

DOCUMENT TECHNIQUE : PARTIE MECANIQUE de la main bionique (version 3)

Auteur	Durée de travail
ILINA KHIAT	12 H
	<ul style="list-style-type: none">➤ Dimanche 26/11/2023 : Rédaction de la traçabilité des exigences techniques de la conception mécanique (2H)➤ Dimanche 03/12/2023 : Continuer la Traçabilité des exigences techniques de la conception mécanique (2H)➤ Jeudi 07/12/2023 : Utilisation du logiciel de conception SolidWorks + Rédaction d'une section détaillée décrivant les corrections techniques à apporter lors du processus de conception (3H)➤ Vendredi 08/12/2023 : Finaliser le cahier des charges + Compléter le Document Principal des Binômes + publier le cahier des charges sur le groupe Teams (5H)

Cahier des charges : conception mécanique

SPÉCIFICATIONS DE CONCEPTION MÉCANIQUE POUR LE PARALLÉLISME DES FILS DANS UN BRAS ROBOTIQUE

Introduction

L'objectif de ce document est de définir les spécifications mécaniques cruciales et les principes nécessaires pour atteindre un parallélisme optimal des fils au niveau des articulations d'un bras robotique pendant les mouvements d'articulation. Les écarts par rapport au parallélisme peuvent entraîner une augmentation des tensions mécaniques dans les tendons, une manœuvrabilité réduite des articulations des doigts et des problèmes potentiels d'enchevêtrement des fils lors de mouvements répétés, ce qui affecte la fonctionnalité globale du bras, sa précision et la durée de vie attendue. Maintenir le parallélisme des fils est une considération importante pour les ingénieurs concepteurs de bras robotiques.

Objectif

L'objectif principal de ce document technique est de définir clairement les spécifications de conception mécanique et les tolérances nécessaires pour concevoir un système de bras robotique qui maintient de manière fiable le parallélisme des fils à chaque articulation pendant les mouvements d'articulation.

Exigences de conception mécanique

La section suivante décrit les principales exigences de conception mécanique à suivre pour garantir que les tendons entre chaque articulation maintiennent un parallélisme adéquat pendant les mouvements d'ouverture et de fermeture de l'articulation.

1. *Alignement du Parallélisme des Fils* : Les tendons au-dessus et en dessous de chaque articulation doivent être conçus pour maintenir un parallélisme tangentiel lors de l'articulation. Un serrage strict sera nécessaire pendant la phase de conception mécanique.
2. *Propriétés du Fil du Tendon* : Les tendons doivent être construits avec un fil de haute résistance présentant une élongation élastique minimale sous des charges de tension.
3. *Flexibilité du Fil du Tendon* : Le matériau du tendon doit permettre un pliage fluide autour d'un rayon minimum de 3 mm sans pliage ni flambage lorsque l'articulation se déplace.
4. *Routage Correct des Tendons* : Les canaux utilisés pour acheminer les tendons à travers chaque articulation doivent être conçus avec précision pour maintenir une séparation constante des fils et éviter le chevauchement ou l'enchevêtrement pendant le mouvement de l'articulation.
5. *Méthode d'Actionnement* : Il est recommandé que les mouvements des doigts soient actionnés à l'aide de quatre moteurs servo haute précision de 10g ,4.2 - 6 V pour fournir le couple et le contrôle de position nécessaires pour un mouvement répétable des tendons parallèles.

6. *Capacité de Charge* : La main robotique devrait pouvoir supporter une masse d'au moins 100 g.
7. *Poids* : La conception et le matériau devraient donner une structure légère de moins de 300 g.
8. *Manipulation d'Objets* : Être capable de manipuler des objets couramment utilisés de taille 50 à 100 mm, tels que la manipulation d'objets d'usage quotidien.

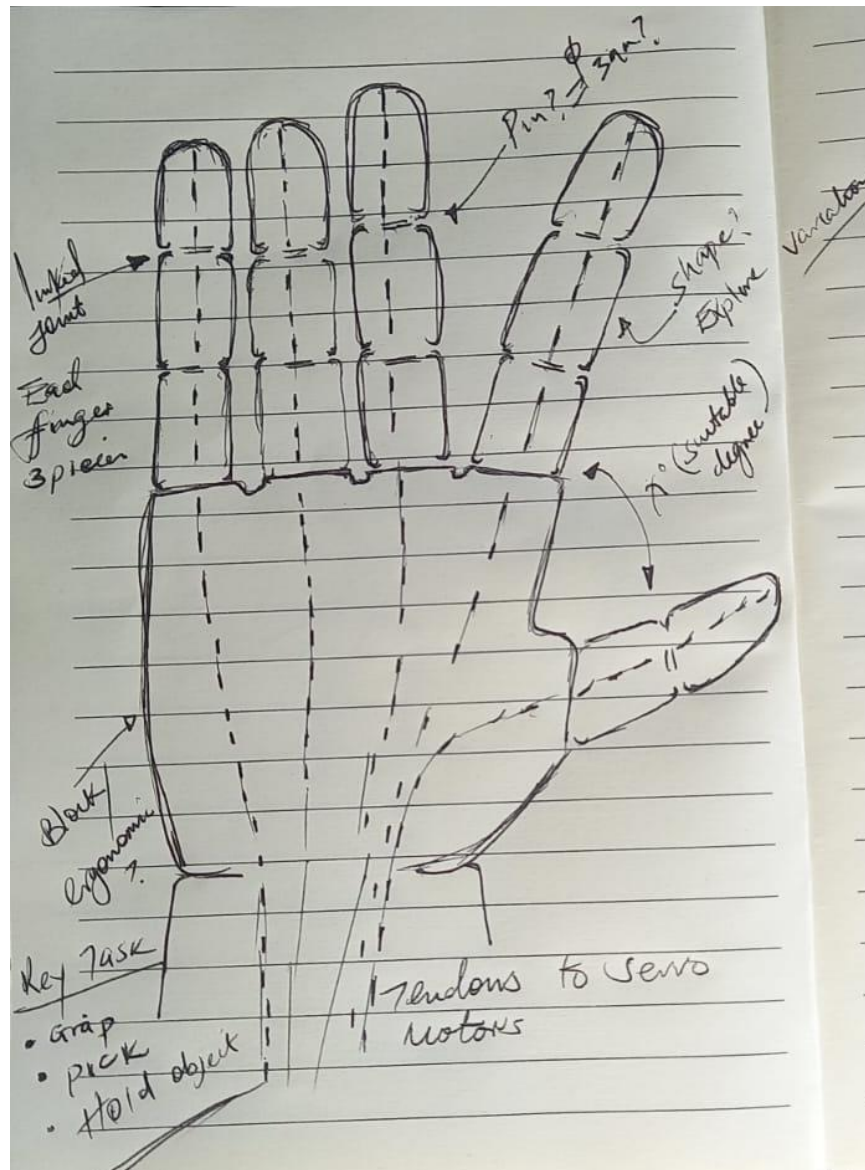


Figure 1. Croquis préliminaire des principales parties et fonctionnalités du bras.

PARALLÉLISME DES FILS DANS LE MODÈLE "RobHand".

Correction du Parallélisme des Fils.

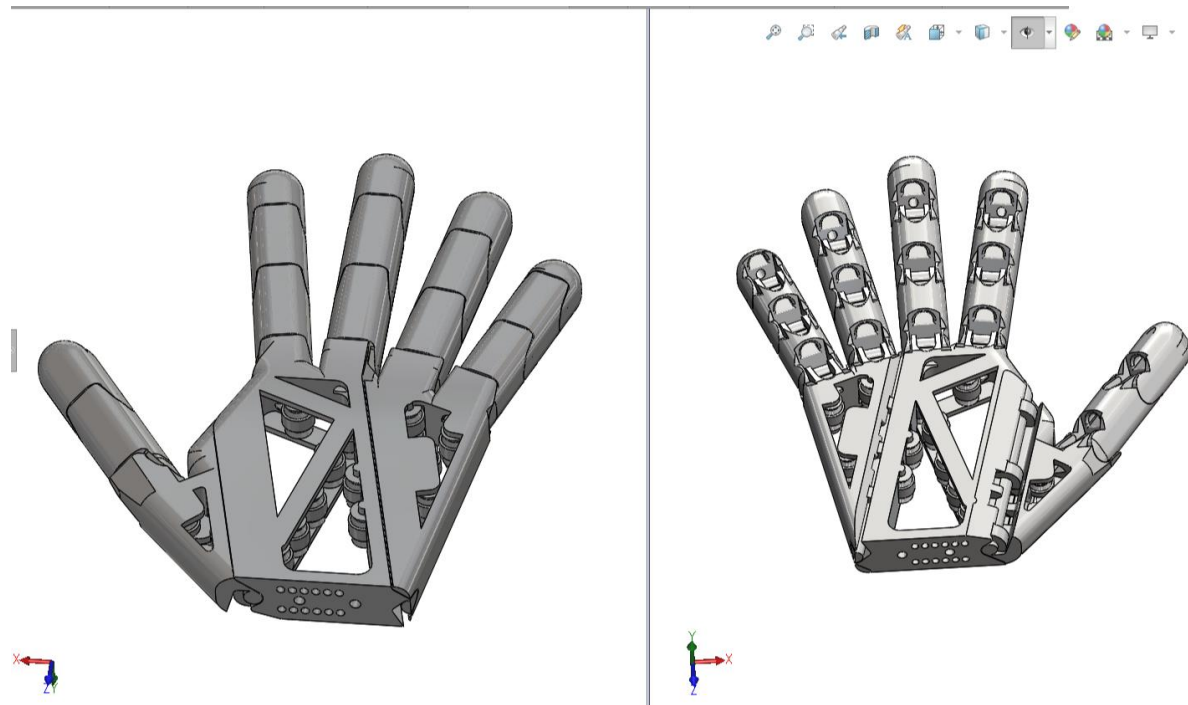


Figure 2. Capture d'écran du modèle CAO 3D du "RobHand" montrant la vue supérieure et intérieure de la main bionique

À partir du modèle CAO fourni, les fils des tendons au-dessus et en dessous des articulations ne sont pas parallèles lorsque les articulations sont en mouvement, comme illustré dans les images ci-dessous.

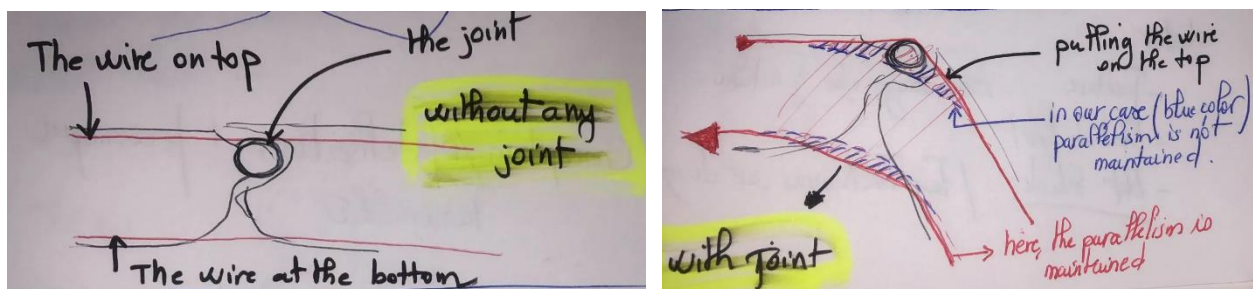


Figure 3. À droite, articulation d'échantillon en position ouverte. À gauche, articulation d'échantillon montrant un écart de parallélisme.

La procédure de correction de ce modèle impliquera les étapes suivantes :

1. Inspecter le modèle 3D pour identifier comment les sections articulaires spécifiques ont été modélisées.

2. Analyser les trajets de fil existants pour comprendre comment différents paramètres affectent le parallélisme des fils pendant l'articulation.
3. Modifier les angles des articulations et les trajets des fils dans le modèle 3D pour créer un chemin de fil plus lisse et plus parallèle.
4. Utiliser un logiciel de simulation pour visualiser le mouvement des fils pendant l'articulation.
5. Imprimer en 3D une articulation d'échantillon pour tester et itérer en conséquence.

Observations

Une coupe transversale d'un doigt montre que :

- Il y a un routage correct des fils qui garantit qu'il n'y a pas d'enchevêtrement pendant l'articulation.
- Le diamètre maximal autorisé du fil est de 3 mm, mais les chemins le long des doigts ont un espace allant jusqu'à 4,2 mm.
- Le trajet du canal au-dessus de l'articulation du doigt permet au fil du tendon de s'enrouler autour de l'articulation du doigt lorsqu'il se ferme.

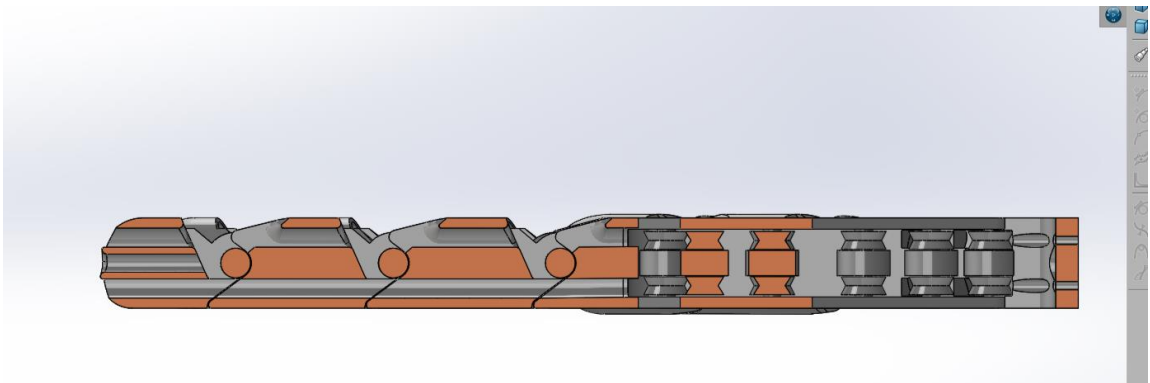


Figure 4. Vue en coupe d'un doigt et de la paume.

- En analysant le côté intérieur du doigt, on observe que le côté avant des phalanges intermédiaires, des phalanges proximales et de la section des articulations a un écart d'environ ≈ 10 mm par rapport à l'axe de l'articulation. C'est à ce point que le fil du tendon perd son parallélisme.

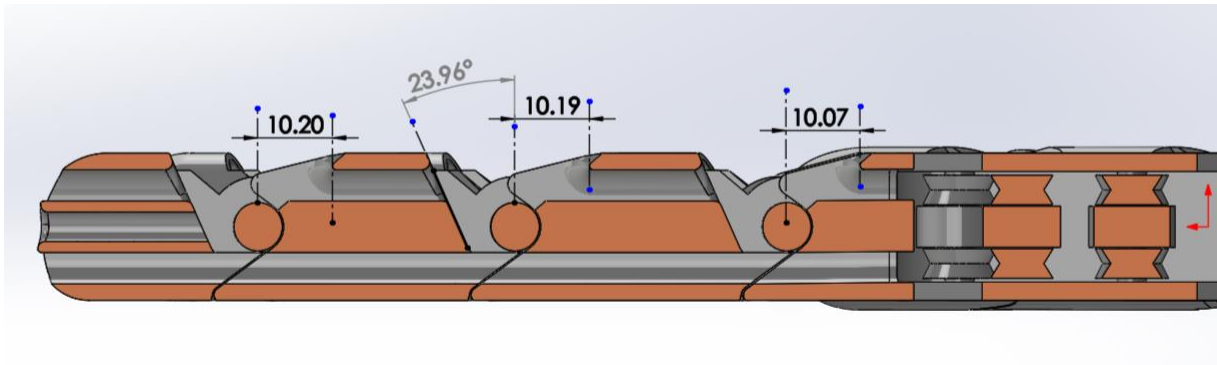


Figure 5. Décalages de mesure par rapport à l'axe de rotation de l'articulation

- Une inspection minutieuse montre le chemin possible emprunté par le tendon lorsqu'il est tiré.

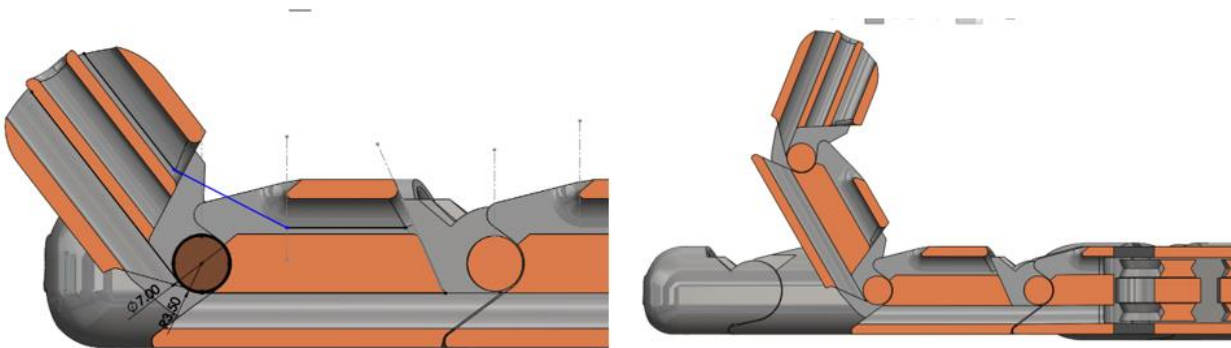


Figure 6. Différences de flexion des niveaux du doigt d'échantillon.

Ajustements nécessaires

Pour corriger le parallélisme, les phalanges intermédiaires, les phalanges proximales et les points d'articulation seront ajustés par rapport à l'axe de l'articulation afin de maintenir un parallélisme quasi tangentiel entre les tendons supérieur et inférieur.

Calculs mécaniques

Force dans le doigt.

La résistance théorique du doigt, lorsqu'il est complètement ouvert, peut être calculée en analysant les moments créés autour de chaque articulation dans le doigt par ;

$$\text{Moment} = \text{Force} \times \text{Distance perpendiculaire}$$

$$M = F \times d$$

Cependant, le moment de l'articulation de l'articulation sera le plus grand, car c'est le plus éloigné et il fournit également la force de rotation qui limite la charge que nous pouvons soulever à l'extrémité du doigt.

Quelle est la force de traction dans le tendon ? Cela sera dérivé par la force de rotation maximale du servo, qui est de 10 kg-cm (1N/M).

Ainsi,

$$F_2 = \tau_{\text{servo}} \cdot d$$

$$F_2 = 1(N/M) \times 10mm$$

$$F_2 = 10N \text{ (Tension dans le Tendon)}$$

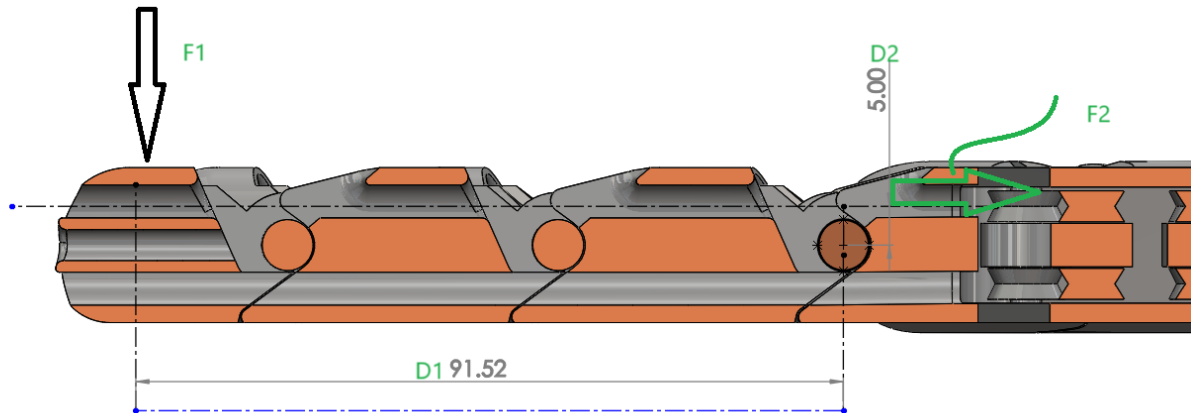


Figure 7. Forces et distances prises en compte pour les calculs de force.

Ensuite,

$$F_1 D_1 = F_2 D_2$$

$$F_1 = (F_2 D_2) / D_1$$

$$F_1 = \frac{10 \times 5}{91.52}$$

$$F_1 = 0.55N$$

$$\text{Mass}_1 \approx 56.08 \text{ g}$$

Cela signifie qu'une force de 0,55N peut être appliquée à chaque doigt lorsqu'il est complètement ouvert. Cependant, lorsque le doigt se replie, le résultat sera un moment moindre autour de l'articulation de l'articulation, et les extrémités appliqueront plus de force à mesure qu'elles se ferment davantage.

Supposons, pendant la flexion, que la distance $D_1 = 30 \text{ mm}$, cela permettrait au doigt de supporter environ 163 g, ce qui donnerait une capacité de levage totale du RoboHand d'environ 652 g.

La préhension maximale de l'extrémité du doigt $\approx 163g$ par doigt

Vitesse d'actionnement du doigt

Supposons que notre servo ait une vitesse de fonctionnement de 0,15 s/60°. Une rotation complète du poignet d'une position paume vers le haut à une position paume vers le bas (180°).

Par conséquent, cela prend $(0,15/60) * 180 = 0,45$ s.

Supposons qu'un tendon se déplace d'environ 2 cm pour déplacer le doigt de complètement ouvert à complètement fléchi.

En utilisant la formule de longueur d'arc

$$Longueur = \frac{n^{\circ}}{360^{\circ}} \times 2\pi r$$

Où la longueur est de 2 cm, r est le rayon des cornes de servo personnalisées (7 mm)

Nous constatons que le servo doit tourner de 160° pour ouvrir/fermer complètement chaque doigt. Cela donne le temps maximal pour ouvrir/fermer un doigt comme $(0,15/60) * 160 = 0,4$ s.