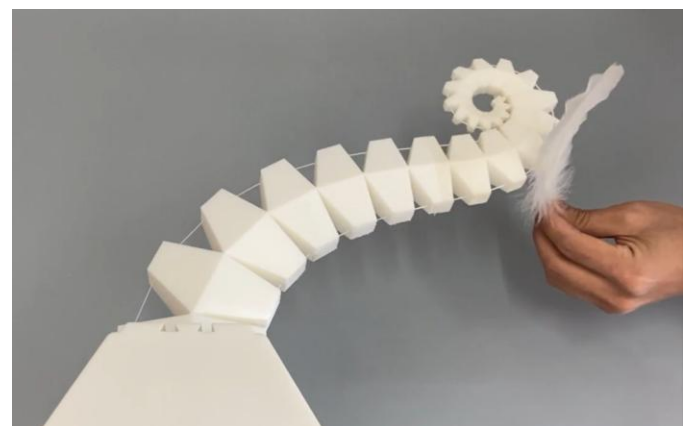


Figure 1 : Capture d'écran de la vidéo "Video S4. Contact detection." [1]

Ces bras sont articulés par des câbles reliés à des moteurs, et le tentacule est imprimé avec un matériau flexible TPU de type 95A.

Pour notre projet, nous avons identifié un modèle de tentacule open source disponible en ligne, conçu pour être imprimé en 3D et manipulé par un seul moteur. Ce modèle, que nous avons trouvé via GitHub, constitue la seule partie réutilisée dans notre projet. Il nous a permis de bénéficier d'une structure mécanique souple et fonctionnelle dès le début du développement. [1]

b. Absence de solutions intégrées pédagogiques

Afin que des collégiens puissent l'utiliser de manière adéquate,

Dans le cadre éducatif, il existe de nombreux kits robotiques conçus pour l'enseignement (Galaxia, Lego Mindstorms, Thymio, mBot, Micro:bit), qui utilisent des structures de programmation en bloque. Ces solutions sont adaptées pour apprendre les bases de la logique, du codage et de l'électronique, mais elles ne proposent pas de mécanismes souples ni de composants biomimétiques.

De plus, les solutions de robotique souple existantes sont rarement compatibles avec des interfaces éducatives comme MakeCode, qui vise l'apprentissage de la programmation par blocs.

III. PROJET ET PROPOSITION

a. Vue d'ensemble

Le projet TUS (Tentacule Ultra Sophistiqué) est un bras robotique souple inspiré du biomimétisme. Il est contrôlé à distance via Bluetooth à l'aide d'une carte MicroBit. Le tentacule est imprimé en 3D avec du filament TPU, ce qui lui donne de la souplesse. Un servo-moteur actionne le bras, commandé par la MicroBit. L'ensemble permet d'obtenir des mouvements fluides, similaires à ceux observés dans la nature.

b. Méthodologie

Nous avons commencé par chercher la méthode d'impression du tentacule sur l'article de ScienceDirect [1], nous avons testé deux types de filament TPU, l'un en 98A, l'autre en 95A. A titre d'information, comme le montre le graphique ci-

dessous, plus la valeur qui précède le A est élevée, plus elle est rigide, et à l'inverse, plus elle est basse, plus elle est souple. La structure a ensuite été imprimée en TPU pour valider sa flexibilité.

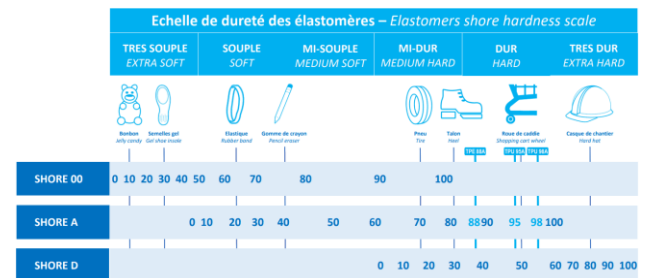


Figure 2 : Comparaison sur une échelle, l'élasticité de différents matériaux élastiques [2] [3]

Côté électronique, nous avons câblé la MicroBit au servo, puis programmé les premiers tests de mouvement. Enfin, nous avons développé une librairie personnalisée MakeCode pour permettre une programmation simple en blocs, adaptée aux élèves de collège.

c. Architecture logicielle et matériel

Le système fonctionne ainsi : la MicroBit reçoit des commandes Bluetooth depuis une autre carte MicroBit. Elle contrôle ensuite le servo-moteur, qui agit mécaniquement sur le tentacule.

L'électronique est simple : une carte MicroBit avec une alimentation externe via une prise USB, un servomoteur avec une alimentation externe de 5V.

La partie logicielle repose sur MakeCode, dans lequel nous avons intégré une librairie dédiée avec des blocs faciles à utiliser, en utilisant les fonctions d'envoi et de réception en radio, et l'utilisation des servomoteurs.

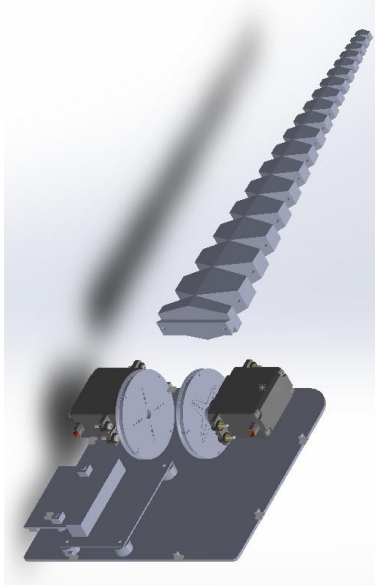


Figure 3 : Représentation 3D du boîtier et de ses composants

IV. RESULTATS D'EXPERIMENTATION

a. Résultats mécaniques

Nous avons fait imprimer 2 tentacules en TPU, l'un en 98A, l'autre en 95A, en les testant, il s'est avéré que le tentacule imprimé en TPU 95A possédait de meilleures propriétés d'élasticité que celui en 98A, celui-ci est moins rigide, ce qui demande moins de force pour tirer le tentacule. Plus l'on a besoin de force pour replier le tentacule, plus nous avons besoin de servomoteur conséquent, ce qui augmente le coût du projet et la taille du produit.

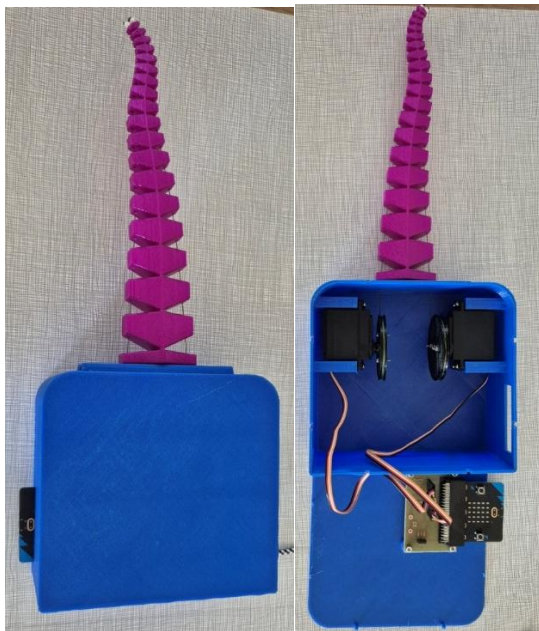


Figure 4 : Résultat mécanique du boîtier et de l'électronique

b. Résultats électroniques

Le système, composé d'une carte MicroBit connectée à un servomoteur, a permis d'obtenir un contrôle fluide du tentacule. Les commandes Bluetooth envoyées depuis une seconde MicroBit ont été reçues avec une latence très faible, assurant une bonne réactivité.

Le bras effectue des mouvements d'enroulement sur un angle d'environ 120°, de manière répétable et stable.

c. Résultats logiciels

Le projet peut être repris depuis GitHub assez facilement, lorsqu'il est repris, cela envoie le programme entier dans l'interface MakeCode, ce qui rend facilement modifiable le programme.

d. Limitations observées

- Malgré sa souplesse, le système reste limité à un seul degré de liberté, ce qui restreint les possibilités de mouvement.
- L'absence de capteurs embarqués empêche tout retour d'information sur la position du tentacule.
- Par ailleurs, l'alimentation via la MicroBit seule est insuffisante ; une alimentation externe est indispensable pour le bon fonctionnement du servomoteur.

e. Améliorations envisagées

- Ajout de roues motorisées sous le boîtier, permettant de déplacer le tentacule facilement.
- Changement des moteurs pour avoir une meilleure course

V. CONCLUSION

Le projet TUS a permis de concevoir un tentacule robotique souple, fonctionnel et accessible, destiné à l'apprentissage de la programmation et de l'électronique au collège. Grâce à l'utilisation de matériaux flexibles comme le TPU 95A, à une architecture simple autour de la MicroBit, et à l'intégration d'une interface de programmation par blocs via MakeCode, nous avons pu proposer une solution pédagogique concrète et facilement réutilisable.

Les tests ont démontré la faisabilité du concept et mis en lumière plusieurs axes d'amélioration, comme l'ajout de roues motorisées ou l'intégration de moteurs plus performants. Le projet constitue ainsi une base solide pour le développement de

systèmes biomimétiques éducatifs simples, ouverts et attractifs pour les jeunes apprenants.

REFERENCES

- [1] Z. Wang, N. M. Freris et X. Wei, «SpiRobs: Logarithmic spiral-shaped robots for versatile grasping across scales,» [En ligne]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666998624006033>.
- [2] Francofil, [En ligne]. Available: <https://francofil.fr/product/tpu-95a-noir/>.
- [3] Francofil, «Guide matériaux - TPU,» [En ligne]. Available: <https://francofil.fr/guide-des-materiaux/tpu/>.
- [4] A. Bloino, «programme-spirob,» 2025. [En ligne]. Available: <https://github.com/Laasax/programme-spirob>.