

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/005284 A1

(43) Date de la publication internationale
14 janvier 2021 (14.01.2021)

(51) Classification internationale des brevets :

B25J 9/00 (2006.01) B25J 13/02 (2006.01)
B25J 9/08 (2006.01) B25J 19/00 (2006.01)
B25J 9/10 (2006.01) G06F 3/01 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2020/051141

(22) Date de dépôt international :

30 juin 2020 (30.06.2020)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR1907643 08 juillet 2019 (08.07.2019) FR

(71) Déposants : SORBONNE UNIVERSITÉ [FR/FR] ; 21 rue de l'École de Médecine, 75006 PARIS (FR). CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE [FR/FR] ; 3 rue Michel-Ange, 75016 PARIS (FR).

(72) Inventeur : DAUNIZEAU, Thomas ; 61 rue de Malassis, Appt N° 002, RDC, 94400 VITRY-SUR-SEINE (FR).

(74) Mandataire : NOVAGRAAF TECHNOLOGIES ; Seine Avenue, 2 rue Sarah Bernhardt, CS 90017, 92665 ASNIÈRES-SUR-SEINE CEDEX (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,

(54) Title: ROBOTIC TRACTION MODULE

(54) Titre : MODULE ROBOTIQUE DE TRACTION

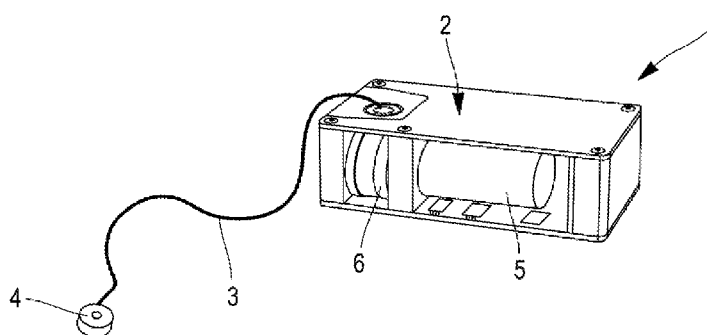


Figure 1

(57) Abstract: The present invention concerns a robotic traction module (1), characterised in that it comprises: a) a rotary motor (5) with a longitudinal axis rotating a winding drum (6) coaxial with the motor (5) and on which a traction cable (3) is wound, b) a system for radial guidance of the cable toward the outside of the module (1), the guidance system having radial orientation and comprising consecutively, in the direction of the outside of the module, a guidance sleeve and a torus provided with a curved inner surface, in such a way that the cable (3) exiting the guidance sleeve can rest on the torus, the guidance sleeve and the torus being coaxial and radially mounted to rotate on a bearing, c) an electrical energy source, d) sensors, including a sensor of the length of cable unwound and a sensor for controlling the traction force of the cable (3), e) a system for controlling the traction force to be applied to the cable (3), and f) a communication system suitable for exchanging, with the outside of the module (1), data from the sensors and for receiving, from the outside of the module, a command for the traction force to be applied to the cable (3) by the control system.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un module robotique de traction (1), caractérisé en ce qu'il comprend: a) un moteur rotatif (5) d'axe longitudinal entraînant en rotation un tambour d'enroulement (6) coaxial au moteur (5) et sur lequel est enroulé un câble de traction (3), b) un système de guidage radial du câble vers l'extérieur du module (1), le système de guidage étant d'orientation radiale et comprenant successivement, en direction de l'extérieur du module, un manchon de guidage et un tore muni d'une surface interne courbe, de manière à ce que le câble (3) issu du manchon de guidage puisse s'appuyer sur le tore, le manchon de guidage et le tore étant coaxiaux

KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

et montés radialement à rotation sur un roulement, c) une source d'énergie électrique, d) des capteurs, dont un capteur de la longueur de câble déroulé et un capteur de commande de l'effort de traction du câble (3), e) un système de commande de l'effort de traction à appliquer au câble (3), et f) un système de communication apte à échanger avec l'extérieur du module (1) des données issus des capteurs et à recevoir de l'extérieur du module une commande de l'effort de traction à appliquer au câble (3) par le système de commande.

MODULE ROBOTIQUE DE TRACTION

Description

[0001] La présente invention a pour objet un module robotique de traction, permettant en particulier la traction d'un élément de préhension via un câble. Elle a également pour objet un dispositif de traction comprenant une pluralité desdits modules.

[0002] On connaît des modules robotiques haptiques (à retour d'effort), tels que celui décrit dans la publication de C.E. Wong and A. Okamura : « The Snaptic Paddle : A Modular Haptic Device », Proceedings of the World Haptic Conference, 2005. Il s'agit dans ce document d'un assemblage de deux modules robotiques ayant chacun un degré de liberté. L'ensemble génère alors un retour d'effort sur deux degrés de liberté. Le module décrit dans ce document intègre une transmission par câble agencée sous forme de cabestan. Le câble ne joue donc dans ce cas qu'un rôle intermédiaire pour lier cinématiquement un arbre moteur à une poulie. En conséquence, une liaison mécanique additionnelle est alors requise pour combiner deux modules. Cette liaison sera d'autant plus complexe que le nombre de modules assemblés sera grand. Cette conception bride ainsi le nombre total de degrés de liberté pouvant être atteints. Un autre inconvénient de ces systèmes est leur faible amplitude de rotation qui va limiter l'espace de travail.

[0003] La présente invention vise à remédier à ces inconvénients.

[0004] L'invention a ainsi pour objet un module robotique de traction.

[0005] Le module selon l'invention comprend : a) un moteur rotatif d'axe longitudinal entraînant en rotation un tambour d'enroulement coaxial au moteur et sur lequel est enroulé un câble de traction, b) un système de guidage radial du câble vers l'extérieur du module, le système de guidage étant d'orientation radiale et comprenant successivement, en direction de l'extérieur du module, un manchon de guidage et un tore, de manière à ce que le câble issu du manchon de guidage puisse s'appuyer sur le tore, le manchon de guidage et le tore étant coaxiaux et montés radialement à rotation sur un roulement, c) une source d'énergie électrique, d) des capteurs, dont un capteur de la longueur de câble déroulé et un capteur de commande de l'effort de traction du câble, e) un système de

commande de l'effort de traction à appliquer au câble, et f) un système de communication apte à échanger avec l'extérieur du module des données issues des capteurs et à recevoir de l'extérieur du module une commande de l'effort de traction à appliquer au câble par le système de commande.

[0006] Le module peut comprendre un corps de module parallélépipédique dont une ou plusieurs faces sont munies d'un matériau adhésif.

[0007] Ainsi, l'invention réside dans l'intégration de l'aspect modulaire et dans la résolution de ses contraintes inhérentes. L'invention permet de rendre aisée la création de dispositifs robotiques singuliers, complexes, et/ou performants grâce à des modules pouvant être combinés. Pour ce faire, ils sont disposés par l'utilisateur dans son environnement afin de générer un espace de travail ou une configuration lui convenant. Un changement de position, un ajout ou une suppression de modules au gré des applications peut s'avérer nécessaire pour s'adapter au mieux à chaque situation. Cela est rendu possible par l'adhésif repositionnable situé sur une ou plusieurs faces du module, par exemple sur la base du module. Toujours dans le cadre de la modularité, l'invention résout également la problématique de guidage omnidirectionnel du câble en sortie du tambour d'enroulement. En effet, les robots à câbles existants offrent pour la plupart un guidage avec poulie qui ne peut pas s'accommoder d'importantes variations d'orientation du câble. Or cela est nécessaire puisque la direction de tension du câble n'est a priori pas connue dans le cadre d'une utilisation modulaire. Pour ce faire, le module robotique met en œuvre le mécanisme de guidage du câble à faible frottement obtenu en combinant un élément roulant et des surfaces de glissement adéquates. Conformément à l'invention, le câble est l'élément final de la chaîne cinématique. La flexibilité du câble permet de s'affranchir d'une liaison supplémentaire. Des combinaisons donnant de nombreux degrés de liberté sont simples à réaliser et autorisent une grande variété d'opérations. Un large espace opérationnel est ainsi possible car une grande longueur de câble peut être déployée par module.

[0008] Le matériau adhésif peut être un élastomère poreux.

[0009] Préférentiellement, le matériau adhésif est une bande magnétique.

[0010] Le système de communication peut être apte à recevoir de l'extérieur du module une commande de l'effort de traction à appliquer au câble, par le système de commande, en fonction de la longueur de câble déroulé, et éventuellement en fonction de l'effort de traction mesuré.

[0011] Le câble peut être relié à un élément intermédiaire. L'élément intermédiaire peut par exemple être destiné à coupler le câble avec un élément de préhension ou peut être un élément de fixation du câble à un support. L'élément intermédiaire est ainsi l'élément que l'on vient fixer à l'extrémité du câble, tandis que l'élément de préhension est celui maintenu par l'utilisateur. L'élément de préhension peut par exemple se présenter sous la forme d'un anneau ou d'une sphère.

[0012] Le système de communication peut être un système de communication sans fil.

[0013] L'invention a également pour objet un dispositif robotique.

[0014] Le dispositif robotique selon l'invention comprend une pluralité de modules décrits ci-dessus.

[0015] Le dispositif peut comprendre un unique élément de préhension auquel est relié le câble de chaque module.

[0016] Le dispositif peut comprendre une unité de commande apte à commander, via le système de commande de chaque module, l'effort de traction à appliquer au câble de chaque module en fonction de la longueur de câble déroulé.

[0017] L'invention a également pour objet l'utilisation d'une pluralité de modules décrits ci-dessus pour la traction d'un élément de préhension.

[0018] D'autres avantages et particularités de la présente invention résulteront de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux figures annexées :

[0019] [Fig. 1] est une vue en perspective d'un module robotique de traction selon l'invention;

[0020] [Fig. 2] est une vue en coupe du module de la figure 1 illustrant le moteur rotatif du module ;

[0021] [Fig. 3] est une vue en coupe du module illustrant le système de guidage du câble du module ;

[0022] [Fig. 4] est une première vue en perspective éclatée du module illustrant le système de guidage du câble du module ;

[0023] [Fig. 5] est une deuxième vue en perspective éclatée du module illustrant le système de guidage du câble du module ;

[0024] [Fig. 6] est une vue partielle en perspective du module ;

[0025] [Fig. 7] illustre un premier mode de réalisation d'un dispositif de traction comprenant une pluralité de modules ;

[0026] [Fig. 8] illustre un deuxième mode de réalisation d'un dispositif de traction comprenant une pluralité de modules ;

[0027] [Fig. 9] illustre un troisième mode de réalisation d'un dispositif de traction comprenant une pluralité de modules ;

[0028] [Fig. 10] illustre un quatrième mode de réalisation d'un dispositif de traction comprenant une pluralité de modules.

[0029] DESCRIPTION DETAILLEE

[0030] Tel qu'illustré aux figures 1 et 2, un module robotique de traction 1 selon l'invention comprend un corps de module 2 de forme parallélépipédique, un câble 3 et un élément intermédiaire 4, disposé à l'extrémité du câble 3 qui est située à l'extérieur du corps de module 2 et sur lequel pourra être fixé un élément de préhension.

[0031] A l'intérieur du corps de module 2 est disposé un moteur rotatif 5 d'axe longitudinal. Le moteur 5 peut être un moteur rotatif à courant continu commercialisé sous la dénomination Maxon® DCX12 par la société Maxon Motor, de type « coreless » en langue anglaise, c'est-à-dire sans partie ferromagnétique tournante. Cette technologie d'actionneur améliore la réponse dynamique du module et réduit la masse perçue par l'utilisateur dans le cas d'une utilisation haptique.

[0032] Le moteur 5 est en prise directe, via un arbre moteur 5a, avec un tambour 6 sur lequel est enroulé le câble 3. Le câble 3 peut être en polyéthylène de masse molaire très élevée (par exemple en UHMWPE pour ultra high molecular weight polyethylene en langue anglaise). Ce matériau confère au câble une grande rigidité alliée à un faible coefficient de frottement. Avec notamment un diamètre de 80 μm , et subséquemment une faible masse linéique, ce câble employé est apte à la transmission de vibrations.

[0033] Le mécanisme guidant le câble 3 en sortie du module 1 admet de nombreuses orientations spatiales de façon à ce que son extrémité libre puisse décrire un hémisphère. Autrement dit, il est possible de faire parcourir un angle solide de 2π stéradians au câble 3 tendu. Une telle mobilité angulaire du câble permet de compenser un éventuel mauvais agencement du module 1, ce qui lui procure une grande liberté de placement. Il est préférable d'effectuer ce guidage avec le minimum de frottement pour éviter les à-coups en sortie de module 1 et contrôler finement la force de traction. Ainsi, le guidage est assuré successivement par un manchon de guidage 7 puis un tore 8 dont la géométrie courbe empêche une usure prématurée du câble 3. Un tore est un solide géométrique représentant un tube courbé refermé sur lui-même, c'est-à-dire un solide de révolution de l'espace obtenu à partir d'un disque, à la manière d'un anneau. Le tore 8 présente ainsi notamment une surface interne courbe sur laquelle le câble 3 issu du manchon de guidage 7 peut venir en contact.

[0034] Le manchon 7 et le tore 8 sont avantageusement en PTFE (polytétrafluoroéthylène) pour améliorer le glissement lors d'un mouvement de traction du câble 3. L'ensemble est monté sur un élément roulant qui est solidaire de la bague intérieur d'un roulement à billes 9, de manière à réduire le frottement lors d'un changement d'orientation du câble 3. Le manchon 7 peut être disposé à l'intérieur d'un support pivotant 17 de forme tronconique et qui est solidaire du roulement à billes 9 (figures 3 à 5).

[0035] Ainsi, le système de guidage du câble 3 vers l'extérieur du module 1 permet un guidage radial du câble 3 depuis le tambour 6. Le support pivotant 17 de forme tronconique présente une bordure supérieure qui vient s'appuyer sur l'élément roulant 9 qui est monté sur le corps de module 2. La bordure supérieure du support pivotant 17 est alignée avec la surface supérieure du corps de module

2. Le tore 8 est disposé à l'intérieur du support pivotant 17, sur une surface de réception du tore 8 située au niveau de la surface supérieure du corps de module 2. Le manchon de guidage 7 est situé à l'intérieur du corps de module 2, sous le tore 8, et s'étend radialement à l'intérieur d'un alésage cylindrique du support pivotant 17. En appui sur le tore 8 et sur la bordure supérieure du support pivotant 17 se trouve un attache câble 18 recouvert par un aimant permanent 19 (figures 4 et 5). Cet ensemble constitué de l'attache câble 18 et de l'aimant permanent 19 constitue l'élément intermédiaire 4.

[0036] L'attache câble 18 est fixé au câble 3 de manière permanente mais ne s'appuie sur le tore 8 qu'en position de "repos", lorsque le câble 3 est complètement enroulé autour du tambour 6. Par ailleurs, l'élément roulant 9 étant ferromagnétique (en acier), l'attache câble 18 surmonté de son aimant permanent 19 se retrouve attiré vers ce roulement à billes. Ainsi, l'attache câble 18 se retrouve maintenu légèrement mais sûrement en position de repos. Ceci évite que le câble 3 se déroule lors du transport ou de la mise en place du module 1. La répétabilité de cette mise en position est garantie par la surface inférieure de l'attache câble 18 épousant la géométrie courbe du tore 8 sur lequel il s'appuie.

[0037] Outre cet aspect plutôt pratique, cette fonction joue un rôle avantageux pour une raison technique. L'encodeur magnétique qui permet la mesure de longueur du câble 3 est relatif. Dès lors, on lui impose une position "zéro" pendant la phase d'initialisation du microcontrôleur. Cette valeur initiale doit toujours être la même, d'où l'importance d'un maintien en position de "repos" fiable et répétable.

[0038] Le module 1 comprend des capteurs, à savoir un capteur de longueur déroulée du câble 3 et un capteur de l'effort de traction exercé sur l'élément intermédiaire 4. La longueur de câble est calculée à partir de la rotation du tambour 6, elle-même mesurée par un encodeur rotatif magnétique 10 intégrant des capteurs à effet Hall, insérés à l'arrière du moteur 5 et d'un aimant permanent 11 solidaire du rotor du moteur 5 (figure 2). Cette technologie sans contact évite les frottements et favorise de ce fait un contrôle précis de l'effort de traction. L'effort de traction est proportionnel au courant du moteur qui est mesuré par le biais d'une résistance en série avec son bobinage.

[0039] Le module 1 comprend en outre différents circuits électroniques, qui sont typiquement des circuits imprimés. Un circuit électronique de puissance 12, associé à une source d'énergie 13, qui peut être par exemple une batterie AA Li-Mn (lithium-manganèse) à haute capacité de décharge (3.7V, 650mAh, 15C). Ce type de décharge permet de suivre les pics de puissance instantanée, de l'ordre de 10W. Un circuit électronique de commande 14 permet d'assurer à la fois le contrôle du moteur 5, des capteurs et le transfert des données. Il peut embarquer un microcontrôleur (par exemple de type nRF52832) utilisant le protocole de communication sans fil « Bluetooth 5 » en langue anglaise, ce protocole permettant la communication avec des dispositifs tels que des téléphones portables, des tablettes, mais également la communication entre plusieurs modules. Enfin, un circuit électronique d'interface 15 accueille l'encodeur rotatif magnétique décrit ci-dessus et éventuellement un port USB permettant de relier le module 1 à un ordinateur, que ce soit pour la programmation du microcontrôleur ou pour une transmission de données à plus haute fréquence qu'avec le « Bluetooth 5 » (figure 6).

[0040] Les cartes électroniques participent à la structure mécanique du module 1, limitant ainsi son coût et offrant un gain de place. En effet, une contrainte supplémentaire apportée par l'aspect modulaire est celle du coût, les utilisateurs ayant généralement besoin de plusieurs unités pour créer une plateforme robotique. Les modules sont économiques, car ils utilisent les cartes électroniques comme support mécanique. Cette solution offre un gain de place tout en diminuant le nombre de composants et en simplifiant les opérations d'assemblage.

[0041] Le module 1 peut être muni d'une base adhésive 16. Cette couche d'adhésif repositionnable permet de faciliter la reconfiguration spatiale du module 1. Il peut s'agir d'une fine couche d'élastomère microporeux de 0.8 mm d'épaisseur qui une fois comprimée se comporte comme une distribution de ventouses miniatures. L'avantage de cette couche d'adhésif est de pouvoir se fixer à n'importe quelle surface plate et non poreuse, par exemple du verre, du plastique ou encore du métal. Cet élément adhésif peut être remplacé par une couche magnétique, plus robuste mais limitant le matériau support à être ferromagnétique. Egalement dans l'optique d'une reconfiguration aisée, la

fixation de l'extrémité libre du câble peut être assurée par un aimant permanent 19.

[0042] L'invention prend tout son intérêt dans l'utilisation simultanée de plusieurs modules qui viennent d'être décrits, ce qui offre de nombreuses possibilités. En joignant les extrémités de plusieurs câbles, il devient possible d'obtenir une plateforme robotique à plusieurs degrés de liberté. Par exemple, une interface haptique à haute fidélité ayant trois degrés de liberté est réalisable à partir de quatre modules. Des combinaisons plus avancées sont envisageables avec des assemblages de modules en série ou en parallèle, pour amplifier l'espace de travail ou les efforts exercés. De la sorte, un système robotique peut aisément être monté afin de répondre à un cahier des charges où à une application particulière. De surcroît, la conception du module selon l'invention est propice à d'éventuels changements d'échelle ce qui élargit son champ d'application, en allant d'un module très compact dans le cadre d'une utilisation portable, jusqu'à des modules plus volumineux opérant dans une pièce entière.

[0043] La suite de la description est consacrée à différents modes de réalisation d'un dispositif robotique mettant en œuvre plusieurs modules qui viennent d'être décrits.

[0044] Tel qu'illustré aux figures 7 et 8, plusieurs modules 1, par exemple au nombre de quatre dans le mode de réalisation illustré à la figure 7 ou au nombre de trois dans le mode de réalisation illustré à la figure 8, sont reliés à un unique élément de préhension 40. L'élément de préhension 40 est destiné dans cet exemple à accueillir un doigt 21 d'un utilisateur. L'élément de préhension 40 comprend une pluralité de logements 4a destinés à recevoir chacun un élément intermédiaire 4 d'un module 1 donné. Les logements 4a peuvent intégrer chacun un aimant permanent. Ils servent en effet à recevoir l'extrémité d'un câble de traction 3 et le maintien s'effectue par l'attraction magnétique entre les deux aimants permanents, celui du logement 4a et celui de l'extrémité du câble 3. Ces logements 4a sont avantageusement répartis de manière symétrique. Une vue de détail de l'élément de préhension 40 est ajoutée sur les figures 7 et 8.

[0045] Une unité de commande du dispositif commande l'effort de traction à appliquer au câble de chaque module 1 en fonction de la longueur de câble

déroulé de chaque module 1, c'est-à-dire en fonction de la position dans l'espace de l'élément de préhension 40. Ainsi, si l'élément de préhension 40 se déplace dans un plan, on peut par exemple commander l'effort de traction de manière à limiter le déplacement de l'élément de préhension 40 à l'intérieur d'une zone plane prédéterminée. On peut ainsi plus généralement utiliser le dispositif pour créer un dispositif à retour d'efforts dans un espace virtuel.

[0046] Dans le mode de réalisation illustré à la figure 9, plusieurs modules 1 sont disposés en parallèle, de sorte que les câbles 3 des modules 1 soient disposés parallèlement et en contact avec le corps 22 d'un utilisateur. On fixe un élément intermédiaire (non représenté) situé à l'extrémité de chaque câble 3 sur un support et on fait vibrer les câbles 3. On peut ainsi reproduire les vibrations de cordes d'une guitare et rendre accessible la musique aux personnes sourdes ou malentendantes.

[0047] La figure 10 illustre un mode de réalisation dans lequel on réalise une interface haptique à haute-fidélité ayant trois degrés de liberté, à partir de quatre modules 1. Chaque câble 3 est relié à un unique élément de préhension 40 qui est par exemple de forme sphérique.

Revendications

[Revendication 1] Module robotique de traction (1), caractérisé en ce qu'il comprend : a) un moteur rotatif (5) d'axe longitudinal entraînant en rotation un tambour d'enroulement (6) coaxial au moteur (5) et sur lequel est enroulé un câble de traction (3), b) un système de guidage radial du câble vers l'extérieur du module (1), le système de guidage étant d'orientation radiale et comprenant successivement, en direction de l'extérieur du module, un manchon de guidage (7) et un tore (8), de manière à ce que le câble (3) issu du manchon de guidage (7) puisse s'appuyer sur le tore (8), le manchon de guidage (7) et le tore (8) étant coaxiaux et montés radialement à rotation sur un roulement (9), c) une source d'énergie électrique (13), d) des capteurs, dont un capteur de la longueur de câble déroulé et un capteur de commande de l'effort de traction du câble (3), e) un système de commande de l'effort de traction à appliquer au câble (3), et f) un système de communication apte à échanger avec l'extérieur du module (1) des données issues des capteurs et à recevoir de l'extérieur du module une commande de l'effort de traction à appliquer au câble (3) par le système de commande.

[Revendication 2] Module (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un corps de module parallélépipédique (2) dont une ou plusieurs faces sont munies d'un matériau adhésif (16).

[Revendication 3] Module (1) selon la revendication 2, caractérisé en ce que le matériau adhésif (16) est une bande magnétique.

[Revendication 4] Module (1) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le système de communication est apte à recevoir de l'extérieur du module (1) une commande de l'effort de traction à appliquer au câble, par le système de commande, en fonction de la longueur de câble déroulé.

[Revendication 5] Module (1) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le câble (3) est relié à un élément intermédiaire (4).

[Revendication 6] Module (1) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le système de communication est un système de communication sans fil.

- [Revendication 7] Dispositif robotique, caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de modules (1) selon l'une des revendications 1 à 6.
- [Revendication 8] Dispositif (10) selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend un unique élément de préhension (40) auquel est relié le câble (3) de chaque module (1).
- [Revendication 9] Dispositif selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce qu'il comprend une unité de commande apte à commander, via le système de commande de chaque module, l'effort de traction à appliquer au câble (3) de chaque module (1) en fonction de la longueur de câble déroulé.
- [Revendication 10] Utilisation d'une pluralité de modules (1) selon l'une des revendications 1 à 6 pour la traction d'un élément de préhension (40).]

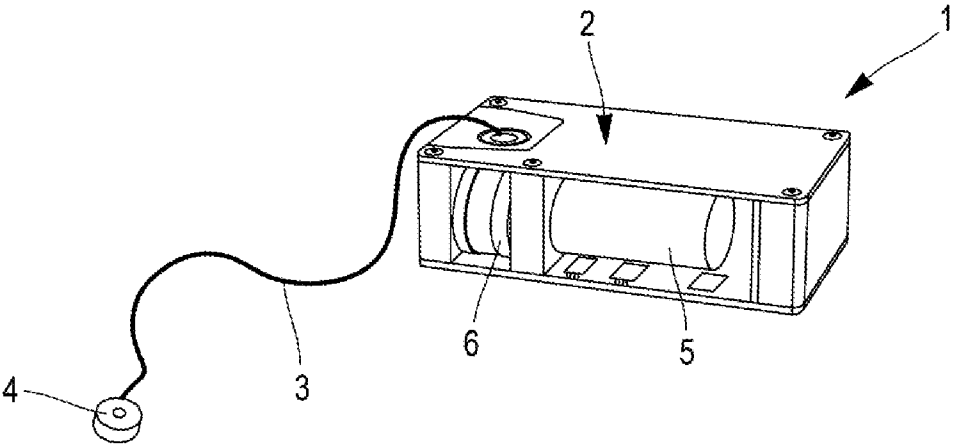


Figure 1

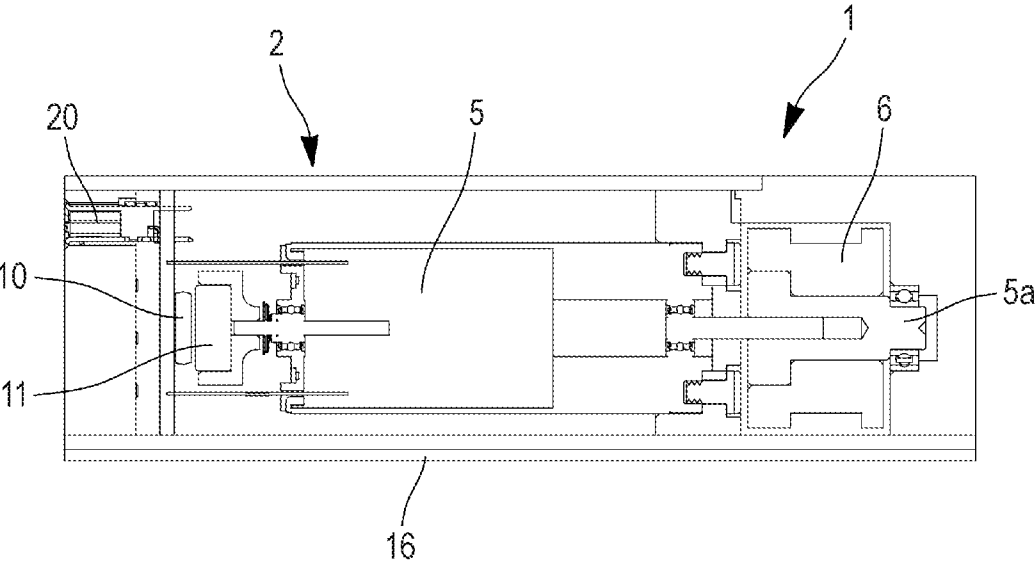


Figure 2

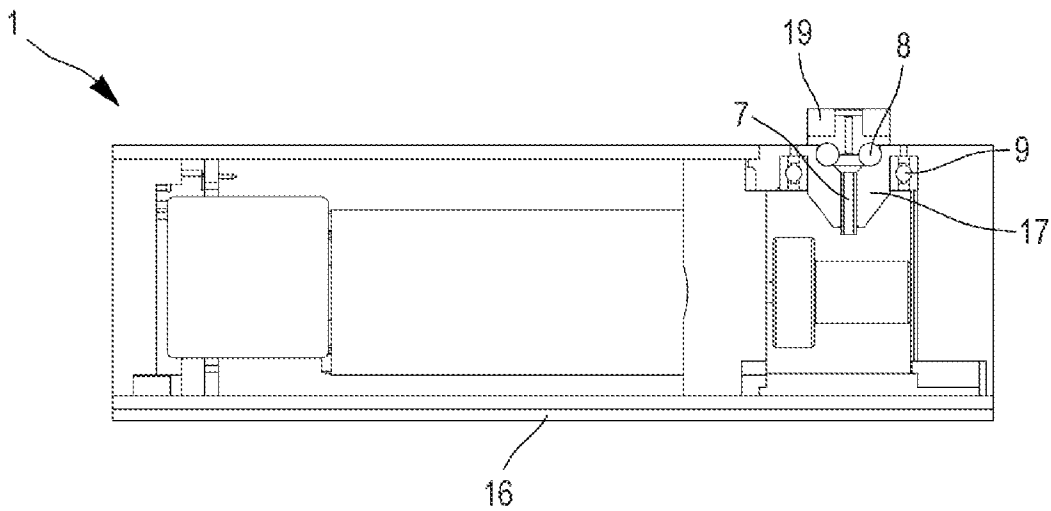


Figure 3

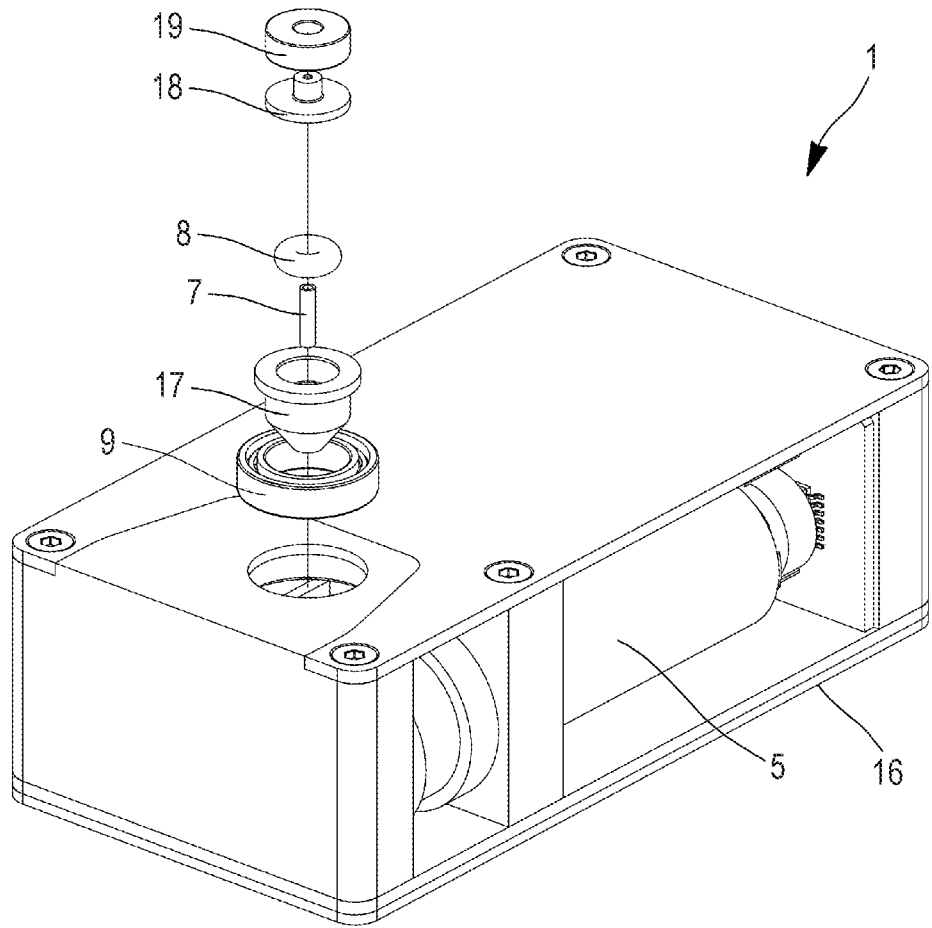


Figure 4

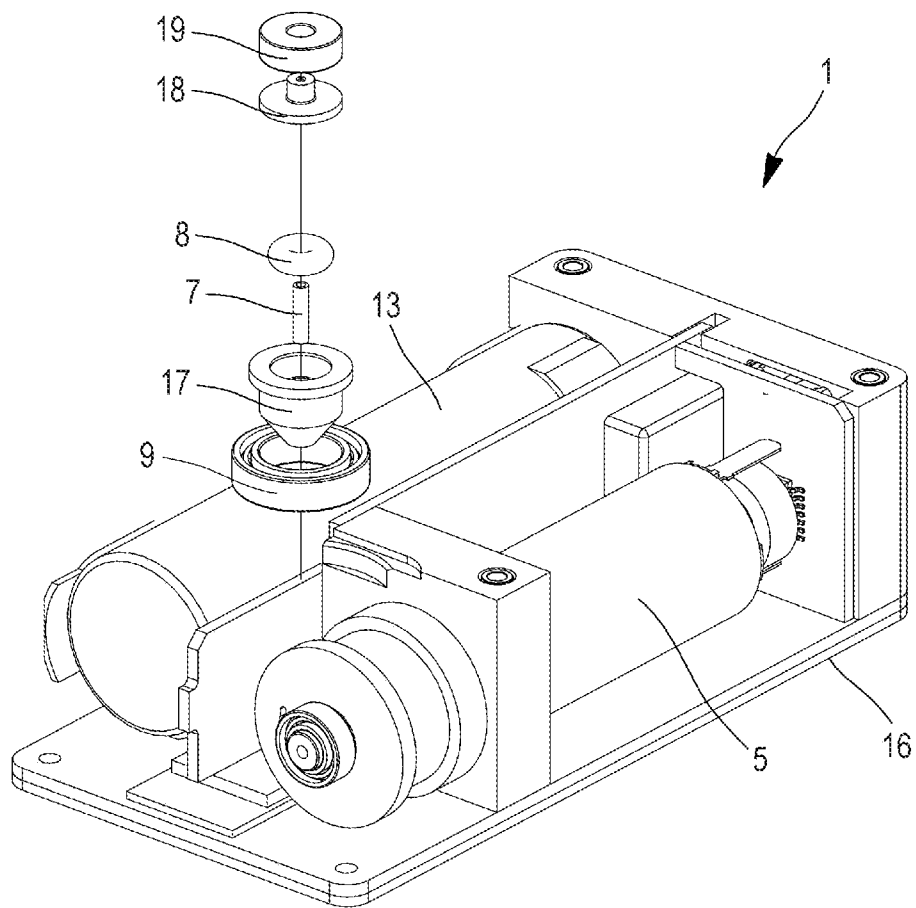


Figure 5

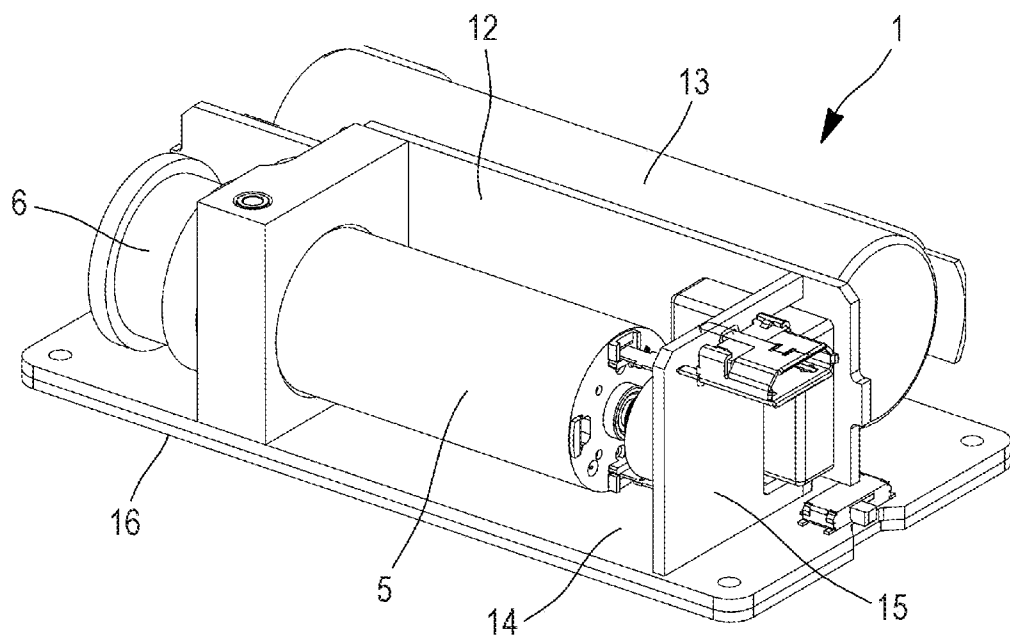


Figure 6

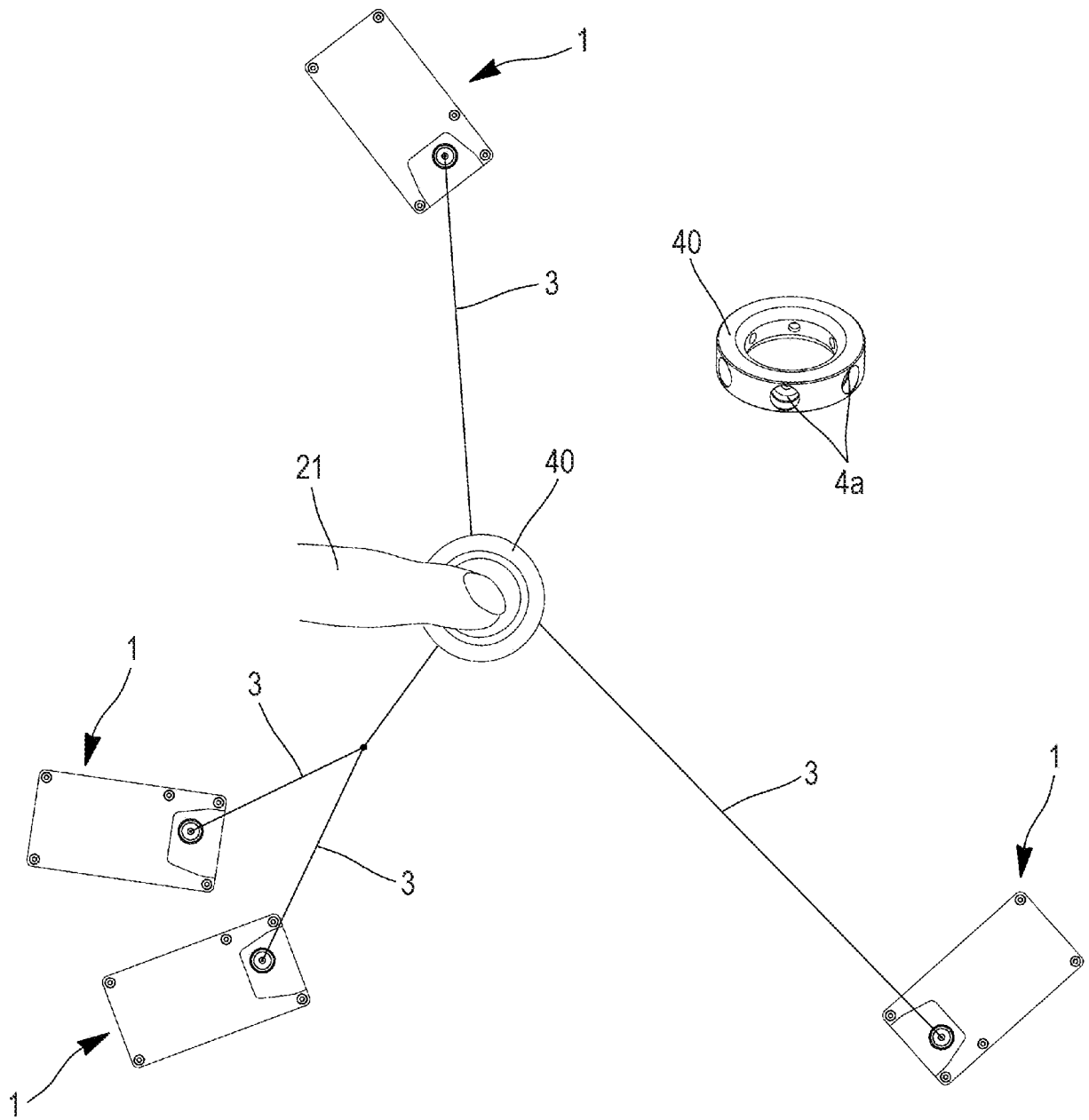


Figure 7

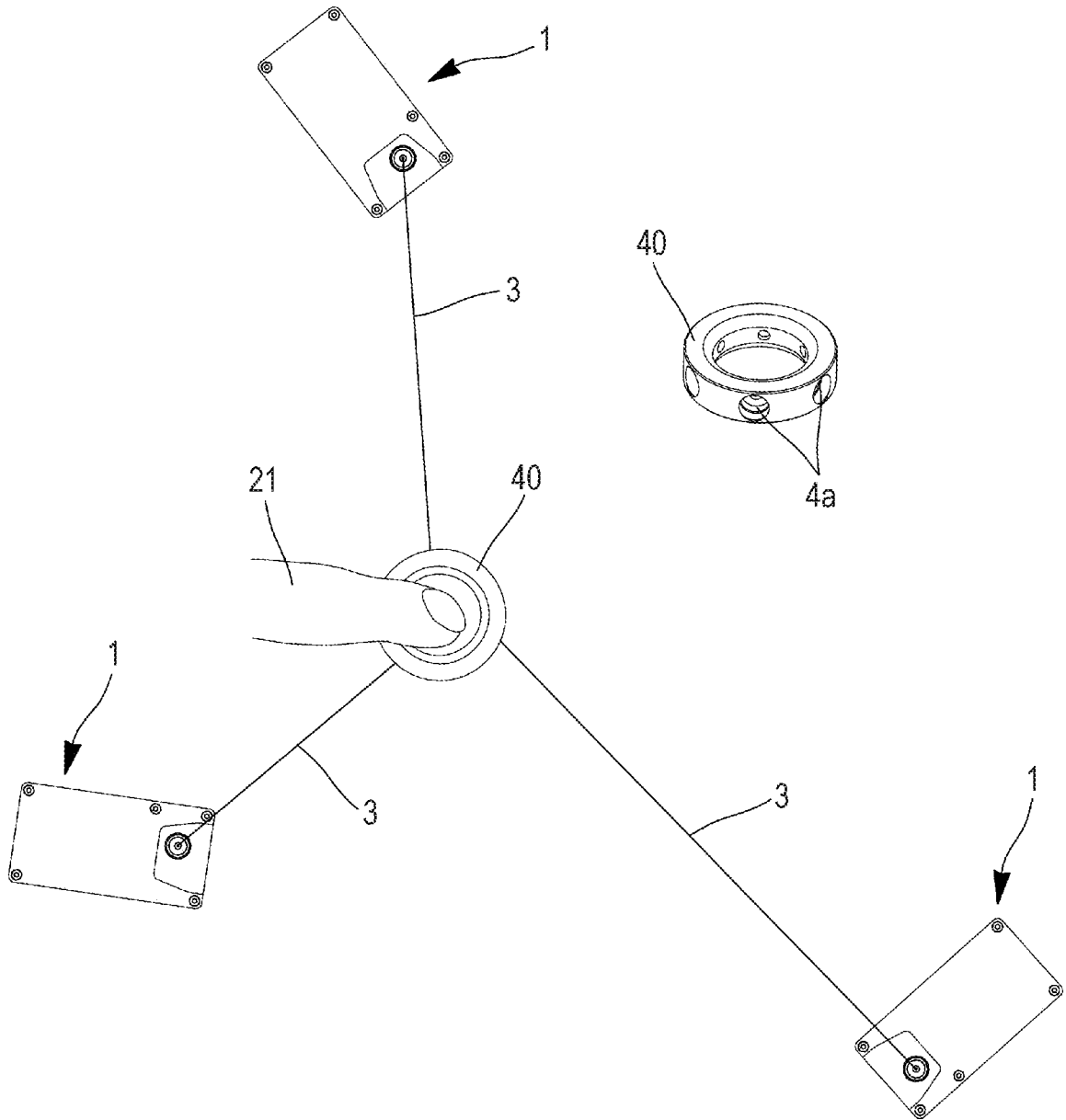


Figure 8

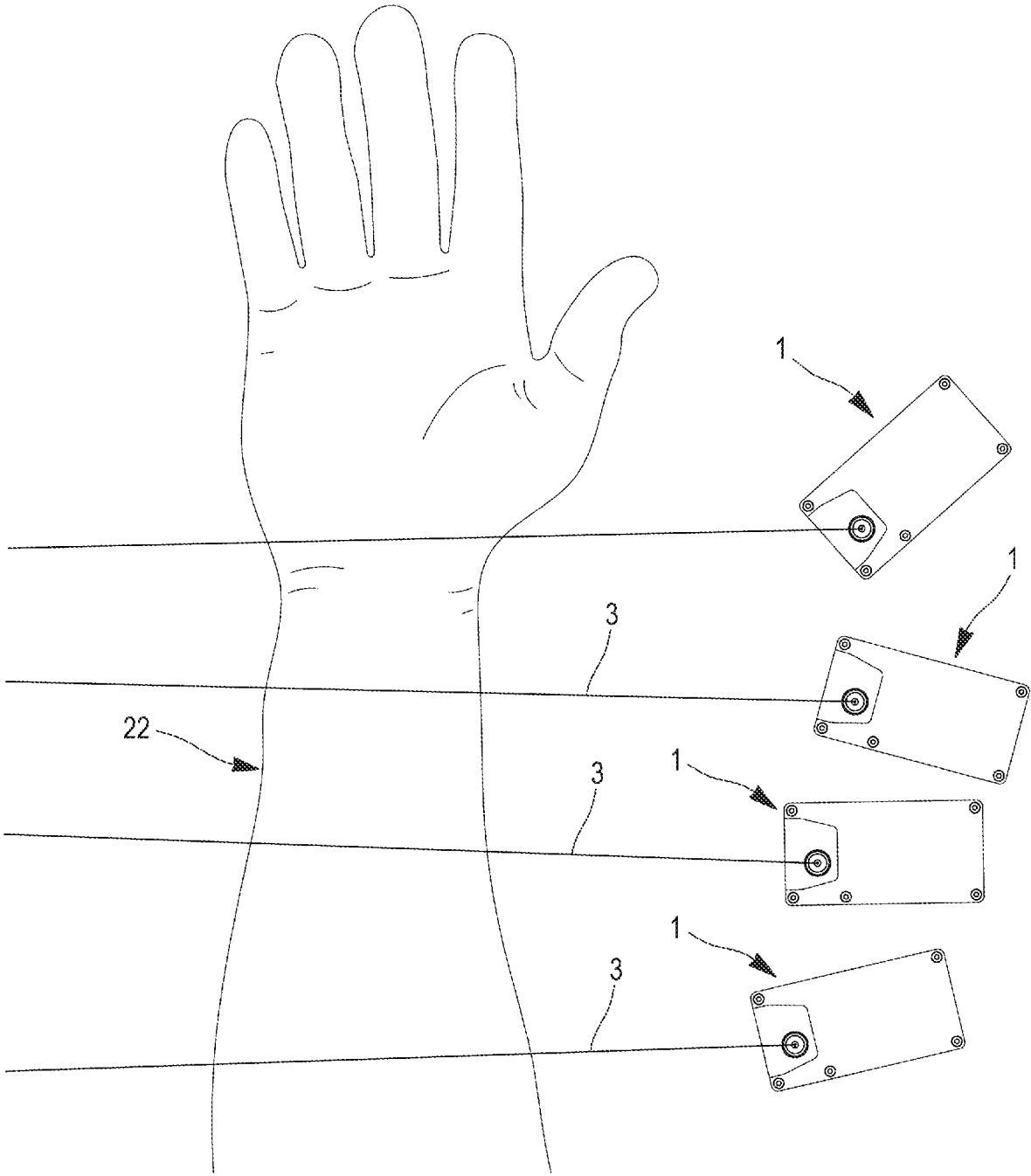


Figure 9

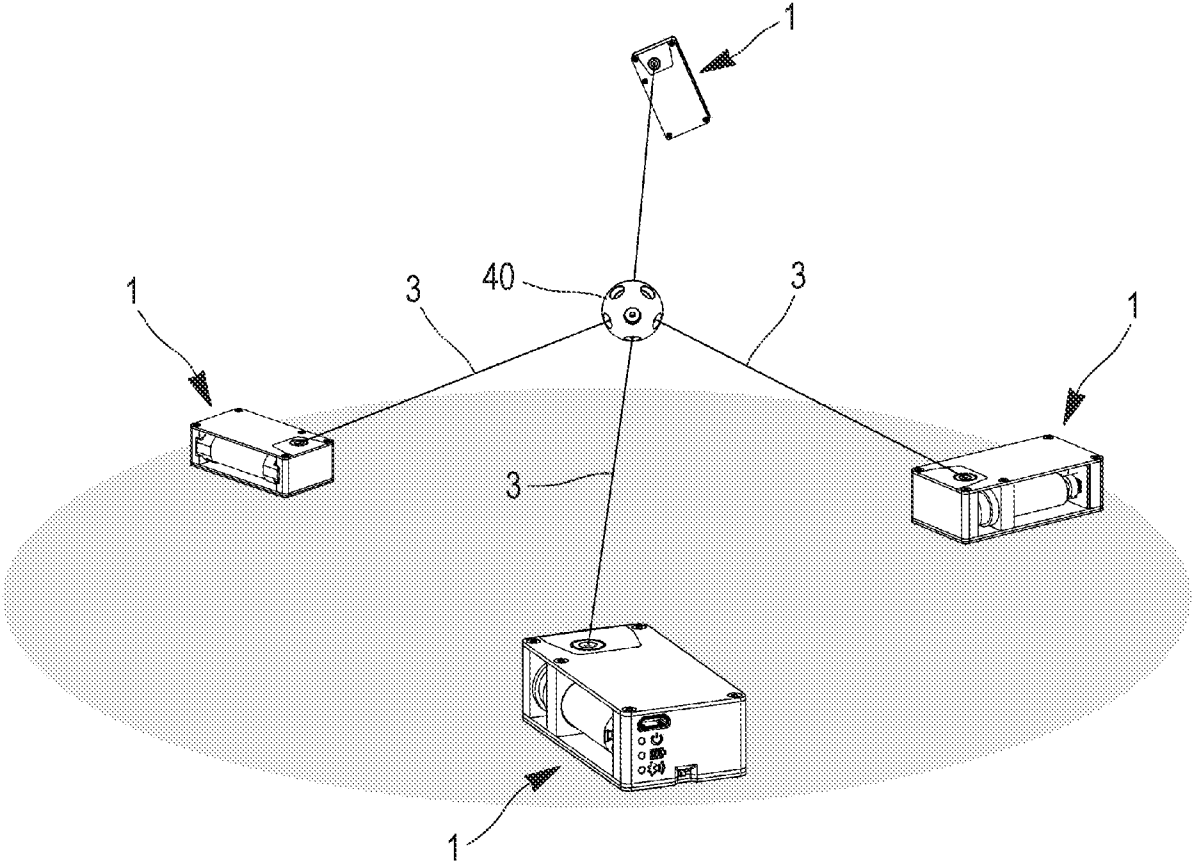


Figure 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2020/051141

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B25J 9/00</i> (2006.01)i; <i>B25J 9/08</i> (2006.01)i; <i>B25J 9/10</i> (2006.01)i; <i>B25J 13/02</i> (2006.01)i; <i>B25J 19/00</i> (2006.01)i; <i>G06F 3/01</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																							
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B25J; G06F Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data																							
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>WO 2008080917 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; GOSSELIN FLORIAN [FR]) 10 July 2008 (2008-07-10) page 19, line 7 - page 22, line 18; figures 1,3B</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>FR 2913625 A1 (HAPTION SA SA [FR]) 19 September 2008 (2008-09-19) figures 1,7</td> <td>1,5,7-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>ISHII M ET AL. "A 3D SPATIAL INTERFACE DEVICE USING TENSED STRINGS" <i>PRESENCE, CAMBRIDGE, MA, US</i>, Vol. 3, No. 1, 21 December 1994 (1994-12-21), pages 81-86 ISSN: 1054-7460, XP008061387 figures 1,2</td> <td>1,7-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2001038376 A1 (SATO MAKOTO [JP]) 08 November 2001 (2001-11-08) figures 1-4</td> <td>1,7-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102114632 A (UNIV BEIHANG) 06 July 2011 (2011-07-06) figures 1-12</td> <td>1,7-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 102016107514 A1 (AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 26 October 2017 (2017-10-26) figure 29</td> <td>2,3</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	WO 2008080917 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; GOSSELIN FLORIAN [FR]) 10 July 2008 (2008-07-10) page 19, line 7 - page 22, line 18; figures 1,3B	1-10	A	FR 2913625 A1 (HAPTION SA SA [FR]) 19 September 2008 (2008-09-19) figures 1,7	1,5,7-10	A	ISHII M ET AL. "A 3D SPATIAL INTERFACE DEVICE USING TENSED STRINGS" <i>PRESENCE, CAMBRIDGE, MA, US</i> , Vol. 3, No. 1, 21 December 1994 (1994-12-21), pages 81-86 ISSN: 1054-7460, XP008061387 figures 1,2	1,7-10	A	US 2001038376 A1 (SATO MAKOTO [JP]) 08 November 2001 (2001-11-08) figures 1-4	1,7-10	A	CN 102114632 A (UNIV BEIHANG) 06 July 2011 (2011-07-06) figures 1-12	1,7-10	A	DE 102016107514 A1 (AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 26 October 2017 (2017-10-26) figure 29	2,3
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																					
A	WO 2008080917 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; GOSSELIN FLORIAN [FR]) 10 July 2008 (2008-07-10) page 19, line 7 - page 22, line 18; figures 1,3B	1-10																					
A	FR 2913625 A1 (HAPTION SA SA [FR]) 19 September 2008 (2008-09-19) figures 1,7	1,5,7-10																					
A	ISHII M ET AL. "A 3D SPATIAL INTERFACE DEVICE USING TENSED STRINGS" <i>PRESENCE, CAMBRIDGE, MA, US</i> , Vol. 3, No. 1, 21 December 1994 (1994-12-21), pages 81-86 ISSN: 1054-7460, XP008061387 figures 1,2	1,7-10																					
A	US 2001038376 A1 (SATO MAKOTO [JP]) 08 November 2001 (2001-11-08) figures 1-4	1,7-10																					
A	CN 102114632 A (UNIV BEIHANG) 06 July 2011 (2011-07-06) figures 1-12	1,7-10																					
A	DE 102016107514 A1 (AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 26 October 2017 (2017-10-26) figure 29	2,3																					
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																							
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																							
Date of the actual completion of the international search 25 September 2020		Date of mailing of the international search report 23 October 2020																					
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Champion, Jérôme Telephone No.																					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2020/051141**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011148004 A1 (FUNDACION FATRONIK [ES]; COLLADO JIMENEZ VALENTIN [ES] ET AL.) 01 December 2011 (2011-12-01) figures 1,5,6	1
A	WO 9523053 A1 (MC DONNELL DOUGLAS CORP [US]) 31 August 1995 (1995-08-31) figure 2	1
A	US 4666362 A (LANDSBERGER SAMUEL E [US] ET AL) 19 May 1987 (1987-05-19) figures 1,2,4	1
A	GB 2566032 A (MAMOU MANI LTD [GB]) 06 March 2019 (2019-03-06) figures 5-6	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2020/051141

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2008080917	A1	10 July 2008	FR	2910833	A1	04 July 2008
				WO	2008080917	A1	10 July 2008
FR	2913625	A1	19 September 2008	NONE			
US	2001038376	A1	08 November 2001	JP	3404651	B2	12 May 2003
				JP	2001282448	A	12 October 2001
				US	2001038376	A1	08 November 2001
CN	102114632	A	06 July 2011	NONE			
DE	102016107514	A1	26 October 2017	NONE			
WO	2011148004	A1	01 December 2011	CN	103038029	A	10 April 2013
				EP	2578367	A1	10 April 2013
				ES	2484095	T3	11 August 2014
				WO	2011148004	A1	01 December 2011
WO	9523053	A1	31 August 1995	EP	0696948	A1	21 February 1996
				JP	H09500337	A	14 January 1997
				US	5585707	A	17 December 1996
				WO	9523053	A1	31 August 1995
US	4666362	A	19 May 1987	NONE			
GB	2566032	A	06 March 2019	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/051141

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B25J9/00 B25J9/08 B25J9/10 B25J13/02 B25J19/00 G06F3/01 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B25J G06F		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2008/080917 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; GOSSELIN FLORIAN [FR]) 10 juillet 2008 (2008-07-10) page 19, ligne 7 - page 22, ligne 18; figures 1,3B -----	1-10
A	FR 2 913 625 A1 (HAPTION SA SA [FR]) 19 septembre 2008 (2008-09-19) figures 1,7 -----	1,5,7-10
A	ISHII M ET AL: "A 3D SPATIAL INTERFACE DEVICE USING TENSED STRINGS", PRESENCE, CAMBRIDGE, MA, US, vol. 3, no. 1, 21 décembre 1994 (1994-12-21), pages 81-86, XP008061387, ISSN: 1054-7460 figures 1,2 ----- -/-	1,7-10
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 25 septembre 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 23/10/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Champion, Jérôme

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2001/038376 A1 (SATO MAKOTO [JP]) 8 novembre 2001 (2001-11-08) figures 1-4 -----	1,7-10
A	CN 102 114 632 A (UNIV BEIHANG) 6 juillet 2011 (2011-07-06) figures 1-12 -----	1,7-10
A	DE 10 2016 107514 A1 (AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 26 octobre 2017 (2017-10-26) figure 29 -----	2,3
A	WO 2011/148004 A1 (FUNDACION FATRONIK [ES]; COLLADO JIMENEZ VALENTIN [ES] ET AL.) 1 décembre 2011 (2011-12-01) figures 1,5,6 -----	1
A	WO 95/23053 A1 (MC DONNELL DOUGLAS CORP [US]) 31 août 1995 (1995-08-31) figure 2 -----	1
A	US 4 666 362 A (LANDSBERGER SAMUEL E [US] ET AL) 19 mai 1987 (1987-05-19) figures 1,2,4 -----	1
A	GB 2 566 032 A (MAMOU MANI LTD [GB]) 6 mars 2019 (2019-03-06) figures 5-6 -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/051141

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008080917 A1	10-07-2008	FR 2910833 A1 WO 2008080917 A1	04-07-2008 10-07-2008
FR 2913625 A1	19-09-2008	AUCUN	
US 2001038376 A1	08-11-2001	JP 3404651 B2 JP 2001282448 A US 2001038376 A1	12-05-2003 12-10-2001 08-11-2001
CN 102114632 A	06-07-2011	AUCUN	
DE 102016107514 A1	26-10-2017	AUCUN	
WO 2011148004 A1	01-12-2011	CN 103038029 A EP 2578367 A1 ES 2484095 T3 WO 2011148004 A1	10-04-2013 10-04-2013 11-08-2014 01-12-2011
WO 9523053 A1	31-08-1995	EP 0696948 A1 JP H09500337 A US 5585707 A WO 9523053 A1	21-02-1996 14-01-1997 17-12-1996 31-08-1995
US 4666362 A	19-05-1987	AUCUN	
GB 2566032 A	06-03-2019	AUCUN	