

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

35 643

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

A61H 1/00 (2006.01)

A61H 1/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-39319**
(22) Přihlášeno: **27.10.2021**
(47) Zapsáno: **09.12.2021**

- (73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
- (72) Původce:
doc. PhDr. Ing. Jaroslav Průcha, CSc., Ph.D.,
Blovice, Hradiště, CZ
doc. Ing. Karel Hána, Ph.D., Praha 10, Vršovice,
CZ
- (74) Zástupce:
INPARTNERS GROUP, Ing. Dušan Kendereški,
Tuřanka 1519/115a, 627 00 Brno, Slatina

- (54) Název užitého vzoru:
**Pohybový subsystém a robotický systém
určený k léčbě poruch hybnosti**

CZ 35643 U1

Pohybový subsystém a robotický systém určený k léčbě poruch hybnosti

Oblast techniky

5

Předkládané technické řešení se týká pohybových subsystémů a robotického systému obsahujícího pohybový subsystém realizovaný s využitím čtyř, navzájem spojených paralelogramů, přičemž robotický systém dále obsahuje kameru umístěnou mimo pohybový subsystém dále od pacientovy horní končetiny (paže), a signální bodový světelný zdroj, umístěný na pohybovém subsystému blíže k pacientově ruce a indikujícím polohu distální části horní končetiny.

10

Dosavadní stav techniky

15

Rehabilitační roboty jsou určeny pro reedukaci pohybu končetin pacienta, které jsou postiženy ztrátovými onemocněními jejich hybnosti. Jsou založeny na využití biologické zpětné vazby, biofeedbacku, obvykle vizuálního, kde pacient, jehož postižená končetina je uchycena na efektoru robota, má sledovat požadovanou trajektorii pohybu nebo plnit stanovenou pohybovou úlohu. Rehabilitační robot prostřednictvím senzorů sleduje výsledek úsilí pacienta, a to prostřednictvím sledování okamžité polohy distální části končetiny (robot typu end-effector) nebo polohy ve všech rozhodujících kloubech (robot exoskeletonového typu), případně též prostřednictvím měření uplatněné svalové síly. Řídící jednotka, která je napojena na senzory zabudované v pohybovém mechanismu robota, přitom vyhodnocuje úspěch tohoto úsilí pacienta a v případě nezdaru robot s aktivním pohonem sám jemně a šetrně přebírá požadovaný pohyb, ovšem jen na dílčí, obvykle krátký úsek požadované trajektorie, načež opět poskytuje šanci pacientovi. Existují i roboty s pasivním řešením, které nezahnují pohon, takže veškerý pohyb končetiny je jen důsledkem volného úsilí pacienta a jeho zbytkové svalové síly. Proces pohybu končetiny po požadované trajektorii nebo proces plnění požadované pohybové úlohy se stále opakuje, takže pacient po mnoha opakováních požadovaného pohybu získává možnost vytvoření nových paměťových stop a/nebo nových nervových spojení. Vytvoření nových paměťových stop a/nebo nových nervových spojení je důsledkem neuroplasticity centrální nervové soustavy. Tímto způsobem se pacient znovu učí, tedy re-edukuje ztracenou hybnost své postižené končetiny. Při tomto rehabilitačním postupu je tedy velmi důležité zabezpečit pohyb končetiny pacienta kooperujícím rehabilitačním robotem. Rehabilitační roboty dále zahrnují procesorovou jednotku, jež přijímá data ze senzorů. Procesorová jednotka zahrnuje paměť, ve které jsou uložena data o požadovaném pohybu efektoru. Procesorová jednotka porovnává data přijímaná ze senzorů s daty uloženými v paměti, představujícími ideální požadovanou trajektorii pohybu končetiny. Výsledek porovnání poskytuje informaci o zlepšování hybnosti končetiny, která je cenná diagnosticky. V případě aktivního pohonu je výsledek porovnání dat rovněž informací pro řízení pohonů zajišťujících požadovaný pohyb končetiny, kterého zatím není pacient schopen.

35

40

45

Patentová přihláška EP 0016094 A1 popisuje programovatelný stroj na cvičení. Stroj na cvičení sestává ze dvou ramen. Ramena jsou uspořádána v sérii a jsou vzájemně spojena otočným spojem. Otočný spoj je opatřen samostatným pohonem, který otočným spojem otáčí. Uživatel pohybuje efektorom umístěným na nejvzdálenějším rameni. Pohyb efektoru je ovlivněn, jednak končetinou uživatele a jednak samostatným pohonem, a je řízen systémem zpětné vazby. Systém zpětné vazby zajišťuje, že efektor se pohybuje podél předem specifikované trajektorie prostřednictvím síly vyvíjené uživatelem a současně poskytuje odporové síly, které se libovolně liší v pozici, rychlosti, času anebo síle vyvíjené uživatelem.

50

Zařízení pro rehabilitaci končetin popsané v čínské patentové přihlášce CN 105581891 A obsahuje otočný mechanismus, teleskopický mechanismus a pohyblivé rameno. Otočný mechanismus

zahrnuje rotační hnací zařízení a otočné rameno připojené k rotačnímu hnacímu zařízení. Otočné rameno se otáčí kolem pevné hřídele pomocí rotačního hnacího zařízení. Jeden konec otočného ramene, jež se nachází v blízkosti pevného hřídele, se nazývá pevný konec. Druhý konec se nazývá otočný konec. Na otočném rameni jsou uspořádány dva otočné spoje. Otočný spoj, který se nachází v blízkosti pevného konce, se označuje jako první otočný spoj a otočný spoj, jež se nachází na opačném konci otočného ramene, se označuje jako druhý otočný spoj. Jeden konec otočného ramene je pevně spojen s efektořem, zatímco druhý konec je spojen s otočným ramenem v druhém otočném spoji. Teleskopický mechanismus zahrnuje teleskopické hnací zařízení a teleskopické rameno spojené s teleskopickým hnacím zařízením.

US Patent US 9403056 B2 popisuje rehabilitační systém, jež umožňuje pacientům zlepšit koordinovanost pohybů předloktí a ruky. Rehabilitační systém zahrnuje efektor s více stupni volnosti, který je vybaven prostředky pro poskytnutí přesně modulovaných odporových sil a přesně modulovaných hybných sil. Rehabilitační systém dále zahrnuje zobrazovací zařízení pro simulaci virtuální reality, prostřednictvím které je zobrazena požadována trajektorie pohybu efektoru. Snímací zařízení rehabilitačního systému umožňuje snímání síly, zatížení, točivého momentu, úhlového posunutí, úhlové rychlosti, posunutí anebo polohy efektoru. Řídící jednotka rehabilitačního systému zahrnuje paměť pro ukládání dat o pohybu efektoru a procesor pro výpočet odporových sil a pohybových sil efektoru. Prostředek pro poskytnutí přesně modulovaných odporových sil obsahuje hydraulický okruh s čerpadlem, který je propojen s řídicí jednotkou.

Evropská patentová přihláška EP 2926724 A1 řeší metodu pro posouzení pohybu bodu souvisejícího s distální částí končetiny v předem určeném 3D prostoru. Tato přihláška zahrnuje složitou síť senzorů přizpůsobených k detekci polohy končetiny ve 3D prostoru ve vztahu ke kloubům.

Čínská patentová přihláška CN 105662783 A představuje řešení rehabilitačního terapeutického robota horní končetiny exoskeletonového typu, kde je snímači sledován i motory řízen pohyb v každém z kloubů paže.

US patentová přihláška US 2014172166 A1 představuje řešení založené na zrcadlové terapii určené pro léčbu hemiparéz, kde signály ze zdravé paže jsou přenášeny na robota pohybujícího paží s postiženou hybností, přičemž pacient sleduje pohyby obou končetin.

Švýcarská společnost Hocoma uvedla na trh a do používání ve zdravotnictví řadu sofistikovaných rehabilitačních terapeutických robotů, z nichž pro účely rehabilitace hybnosti horní končetiny je určen typ Armeo Spring (bez aktivních pohonů) a typ Armeo Power (s pohony). Oba typy těchto rehabilitačních terapeutických robotů představují exoskeletonové řešení. Robot typu Armeo Spring využívá pro konstrukci pohybového subsystému jednoduchého paralelogramu, který zajišťuje vedení loketní části paže.

Nevýhody zařízení, která jsou známá z dosavadního stavu techniky, lze spatřovat v tom, že polohovací ústrojí rehabilitačních robotů a jejich ramena představují obvykle složitá kinematická uspořádání a roboty se vyznačují složitými konstrukcemi pohybového subsystému. Pohybující se části jsou značně zatěžovány a namáhány a mají obvykle i značnou hmotnost. Senzorický systém vyžaduje více senzorů, je složitý a náročný je též převod signálů z čidel na údaje o poloze.

Podstata technického řešení

Technické řešení si klade za cíl navrhnout robotický rehabilitační systém pasivního typu (bez aktivních pohonů), který zajistí jednoduché řešení pohybového subsystému a u tohoto subsystému minimalizuje náročnost snímání polohy distální části horní končetiny.

Jednoduché řešení robotického systému obsahujícího pohybový subsystém je zajištěno prostřednictvím kinematického uspořádání vytvořeného pohyblivým spojením čtyř paralelogramů v jejich vrcholech pomocí spojovacích tyčí podle prvního provedení nebo teleskopických kardanových tyčí podle druhého provedení. Pohyblivá spojení ve vrcholech paralelogramů jsou tvořena buď kulovými čepy podle prvního provedení, nebo kardanovými spojkami (kardanovými klouby) podle druhého provedení. Při použití kulových čepů je nezbytné zavedení středového stabilizujícího teleskopicky výsuvného prvku, který není při použití kardanových spojek nutný. Obě alternativní provedení zajišťují nízkou hmotnost pohybujících se částí pohybového subsystému, jeho jednoduchou výrobu a montáž a také plynulý a pružný pohyb ramen polohovacího ústrojí při současné možnosti dosahování dostatečně velkého pracovního prostoru. Poněvadž řešení je pasivní – bez aktivních pohonů, je nezbytné zajistit antigravitační dynamickou podporu končetiny pomocí dvojice pružin.

Výše uvedeného cíle je dosaženo tak, že u pohybového subsystému podle prvního provedení jsou kulové čepy pomocí příkladného šroubového spojení skrze svůj otvor pevně namontovány do rohů jedné i druhé desky čtvercového nebo obdélníkového tvaru, a to tak, že je roh desky zkosen pod úhlem 45° a osa šroubového spojení směřuje paralelně s plochou desky, která – aby umožnila tuto montáž – musí mít dostatečnou tloušťku. Do středu každé z obou desek mezi kulové čepy je upevněna kardanová spojka, mezi které je uchycena spojovací teleskopická kardanová tyč, čímž se vytvoří paralelní uspořádání desek, sníží se počet stupňů volnosti kulových čepů a díky teleskopickému provedení se můžou vyvážit všechny drobné odchylky při pohybu spojovacích tyčí v kulových čepích. Všechny čtyři kulové čepy na obou paralelně umístěných deskách jsou propojeny spojovacími tyčemi, např. tyčemi se závity. Jedna z desek (první deska) je určena pro upevnění na stojan robotického systému, zatímco druhá deska je volně pohyblivá.

U pohybového subsystému podle druhého provedení s kardanovými tyčemi se kardanové spojky příkladně montují na obě desky přímo do jejich plochy kolmo na ni, s výhodou do čtverce nebo obdélníku. Tyto kardanové spojky jsou přímo spojeny mezi sebou teleskopickými kardanovými tyčemi a tvoří tak kardanové spojení, a to bez nutnosti jakéhokoliv dalšího stabilizujícího prvku snižujícího nadbytečně vysoký stupeň volnosti. Jedna z desek (třetí deska) je určena pro upevnění na stojan robotického systému, zatímco čtvrtá deska je volně pohyblivá.

Z důvodů antigravitačního dynamického vyvážení vlastní hmotnosti pohybového subsystému podle řešení s kulovými čepy nebo řešení s kardanovými spojkami, jakož i z důvodů vyvážení hmotnosti končetiny, jsou mezi první/třetí deskou neposuvně a dvěma sousedními spojovacími/kardanovými tyčemi neposuvně uchyceny dvě pružiny vhodných parametrů, zajišťující potřebnou antigravitační dynamickou oporu léčené končetiny, která je spojena s efektozem robota (úchopem) umístěným na desce vzdálenější od stojanu robota. Neposuvné uchycení pružin o dvě sousední spojovací/kardanové tyče může být nahrazeno posuvným uchycením pro možnost individualizace antigravitačního dynamického vyvážení u různých pacientů.

Snímání polohy koncové části pohybující se končetiny je zajištěno kamerou snímající polohu bodového světelného zdroje, který je umístěn v blízkosti koncové (distální) části končetiny, respektive v blízkosti efektozu (úchopu) přímo na pohybovém subsystému. Kamera je umístěna na stojanu ve vhodné vzdálenosti dovolující jí zachytit celý pracovní prostor robota. Signál z kamery informující o poloze bodového světelného zdroje (odpovídající poloze distální části končetiny) v průmětu do roviny kolmé na osu snímací kamery (rovina xy) je veden do mikroprocesorové řídicí jednotky, kde je porovnáván s okamžitou požadovanou polohou. Soubor všech okamžitých požadovaných poloh je zadán do řídicí jednotky a představuje požadovanou trajektorii, po níž se má končetina pohybovat. Požadovaná (předem naprogramovaná, terapeuticky vhodná) i skutečně realizovaná trajektorie jsou zobrazovány na monitoru a zároveň je vyhodnocován rozdíl mezi těmito trajektoriemi, který je ukazatelem úspěchu probíhající terapie rehabilitačním robotem, přičemž dochází k výpočtu a kvantifikaci změny postižení hybnosti paže po opakované realizaci požadované trajektorie.

Objasnění výkresů

- 5 Technické řešení bude blíže objasněno pomocí výkresů, kde:
- na obr. 1 je znázorněna konstrukce pohybového subsystému podle prvního provedení s kulovými čepy,
- 10 na obr. 2 je znázorněna konstrukce pohybového subsystému podle druhého provedení s kardanovými spojkami,
- na obr. 3 je samostatně znázorněno propojení kardanových spojek z druhého provedení,
- 15 na obr. 4a je znázorněno celkové opláštěné uspořádání rehabilitačního robotického systému,
- na obr. 4b je znázorněn 3D pohled na robotický systém,
- na obr. 4c je znázorněn boční pohled na robotický systém,
- 20 na obr. 5 je blokové schéma propojení mezi řídicí mikroprocesorovou jednotkou, kamerou, bodovým světelným zdrojem a monitorem, a
- obr. 6 přibližuje průmět polohy světelného bodového zdroje do roviny xy kolmé na osu kamery.

25

Příklady uskutečnění technického řešení

- 30 Technické řešení bude osvětleno v následujícím popisu na příkladech provedení s odkazem na příslušné výkresy. Řešení podle tohoto technického řešení představuje uspořádání rehabilitačního robotického systému v pasivním provedení typu end-effector.

- Pohybový systém 1A nebo 1B je znázorněn na obr. 4 společně s kamerou 17 i světelným bodovým zdrojem 20 umístěn na krku 15, na který je upevněn též monitor 16, na němž je prostřednictvím řídicí mikroprocesorové jednotky 23 zobrazována požadovaná předem naprogramovaná trajektorie, po níž se má pohybovat ruka pacienta, jakož i skutečná trajektorie, po které se distální část paže pacienta reálně pohybuje.

- 40 Příklad pohybového subsystému 1A podle prvního provedení s kulovými čepy 3 je znázorněn obr. 1. Toto provedení obsahuje první desku 4 a druhou desku 5, v jejichž zkosených rozích jsou uspořádány kulové čepy 3, připevněné prostřednictvím šroubových spojů 13 skrze oka kulových čepů 3 do první a druhé desky 4 a 5 tak, že osa šroubového spoje 13 je vedena paralelně s plochami těchto desek 4 a 5 a směřuje do jejich středu. První i druhá deska 4 a 5 jsou mezi sebou vzájemně spojeny jednak čtyřmi spojovacími tyčemi 9 a jednak spojovací teleskopickou kardanovou tyčí 12,
- 45 která je zakončena kardanovými spojkami 12a upevněnými mezi kulové čepy 3 na první desku 4 a druhou desku 5. První deska 4 je z pohledu pacienta umístěna vzdáleněji a je určena k upevnění 18 na stojan 14, zatímco druhá deska 5 je umístěna blíže pacientovi a na ní je tudíž upevněn samotný úchop 8 (efektor) pro rehabilitovanou paži pacienta. Na dvou níže umístěných, sousedních spojovacích tyčích 9 v místě blíže situovaném úchopu 8 (efektoru) jsou uspořádány objímky 9a a v nich jsou neposuvně upevněny první konce dvojice pružin 11, zatímco jejich druhé konce jsou neposuvně upevněny na první desce 4. Uchycení prvních konců dvojice pružin 11 v objímkách 9a může být i posuvné vzhledem k spojovacím tyčím 9 (neznázorněno na obr. 1) pro možnost individuálního antigravitačního dynamického vyvážení různých hmotností horních končetin pacientů.

55

Další příklad pohybového subsystému 1B podle druhého provedení s kardanovým spojením 10c je znázorněn na obr. 2. Uspořádání je zde obdobné k řešení znázorněnému na obr. 1, ale namísto kulových čepů 3 jsou zde použity kardanové spojky 2. Tyto jsou šroubovými spoji 13 upevněny přímo do rohů třetí a čtvrté desky 6 a 7, a jsou orientovány kolmo na plochy třetí a čtvrté desky 6 a 7. Dále jsou mezi sebou odpovídající kardanové spojky 2 spojeny teleskopickými kardanovými tyčemi 10 a tvoří tak kardanové spojení 10c, aniž by bylo zapotřebí dalších prvků spojujících takto planparalelně uspořádanou třetí a čtvrtou desku 6 a 7. Třetí deska 6 je z pohledu pacienta umístěna vzdáleněji a je určena k upevnění 18 na stojan 14, zatímco čtvrtá deska 7 je umístěna blíže pacientovi a na ní je tudíž upevněn samotný úchop 8 (efektor) pro rehabilitovanou paži pacienta. Na dvou níže umístěných, sousedních kardanových tyčích 10 v místě blíže situovaném úchopu 8 (efektoru) jsou uspořádány objímky 10a a v nich jsou neposuvně upevněny první konce dvojice pružin 11, zatímco jejich druhé konce jsou neposuvně upevněny na třetí desce 6. Uchycení prvních konců dvojice pružin 11 v objímkách 10a může být i posuvné vzhledem ke kardanovým tyčím 10 (neznázorněno na obr. 2) pro možnost individuálního antigravitačního dynamického vyvážení různých hmotností horních končetin pacientů.

Vyobrazení samotného kardanového spojení 10c, jenž je tvořeno kardanovou tyčí 10 oboustranně opatřenou kardanovými spojkami 2, je znázorněno na obr. 3. Toto kardanové spojení je konstrukčně v podstatě identické s kardanovým spojením kardanových spojek 12a a spojovací teleskopické kardanové tyče 12 v prvním provedení.

Na obrázku 4a je znázorněna úplná sestava robotického systému, která obsahuje stojan 14 krytý opláštěním 21, kde rozhodující je upevnění 18 první/třetí desky 4, 6 pohybového subsystému 1A, 1B na stojan 14. Dále je z obr. 4a patrné umístění kamery 17 na krku 15 stojanu 14, které zajišťuje, aby zorné pole kamery 17 pokrylo celý pracovní prostor robota. Na vrcholu krku 15 je uspořádán monitor 16, na kterém je zobrazována požadovaná trajektorie pohybu končetiny i postupně dosahovaná skutečná trajektorie. Na monitoru 16 je zobrazován i vyhodnocený a kvantifikovaný rozdíl mezi požadovanou a skutečnou trajektorií, mající motivační účinek pro pacienta a diagnostický význam pro lékaře. Samotný pohybový subsystém 1b je zakryt pružným krytem 22. Na konci pohybového subsystému 1A, 1B, blíže pacientovi, je v těsné blízkosti efektoru 8 umístěn držák 19 s bodovým světelným zdrojem 20.

Na obrázku 5 je znázorněno propojení signálů mezi elektronickými, digitálně pracujícími komponentami řídicího systému, kterými je robotický systém vybaven. V tomto případě je řídicí mikroprocesorová jednotka 23 propojena s kamerou 17, jež snímá bodový světelný zdroj 20 a dále je řídicí mikroprocesorová jednotka 23 signálově propojena s monitorem 16. Obr. 6 pak přibližuje průmět polohy světelného bodového zdroje 20 do roviny xy kolmé na osu kamery 17.

Řídicí mikroprocesorová jednotka 23 je napojena na signál z kamery 17 snímající v rovině kolmé na osu kamery 17 průmět polohy světelného bodového zdroje 20. Z řídicí mikroprocesorové jednotky 23 vychází pak informace o okamžité požadované (předem naprogramované) i skutečné poloze světelného bodového zdroje 20 a zároveň řídicí mikroprocesorová jednotka 23 zpracovává informaci o rozdílech těchto poloh, a tak poskytuje údaj o schopnosti pacienta pohybovat končetinou po požadované trajektorii. Uvedené řešení předurčuje robotický systém pro zpětnovazební řízenou redukci pohybu horní končetiny postižené poruchou její hybnosti.

Průmyslová využitelnost

Robotický systém podle tohoto technického řešení, využívající pohyblivého spojení čtyř paralelogramů pohybového subsystému podle tohoto technického řešení a kamery snímající

světelný bod umístěný v blízkosti efektoru robota, je určený k uplatnění v lékařství jako rehabilitační terapeutický robot pro re-edukaci poruch hybnosti paže.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Robotický systém pasivního typu end-effector bez motorických pohonů, určený k léčbě poruch hybnosti paže, **vyznačující se tím**, že obsahuje první pohybový subsystém (1A) nebo druhý pohybový subsystém (1B),

5

příčemž první pohybový subsystém (1A) obsahuje čtyři navzájem pohyblivě spojené paralelogramy, z nichž každý paralelogram obsahuje rovnoběžné spojovací tyče (9) zakončené kulovými čepy (3), příčemž každá spojovací tyč (9) je společná pro dva sousední paralelogramy a kulové čepy (3) jsou upevněny na planparalelně uspořádanou první a druhou desku (4, 5),
10 příčemž v prostoru mezi čtyřmi rovnoběžnými spojovacími tyčemi (9) a rovnoběžně s nimi je k oběma deskám (4, 5) připevněna spojovací teleskopická kardanová tyč (12) zakončená kardanovými spojkami (12a), příčemž na druhé desce (5) je uspořádán úchop (8) pro léčenou paži, který vystupuje vně čtyř navzájem pohyblivě spojených paralelogramů, a pro antigravitační odlehčení prvního pohybového subsystému (1A) jsou mezi první deskou (4) a dvěma spodními
15 sousedními spojovacími tyčemi (9) uchyceny dvě pružiny (11), příčemž první deska (4) je v robotickém systému upevněna a druhá deska (5) je volně pohyblivá,

příčemž druhý pohybový subsystém (1B) že obsahuje čtyři navzájem pohyblivě spojené paralelogramy, z nichž každý paralelogram obsahuje rovnoběžné teleskopické kardanové tyče (10) zakončené kardanovými spojkami (2), příčemž každá teleskopická kardanová tyč (10) je společná
20 pro dva sousední paralelogramy a kardanové spojky (2) jsou upevněny na planparalelně uspořádanou třetí a čtvrtou desku (6, 7), příčemž na čtvrté desce (7) je uspořádán úchop (8) pro léčenou paži, který vystupuje vně čtyř navzájem pohyblivě spojených paralelogramů, a pro antigravitační odlehčení druhého pohybového subsystému (1B) jsou mezi třetí deskou (6) a dvěma
25 spodními sousedními teleskopickými kardanovými tyčemi (10) uchyceny dvě pružiny (11), příčemž třetí deska (6) je v robotickém systému upevněna a čtvrtá deska (7) je volně pohyblivá.

2. Robotický systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kulové čepy (3) prvního pohybového subsystému (1A) jsou na deskách (4, 5) uspořádány do čtverce.

30

3. Robotický systém podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že na druhé desce (5) prvního pohybového subsystému (1A) je v blízkosti úchopu (8) uspořádán světelný bodový zdroj (20).

4. Robotický systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kardanové spojky (2) druhého pohybového subsystému (1B) jsou na deskách (6, 7) uspořádány do čtverce.

35

5. Robotický systém podle nároku 1 nebo 4, **vyznačující se tím**, že na čtvrté desce (7) druhého pohybového subsystému (1B) je v blízkosti úchopu (8) uspořádán světelný bodový zdroj (20).

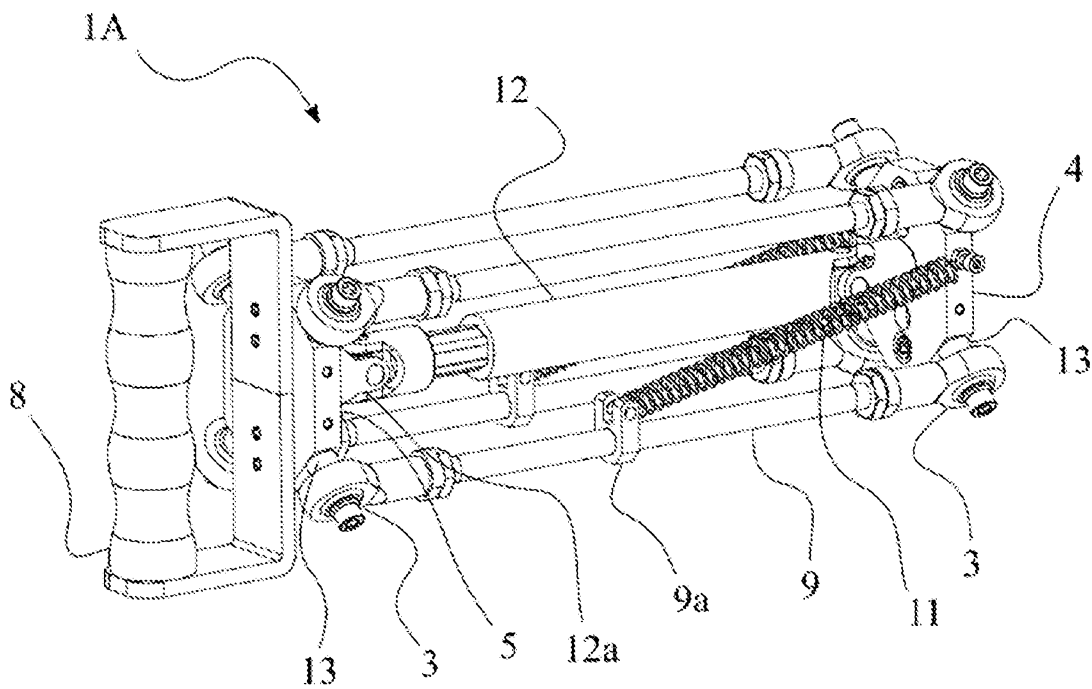
40 6. Robotický systém podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje řídicí mikroprocesorovou jednotku (23), která je propojena s kamerou (17) pro snímání polohy světelného bodového zdroje (20) a s monitorem (16) pro zobrazení trajektorie pohybu světelného bodového zdroje (20).

45

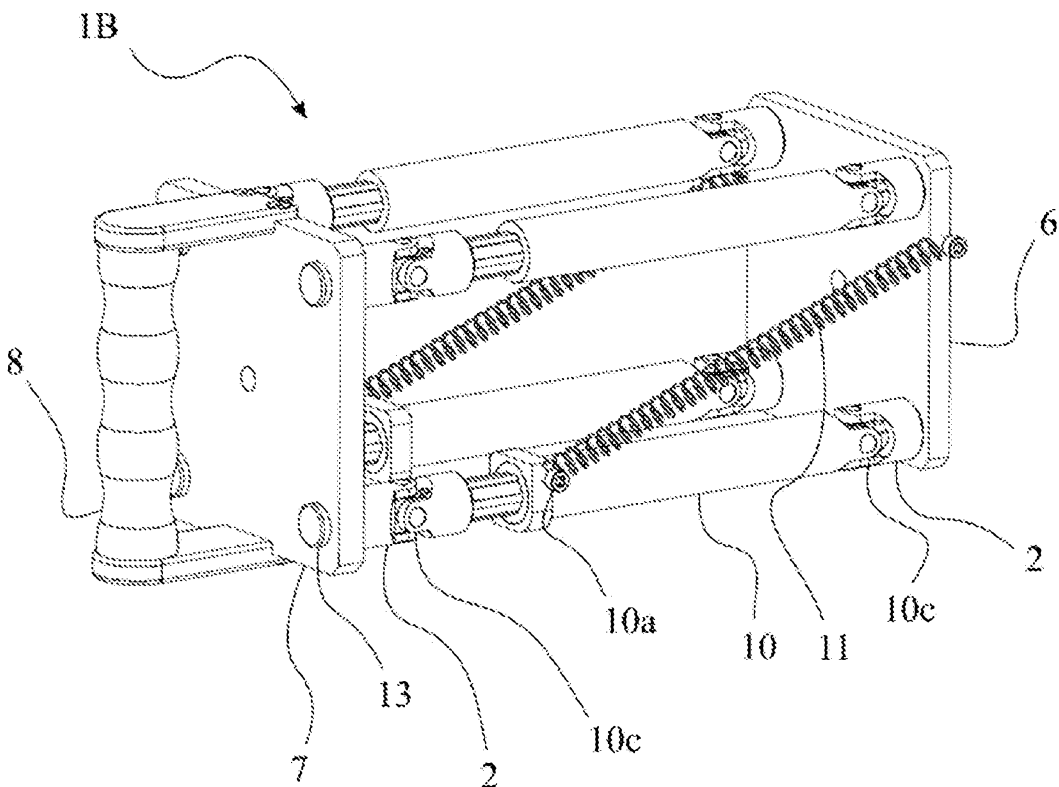
4 výkresy

Seznam vztahových značek:

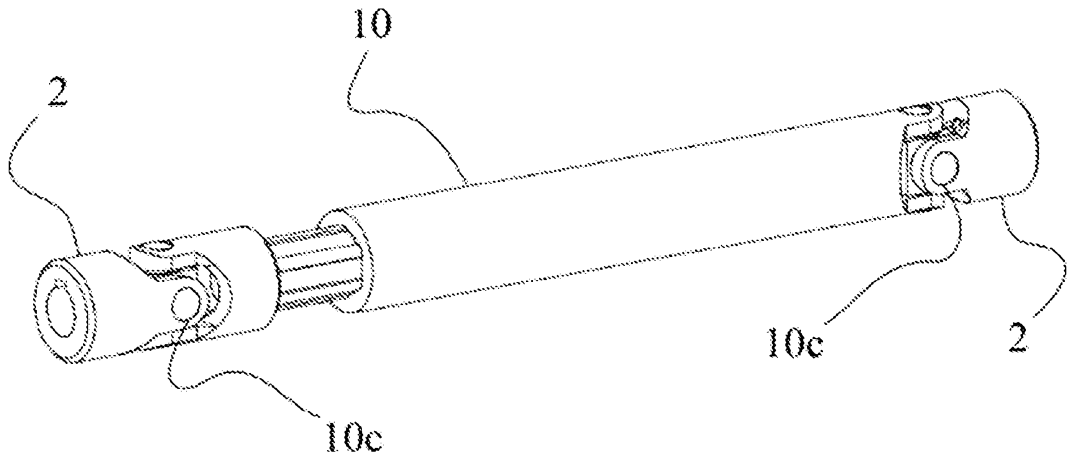
- 1A pohybový subsystém s kulovými čepy 3
- 1B pohybový subsystém s kardanovými spojkami 2
- 2 kardanová spojka teleskopické kardanové tyče 10
- 3 kulový čep
- 4 první deska
- 5 druhá deska
- 6 třetí deska
- 7 čtvrtá deska
- 8 úchop
- 9 spojovací tyč
- 9a objímka
- 10 teleskopická kardanová tyč
- 10a kardanová objímka
- 10c kardanové spojení
- 11 pružina
- 12 spojovací teleskopická kardanová tyč
- 12a kardanová spojka spojovací teleskopické kardanové tyče 12
- 13 šroubový spoj
- 14 stojan
- 15 krk stojanu
- 16 monitor
- 17 kamera
- 18 upevnění první/třetí desky 4, 6 na stojan 14
- 19 držák světelného bodového zdroje
- 20 světelný bodový zdroj
- 21 opláštění robota
- 22 kryt pohybového subsystému 1A, 1B
- 23 řídicí mikroprocesorová jednotka.



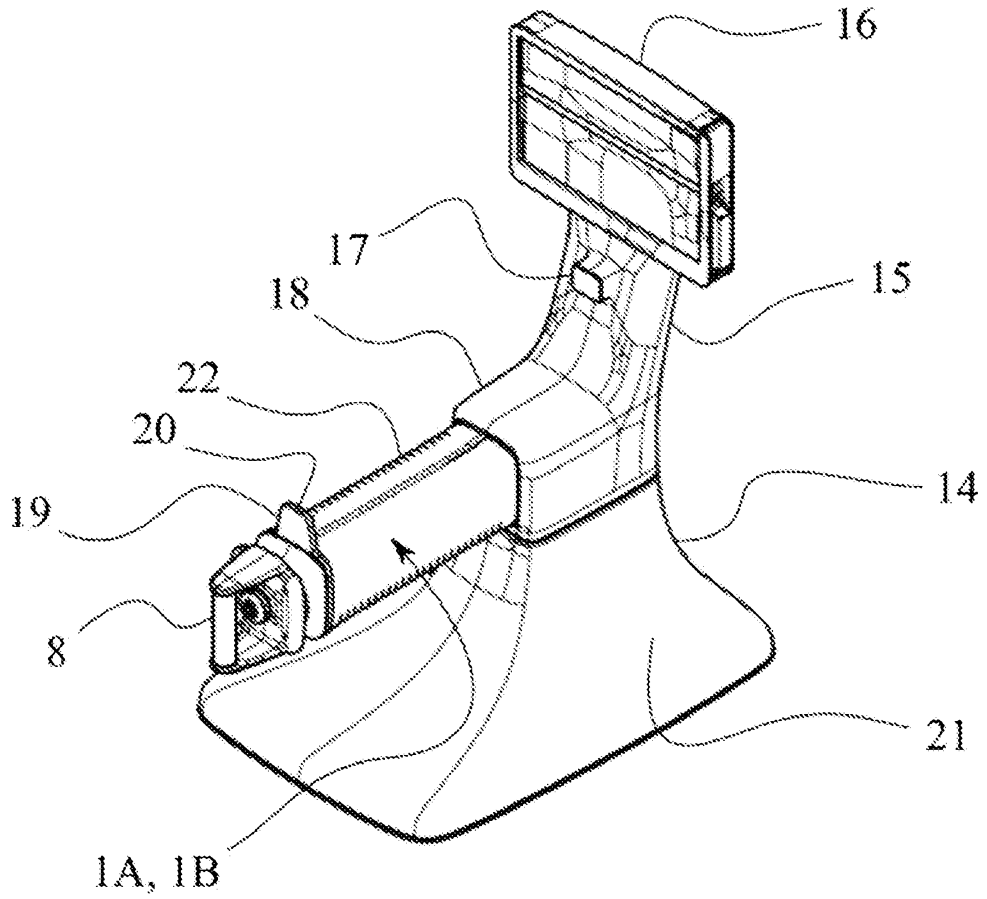
Obr. 1



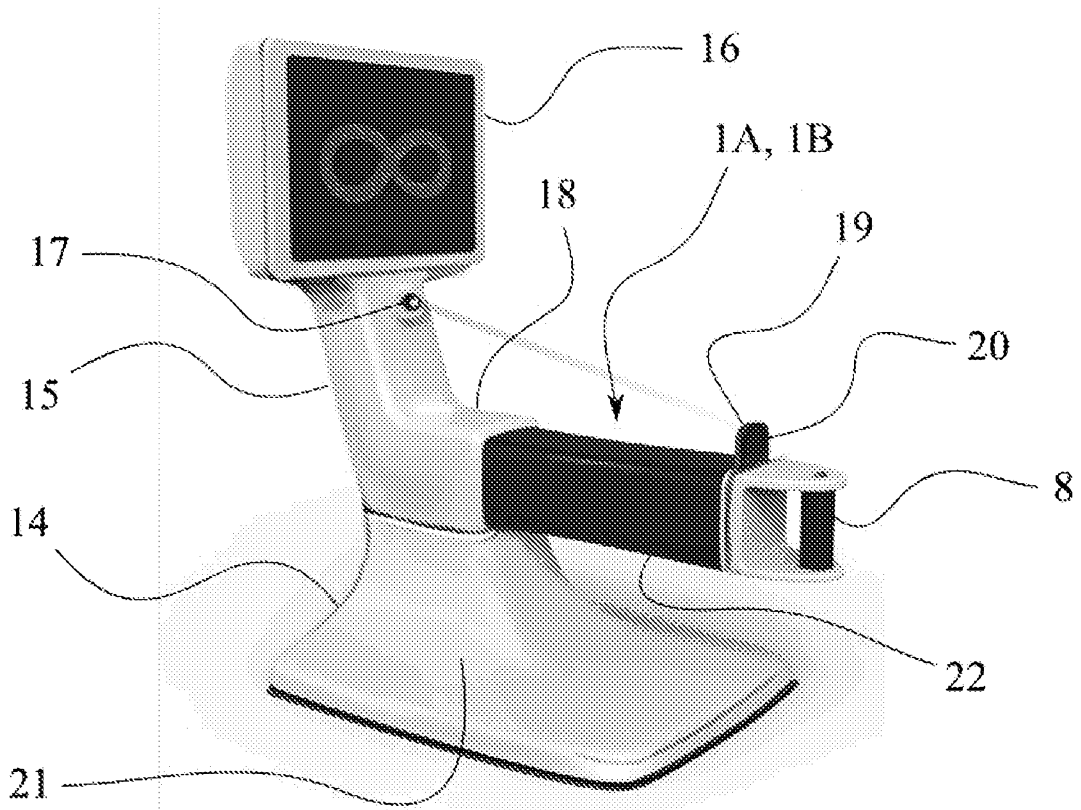
Obr. 2



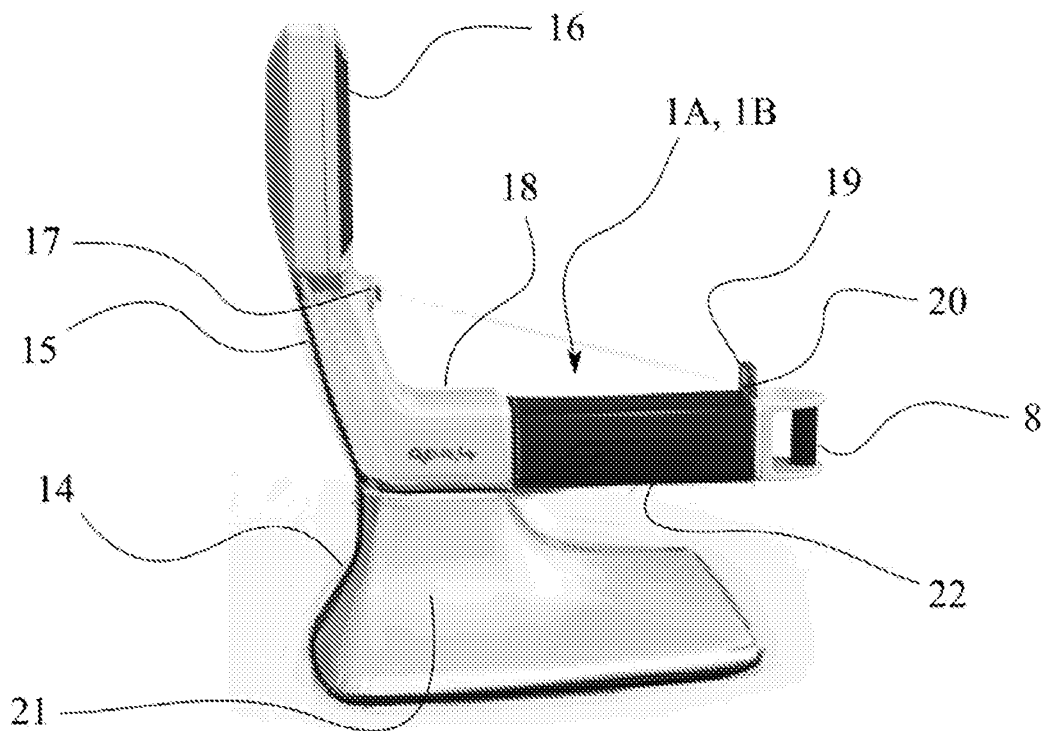
Obr. 3



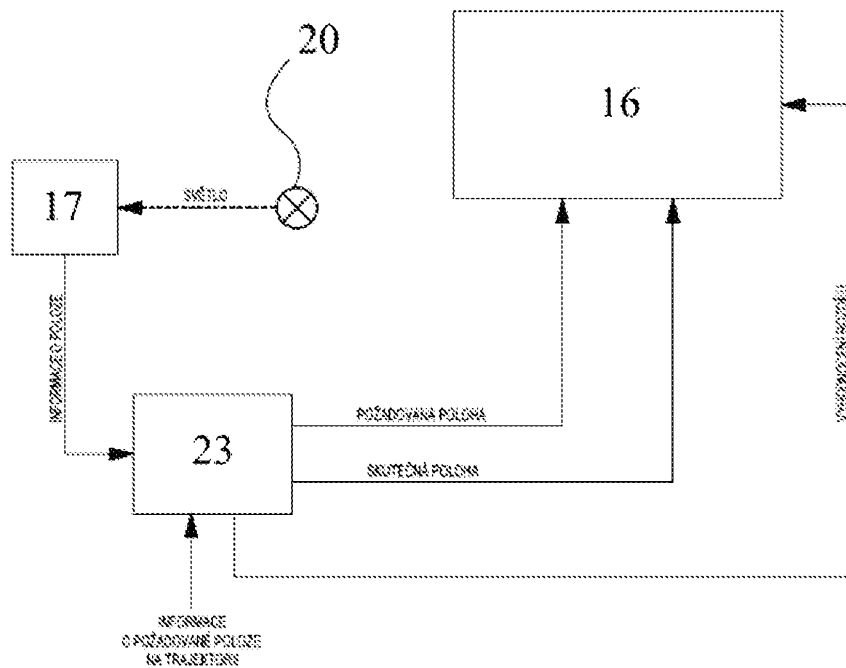
Obr. 4a



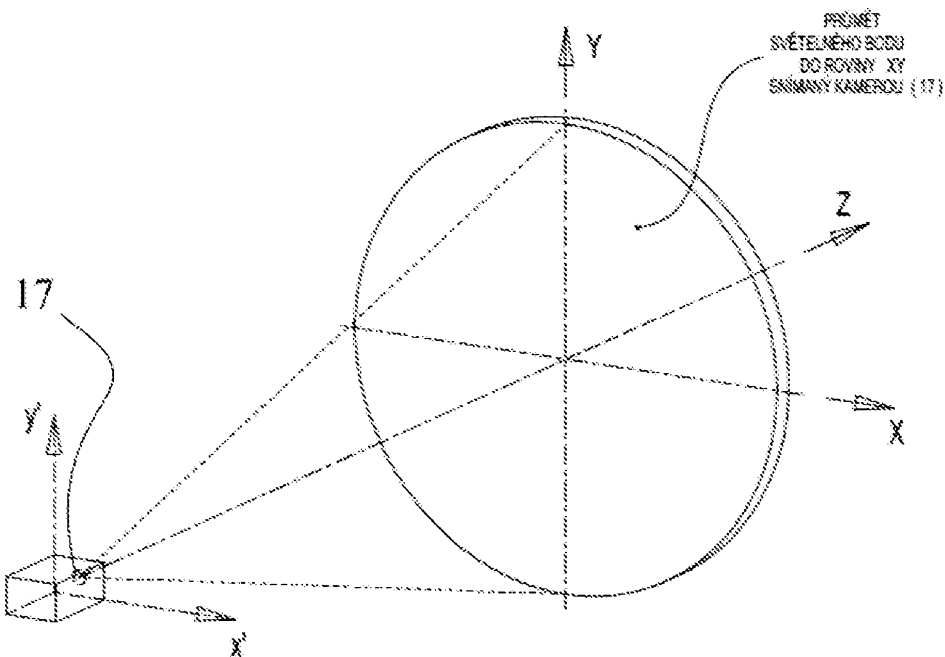
Obr. 4b



Obr. 4c



Obr. 5



Obr. 6