

Šolski center Novo mesto

Srednja elektro šola in tehniška gimnazija

Šegova ulica 112

8000 Novo mesto

ROBOTIKA V MEDICINI

(raziskovalna naloga)

Predmet: Računalniški sistemi in omrežja

Avtor: Maks Andrin, Domen Brcar, Tomaž Gril

Mentor: Gregor Mede, univ. dipl. inž. rač. in inf.

Novo mesto, marec 2022

POVZETEK IN KLJUČNE BESEDE

Raziskovalna naloga temelji na raziskovanju sodobnih robotskih sistemov, ki se uporabljajo v današnji medicini. V raziskovalni nalogi smo predstavili več vrst robotov v medicini in sicer kirurške robote, rehabilitacijske robote, robote za pomoč pri zdravstveni oskrbi, humanoidne robote za pomoč pri negi ter robotske proteze in eksoskelete. Naredili smo izbor najpomembnejših robotov v medicini in jih tudi predstavili. Hkrati smo se poglobili v zgodovino robotike v medicini ter proučevali razvoj in napredek robotske tehnologije v prihodnosti. Navsezadnje pa smo še preverili stanje v Sloveniji in ugotovili, da se tudi slovenske zdravstvene ustanove trudijo z modernizacijo opreme in nabavo robotov za različne oblike pomoči v zdravstvu.

Ključne besede:

- Roboti
- Medicina
- Umetna inteligenca
- Rehabilitacija
- Kirurgija

KAZALO VSEBINE

1	Uvod	6
2	Robotika	7
2.1	Zgodovina	7
2.2	Vrste robotov	8
2.2.1	Kirurški roboti	8
2.2.1	Rehabilitacijski roboti	8
2.2.2	Robotski pomočniki.....	11
2.2.3	Humanoidni robot za pomoč pri negi	12
2.2.4	Robotske proteze in eksoskeleti	13
2.3	Pomembnejši roboti v medicini	15
2.3.1	Da Vinci kirurški robot.....	15
		15
2.3.2	Veebot za krvno preiskavo	15
2.3.3	Hanako robotski zobozdravstveni pomočnik	16
2.3.4	RP-7 robot	16
2.3.5	Robot za interaktivno telesno asistenco (RIBA)	16
2.3.6	Virtibot za virtualno avtopsijo.....	17
2.4	Prihodnost	18
2.5	Stanje v Sloveniji	19
3	Praktični del.....	20
3.1	Podatki o anketirancih	20
3.2	Rezultati ankete.....	21
4	Zaključek	27
5	Viri in literatura	28

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Prikaz števila anketirancev glede na starost.....	20
Grafikon 2:Prikaz števila anketirancev glede na izobrazbo	21
Grafikon 3: Prikaz deleža anketirancev, ki so se že srečali z robotsko oskrbo v zdravstveni ustanovi.....	21
Grafikon 4:Prikaz deleža zadovoljstva anketirancev z uporabo robotske oskrbe	22
Grafikon 5:Prikaz deleža anketirancev glede na stopnjo zaupanja v zdravljenje s pomočjo robotov.....	23
Grafikon 6:Prikaz deleža ljudem primernejše vrste operacije.....	23
Grafikon 7:Prikaz deleža anketirancev, ki bi želeli robotsko oskrbo v zobozdravstvu.....	24
Grafikon 8: Prikaz deleža anketirancev glede na njim primernejši način zdravljenja	24
Grafikon 9: Prikaz deleža anketirancev glede na mnenje o odgovornosti proizvajalca	25
Grafikon 10:Prikaz deleža anketirancev glede na mnenje o namenjenih sredstvih	25

KAZALO SLIK

Slika 1- MIT Manus	9
Slika 2 - Lokomat	10
Slika 3-NaviCam	11
Slika 4-HelpMate.....	12
Slika 5-Humanoidni medicinski robot.....	13
Slika 6 - Nožna proteza	13
Slika 7 - i-limb ultrahand ročna proteza	14
Slika 8 - ReWalk eksoskelet.....	14
Slika 9 - daVinci kirurški robot	15
Slika 10 - Veebot	15
Slika 11 - Simulator pacienta Hanako	16
Slika 12 - Robot RIBA	17
Slika 13 - Virtibot.....	17
Slika 14:Frida	19

1 Uvod

V raziskovalni nalogi smo se osredotočili na raziskovanje robotov, ki v zadnjem času doživljajo izjemen napredek in nam pomagajo v medicini. Z leti sta bili robotika in umetna inteligenca uvedeni v vsakdanje življenje večine svetovne človeške populacije. Med prebojnimi tehnologijami, ki so omogočile razvoj novih medicinskih pripomočkov, je medicinska robotika eden najuspešnejših primerov. Raziskali bomo različne vrste robotov in njihov princip delovanja. Opisali bomo nekaj najpomembnejših predstavnikov medicinskih robotov in raziskali kakšen bi lahko bil njihov nadaljnji razvoj in napredek. Preverili bomo tudi vključenost robotske tehnologije v medicini v Sloveniji. V praktičnem delu raziskovalne naloge pa bomo predstavili in interpretirali rezultate ankete.

2 Robotika

“Medicina je veda, ki se ukvarja s preprečevanjem in zdravljenjem bolezni ter povrnitvijo zdravja ljudem. Zdravniki si pri svojem delu pomagajo z različnimi metodami in pripomočki, med katerimi so zadnjih trideset let vse pogostejši tudi roboti.” [1]

Na splošno je robot stroj, ki je sposoben samodejno izvajati zapleten niz dejanj. Robota lahko vodi zunanja krmilna naprava ali pa je krmiljenje vgrajeno znotraj. Roboti so lahko konstruirani tako, da imitirajo človeško obliko. Vendar je večina robotov zasnovanih s poudarkom na popolni funkcionalnosti in ne na ekspresivni estetiki. [2]

2.1 Zgodovina

V osemdesetih letih prejšnjega stoletja so začeli z uporabo mehanskih robotov v različnih kirurških okoljih, vendar le za namene eksperimentiranja, potem pa je preteklo še približno deset let, preden je bila tehnologija tako sofisticirana in razvita, da jo je bilo mogoče tudi dejansko uporabiti. Eden izmed prvih robotov se je v medicini izkazal robot Puma 560 leta 1985 pri natančnem umestitvi kanil za možganske biopsije. Sledili so roboti v možganski kirurgiji, kjer so uporabljali specializirane robotske kirurške sisteme, vodene s kamero. Med najpomembnejšimi pa sta Neuro-Mate, Minerva itd. [3]

Prvemu kirurškemu robotskemu posegu je z nekaj desetletnim zamikom sledil ROBODOC, ki ga je razvil Computer Motion, nekoliko kasneje pa je isti proizvajalec razvil še robotski sistem ZEUS za uporabo v interni medicini. Na področju ortopedije pa se je na trgu pojavil AESOP. Ena največjih prelomnic pa je bil razvoj in predstavitev robota Da Vinci Standard, katerega je razvil Intuitive Surgical. [4]

Leta 1995 so inženir Robert Young ter zdravnika Fred Moll in John Freund ustanovili podjetje Intuitive Surgical. Prvi prototip so poimenovali LENNY, z naslednjim prototipom MONA pa so leta 1997 že pričeli s prvimi operacijami na bolnikih. Prvo operacijo z robotom je izvedel belgijski kirurg Jacques Himpens. Podjetji Computer Motion in Intuitive Surgical sta se zapletli v kratkotrajno tržno bitko, ki se je končala leta 2003 z združitvijo. ZEUS so prenehali izdelovati in da Vinci je ostal edini dostopni robotski kirurški sistem na tržišču. Nastal je na podlagi sistemov LENNY in MONA, tehnologija podjetja Computer Motion, ki so jo pridobili ob združitvi, pa je omogočila velik napredek naslednjih generacij sistema da Vinci. [5]

Naslednja pomemben robotski sistem je bil Senhance, ki je leta 2017 prejel akreditacijo ameriškega zveznega urada FDA za kolorektalne in ginekološke operacije pa tudi korekcije kil in holecistektomije. Sledila so še nekatera robotski sistemi, kot so Versius in Mediacord [5]

2.2 Vrste robotov

2.2.1 Kirurški roboti

Kirurški roboti so eni izmed najpomembnejših robotov v medicini. Z razvojem medicinskih tehnik in instrumentacije se tehnologije umetne inteligence, kot so tehnologija računalniškega vida, tehnologija prepoznavanja govora, komunikacijska tehnologija na dolge razdalje in tehnologija tridimenzionalnega slikanja postopoma vključujejo v sistem kirurškega robota. Kirurški roboti, ki so se pojavili v zadnjih letih, so dosegli visoko raven natančnosti in močno zmanjšali invazivnost kirurgiji. [4]

Prednosti robotske operacije so predvsem večji obseg gibanja robota in večje motorične spretnosti, povečana slika operacijskega polja v visoki ločljivosti, boljši dostop do območja, ki ga operira, krajše bivanje v bolnišnici, manjše tveganje za okužbo, manj izgube krvi, hitrejše okrevanje, hitrejša vrnitev v vsakodnevno rutino. [4]

2.2.1 Rehabilitacijski roboti

Rehabilitacijski roboti so roboti, ki lahko samodejno izvajajo naloge za obnovo in pomoč pri okvarjenih funkcijah človeškega telesa in s tem igrajo pomembno vlogo v procesu rehabilitacije.

Okrevanje senzomotoričnih funkcij po poškodbi centralnega živčnega sistema temelji na izkoriščanju nevroplastičnosti, s poudarkom na rehabilitaciji gibov, ki so ključni za samostojno gibanja. Za to pa je potrebna fiziološka aktivacija mišic in okončin, kar je mogoče doseči s funkcionalnimi gibi rok ter aktiviranjem ustreznih perifernih receptorjev. Takšne usmeritve so že privedle do razvoja inovativnih rehabilitacijskih robotov z naprednimi kontrolnimi shemami in sistemi ter uporabo integriranih senzorjev za stalno spremljanje in prilagajanje podpore dejanskemu stanju pacientov. [6]

Za načrtovanje rehabilitacijskih robotov je potrebna kombinacija specializiranega inženirskega in nevrofiziološkega znanje ter bionike. Ko se ta ustrezno uporablja, lahko robotsko podprta terapija nudi številne prednosti v primerjavi s konvencionalnimi pristopi, vključno s standardiziranim okoljem za usposabljanje, prilagodljivo podporo in zmožnostjo povečanja intenzivnosti. Rehabilitacijski roboti so tako idealno sredstvo za dopolnitev konvencionalne terapije v klinikah in imajo velik potencial za nadaljnjo terapijo in pomoč tudi doma. [6]

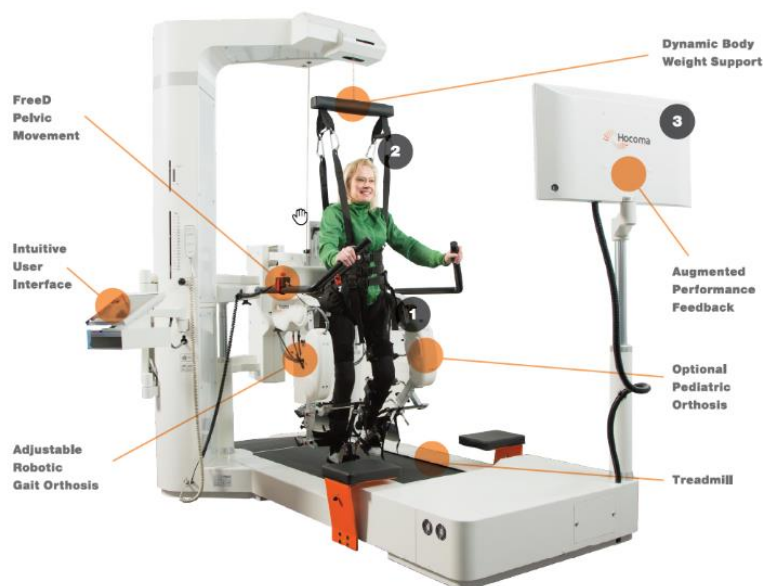
Rehabilitacijski roboti in virtualna okolja lahko močno razširijo tako zmožnosti in zmogljivosti zdravstvenih delavcev, ki izvajajo fizioterapijo in delovno terapijo z osebami po možganski kapi. Tipični rehabilitacijski robot, ki je ustrezno haptično voden, lahko v interakciji s pacientom, le-temu pomaga pri izvedbi želenega giba in skrbi za to, da so pacientovi gibi v okviru dovoljenega gibalnega območja ter objektivno vrednoti njegove gibalne zmožnosti. Omenjeno objektivno vrednotenje je zelo pomembno za terapevta, ki na podlagi rezultatov ustrezno spreminja parametre posameznikove nadaljnje terapije. [7]

Prvi rehabilitacijski robot na svetu je bil ameriški MIT-Manus, ki je imel obliko dolge robotske roke. Z uporabo robotske roke je robot pripomogel k hitrejši rehabilitaciji bolnika. Osnovni koncept prijemanja bolnika se je skozi leta ohranil, vendar pa so inženirji na tem področju v relativno kratkem času dosegli mnogo izboljšav. Prvi MIT-Manus je na primer podpiral samo gibe v vodoravni ravnini, novejši roboti pa podpirajo tudi gibe roke navzgor in navzdol. Trenutno najbolj napreden robot za rehabilitacijo rok je švicarski ARMin, ki ima obliko eksoskeleta. Pri tem bolnik celotno roko vstavi v ogrodje eksoskeleta, ki nato lahko ločeno podpira gibe vsakega sklepa. [8]



Slika 1- MIT Manus

Učinkovita uporaba robotov se kaže tudi pri drugih delih telesa, predvsem pri rehabilitaciji nog. Le nekaj let za MIT Manus-om so razvili najbolj znan robot za rehabilitacijo nog, tako imenovan Lokomat . Bolnik hodi po tekočem traku, medtem ko je njegov trup pripet na ogrodje nad njim, kar preprečuje padce. Bolnikove noge so vpete v eksoskelet, ki z močnimi motorji podpira gibe nog po naravnem ritmu hoje. [8]



Slika 2 - Lokomat

Rehabilitacijski roboti so se tako skozi leta razvili v eksoskelete, ki dajejo učinkovito oporo bolnikovim nogam in rokam. Trenutno se razvoj eksoskeletov osredotoča predvsem na prenosljive robote. Obstoječi roboti so namreč zelo težki in potrebujejo zunanji vir napajanja, zato jih bolnik ne more nesti s seboj. Prenosljiv robot bi bolnika lahko podpiral med opravljanjem vsakdanjih opravil doma ali na terenu in bi tako omogočal terapijo kjerkoli in kadarkoli. [8]

Posebni specializirani roboti nudijo še posebej zanimive rehabilitacijske vadbе. Primer so roboti za dvoročno vadbo, ki obenem podpirajo obe roki in nudijo trening koordinacije obeh rok. Z njimi lahko bolnik med vadbo vozi avto. Drug primer so roboti, ki omogočajo vadbo več bolnikom hkrati. Dva bolnika lahko tako tekmujeta med seboj ali pa sodelujeta pri opravljanju kompleksnejše vadbе. Tekmovanje oz. sodelovanje se je izkazalo za zelo učinkovit način motiviranja bolnikov, vendar so se takšni roboti pojavili šele nedavno in še niso bili preizkušeni v kliničnih raziskavah. [8]

Na svetovnem trgu robotov za rehabilitacijo se pričakuje, da se bo do leta 2025 uporaba in potrošnja bistveno povečala. Rastoče povpraševanje po rehabilitacijskih robotih izhaja iz vedno večjega števila starejših in invalidnih oseb, ki potrebujejo tovrstne terapije, tako v času kliničnih posegov kot pozneje v času aktivne rehabilitacije. [5]

2.2.2 Robotski pomočniki

Roboti se uporabljajo za nadomestitev ali podporo bolnišničnemu osebju pri opravljanju zdravstvenih pregledov, diagnoz, usmerjanj in analizo bolezni. Najpomembnejša vloga robotskih pomočnikov je, da pomagajo medicinskim sestram in zdravnikom pri zagotavljanju diagnostičnih storitev in zdravljenju pacientom. Uporaba robotskih pomočnikov pa ni omejena le na bolnišnice, saj jih lahko uporabljamo za spremljanje zdravstvenega stanja tudi doma. [4]

K hitrejši in učinkovitejši diagnozi lahko veliko pripomorejo roboti za avtomatsko diagnostiko. Kot simbol tehnološkega napredka so roboti s pomočjo kapsul revolucionirali diagnozo v prebavilih, tako da so zmanjšali nelagodje. Kot uspešen primer se je izkazal sistem za endoskopijo želodčne kapsule, imenovan NaviCam™. Ta združuje magnetni nadzor z inovativno in inteligentno programsko opremo, ki zdravnikom omogoča zunanji robotski nadzor kapsule v človeškem telesu. [4]



Slika 3-NaviCam

Uporaba robotov za bolnišnične storitve lahko učinkovito razbremeni pritisk osebja in zagotavlja stalno storitev. Poleg tega robotski pomočniki pomagajo pacientom pri jemanju zdravil tako, da zdravila in zaloge dostavljajo le na dodeljeno lokacijo. Uspešen primer je HelpMate, ki ga je razvilo American Transportation Association in je namenjen za prevažanje hrane in zdravil v bolnišnicah. TimRob, ki ga je razvil Shanghai TimRob Technology zagotavlja storitve na oddelkih za nuklearno medicino, predvsem za merjenje sevanja, distribucijo predmetov, video na daljavo in spremljanje okolja. [4]



Slika 4-HelpMate

Zdravstvene organizacije se pogosto zanašajo na avtomatske mobilne robote zaradi njihove sposobnosti, da pomagajo pri kritičnih nalogah, kot so dezinfekcija, ter dostava zdravil in medicinskih pripomočkov ter omogočajo osebju, da preživi več časa s pacienti. Kadar so roboti opremljeni s sistemi za zaznavanje in določanje razdalje svetlobe (LiDAR), vizualno računanje ali preslikavo, se lahko sami premikajo do pacientov, kar zdravnikom omogoča interakcijo od daleč. Na ta način pa lahko tudi specialisti pomagajo osebju in prek posvetovanja na zaslonu prispevajo k diagnostiki in oskrbi bolnikov. [4]

Tudi epidemija bolezni COVID-19 je povzročila nekaj inovacij na področju robotike v medicini. Tako je podjetje Roomie v Mehiki razvilo avtonomni robot za pomoč pri triaži pacientov. Tako imenovan Roomiebot vsem obiskovalcem bolnišnice pred prihodom izmeri temperaturo, raven kisika v krvi in anamnezo. RoomieBot uporablja tehnologijo, ki temelji na Intelovi tehnologiji. [9]

2.2.3 Humanoidni robot za pomoč pri negi

Funkcije humanoidnega robota v zdravstvenem varstvu vključujejo napredne mentorske vloge, kot so fizioterapevti ali prispevanje zdravstvenim ekipam. Čeprav lahko s pomočjo umetne inteligence in algoritmov roboti odkrijejo bolezni, je pomembno sodelovanje osebja, saj se tako zaradi človeške empatije zmanjša psihološko nelagodje. [10]

Pandemija COVID-19 je pospešila vključitev humanoidnih robotskih pomočnikov v zdravstvo, zaradi hitro naraščajočega povpraševanja po zdravstvenem kadru. Poleg tega je možnost

zmanjšanja ali celo odprave stika z bolniki vzpodbudila priložnost za zaščito osebja pred okužbo z virusom. Roboti so bili zato veliko bolj primerni, saj je njihova dezinfekcija učinkovitejša in hitrejša ter jih ne škoduje. [10]



Slika 5-Humanoidni medicinski robot

2.2.4 Robotske proteze in eksoskeleti

Mikroprocesorsko vodena protetika je na voljo od leta 1993, ko so Intelligent Prosthesis razvili kolensko protezo. Danes obstaja več mikroprocesorsko vodenih protetičnih izdelkov, predvsem za kolensko protetiko, protetiko za roke in eksoskelete. Kolenska protetika trenutne generacije je zasnovana za samodejno prilagajanje in izboljšanje stabilnosti. Primer protetike za roke je Ultrahand, prva komercialno dostopna ročna proteza, ki je nadzorovana prek bioelektričnih signalov. Za uporabnike invalidskih vozičkov je inovacije ReWalk eksoskelet, ki uporabnikom omogoča, da stojijo, hodijo in se vzpenjajo po stopnicah. Upravlja se z daljinskim upravljalnikom nameščenim na zapestju, pri tem uporablja senzor za zaznavanje drže. [11]



Slika 6 - Nožna proteza



Slika 7 - i-limb ultrahand ročna proteza

Danes je že precej načinov, pri katerih robotika s pomočjo bionike pomaga pri rehabilitaciji. Pomaga pri spremljanju in nadzoru hitrosti gibanja in smeri, pri tem pa nadzoruje in odpravlja nepravilne gibe. Tako lahko pacient z minimalnim naporom ponovno osvoji hojo. Proteze tako lahko dandanes nadomeščajo kolena, gležnja in stopala. [6]



Slika 8 - ReWalk eksoskelet

2.3 Pomembnejši roboti v medicini

2.3.1 Da Vinci kirurški robot

Da Vinci, ki združuje robotsko tehnologijo in telemanipulacijske sisteme predstavlja najnovejši razvoj v minimalno invazivni kirurgiji. Ta robotski sistem kirurgom omogoča izvajanje zelo natančnih operacij s tridimenzionalnim 3D vpogledom. Sistem upravlja kirurg preko kirurškega krmilnika. Večinoma se uporablja za prostatektomijo, vse bolj pa se dokazuje tudi v uspešnih popravilih mitralne zaklopke in v ginekoloških operacijah. [12]



2.3.2 Veebot za krvno preiskavo

Veebot, ki služi kot pomoč pri jemanju krvi in prepoznavi lokacije žil, uporablja vir infrardeče svetlobe in ultrazvok. S pomočjo IR svetlobe lahko razišče primerno veno, z ultrazvokom pa si pomaga pri analizi vidikov zadostnega pretoka krvi za učinkovit odvzem. Ko roko pripravimo za odvzem, Veebot izvede vbod igle. S približno 83-odstotno natančnostjo Veebot potrebuje minuto, da izsledi in izvede vbod v veno. [13]



Slika 10 - Veebot

2.3.3 Hanako robotski zobozdravstveni pomočnik

Hanako je robotiziran dentalni pacient, ki je se uporablja za šolanje zobozdravstvenega kadra. Hanako je visok 165 cm s kovinskim skeletom in vzorcem dlesni na osnovi vinilklorida. Hanako se oglasi ob bolečini, premika glavo in izvaja gibe čeljusti in jezika. Lahko simulira refleks bruhanja, krvavitve in pretoka sline. [14]



Slika 11 - Simulator pacienta Hanako

2.3.4 RP-7 robot

Robot RP-7 je robot, ki ga je proizvedlo podjetje InTouch Health Incorporated. Omogoča brezžično komunikacijo pacientov z zdravniki prek video zaslona in kamere. Tako lahko bolnišnicam s slabšim zdravstvenih sistemom in kadrom omogočimo dostop do priznanih specialistov. Robot se lahko tudi poveže z elektronskim stetoskopom, otoskopom in ultrazvokom. [15]

2.3.5 Robot za interaktivno telesno asistenco (RIBA)

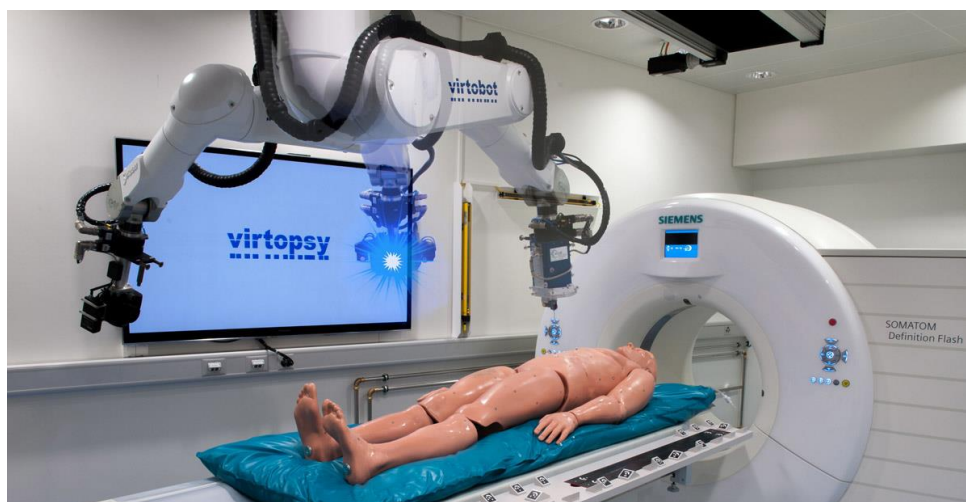
RIBA, ki tehta približno 180 kg, pomaga dvigniti paciente do 61 kg iz postelj in invalidskih vozičkov. Z napredkom znanosti na eni strani je vedno večje število prebivalstva z daljšo življenjsko dobo. To pomeni večjo potrebno po oskrbi in pomoči, zato je tovrstna robotska pomoč vsekakor dobrodošla, saj je pri oskrbi starejših ljudi pogosto težava telesna teža. Robot je v obliki medvedka z mehko kožo. Ima uretansko peno z vgrajenimi senzorji in gibljivo roko za lažje dvigovanje ljudi. Prepozna tudi obraze in glasove ter se odzove na glasovne ukaze. [16]



Slika 12 - Robot RIBA

2.3.6 Virtibot za virtualno avtopsijo

Virtibot je večnamenski robot, ki služi za izvajanje 3D površinskega skeniranja in biopsij. Virtibot, ki se pojavlja kot najnovejša tehnologija, povezuje forenzično znanost, diagnostično slikanje, avtomatsko tehnologijo, telematiko in biomehaniko. Tako lahko izboljšuje izid forenzičnih preiskav. Proces z manjšo stopnjo invazivnosti, torej brez skalpela, ki uporablja 3D slikanje z uporabo MSCT in MRI za raziskovanje človeškega telesa, dodaja novo dimenzijo forenzični znanosti [17] [18]



Slika 13 - Virtibot

2.4 Prihodnost

Končno vprašanje robotike v zdravstvu je, ali bodo ljudem odvzeli delovna mesta. Obstaja več razlogov, zakaj stroji ne bodo v celoti nadomestili človeških virov. Preprosto si večina bolnišnic, ki ima manj kot 300 postelj te tehnologije ne morejo privoščiti. Avtomatizirana vodeni roboti zahtevajo namenski prostor ali talne tire in namestitev navigacijskih naprav po objektih. Nekateri roboti pa tudi delujejo s pomočjo lasersko narisane zemljevida bolnišnice, ki je sprogramiran v samih robotih. V teh programih so vključena dvigala, hodniki, in avtomatizirana vrata prostorov v stavbi. Ta postopek je zelo drag, ker vključuje kompleksnejše programe. Zdravstvena robotika se bo še naprej razvijala skupaj z napredkom na področju strojnega učenja, analitike podatkov, računalniškega vida in drugih tehnologij. Cilj razvijanja robotov bo še naprej njihova samostojnost učinkovitost in natančnost. [9]

Med pomembnejšimi investitorji v robotski razvoj je Intel, ki v sodelovanju s ponudniki tehnologije in raziskovalci raziskuje naslednjo generacijo robotskih rešitev. Na primer, Intel Labs China sodeluje z raziskovalnim inštitutom za medicinske robote Suzhou Collaborative Innovation, da bi ustanovil inkubator medicinske robotike za novoustanovljena podjetja. Intel z zagotavljanjem tehnološke in raziskovalne podpore pomaga pri odkrivanju novih aplikacij za izboljšanje umetne inteligence in IoT tehnologije na področju medicinske robotike. Ti prispevki podpirajo stalne inovacije, ki povečujejo avtomatizacijo, spodbujajo učinkovitost in rešujejo nekatere največje izzive v zdravstvu. [9]

2.5 Stanje v Sloveniji

V Sloveniji imamo dva kirurška robota, kar ustreza priporočilu robot na milijon prebivalcev. Prelomno leto v robotski kirurgiji je nedvomno leto 2000, vendar je Slovenija prvega kirurškega robota pridobila šele leta 2010. Namestili so ga v splošni bolnišnici Celje, in sicer na področju urologije. Zdaj sta v državi na voljo dva robota. Z njima si pomagajo pri operacijah prostate, ledvični kirurgiji, uporabljajo pa ga tudi abdominalni kirurgi. [19]

Za Slovenijo je eno najpomembnejših sodelovanj na področju medicinskih robotov sodelovanje z Japonsko. To poteka predvsem na področju terapevtske robotike oziroma naprav, ki se uporabljajo pri rehabilitaciji bolnikov po poškodbi in možganski kapi. Sodelovanje poteka med Univerzitetnim inštitutom Soča, Univerzi v Ljubljani, Zdravstvena univerzi Fujita in Toyota. Skupni prototip naj bi izdelali v prihodnjih dveh letih. Sloveniji bo to omogočilo velik napredek v robotizaciji, predvsem na področju rehabilitacije, ki ima izreden potencial na področju robotike nasploh ter je funkcionalna in humanistična [22]

Leta 2021 pa je bil v Sloveniji v delo z bolniki prvič vključen humanoidni robot Frida, proizveden v Franciji, v sodelovanju s slovenskimi strokovnjaki. Omenjeni robot skrbi za razbremenitev medicinskega osebja v UKC Maribor. Frida ima določeno stopnjo avtonomije, saj se odzove na ime. Lahko pa je namesto tega vodena daljinsko. Govori slovensko, uporablja geste, zaznava uporabnika in njegova čustva, iz pogovora s človekom zna razbrati, kako se človek počuti, zmore prepoznati znake anksioznosti in depresije. Razvoj Fride je del mednarodnega projekta Obzorje 2020. Financiran je iz evropskih sredstev in stane med 20 in 25 tisoč evri. Če bo proizvodnja postala množična, bo posamezni robot cenejši, pojasni znanstvenik.[23]



Slika 14:Frida

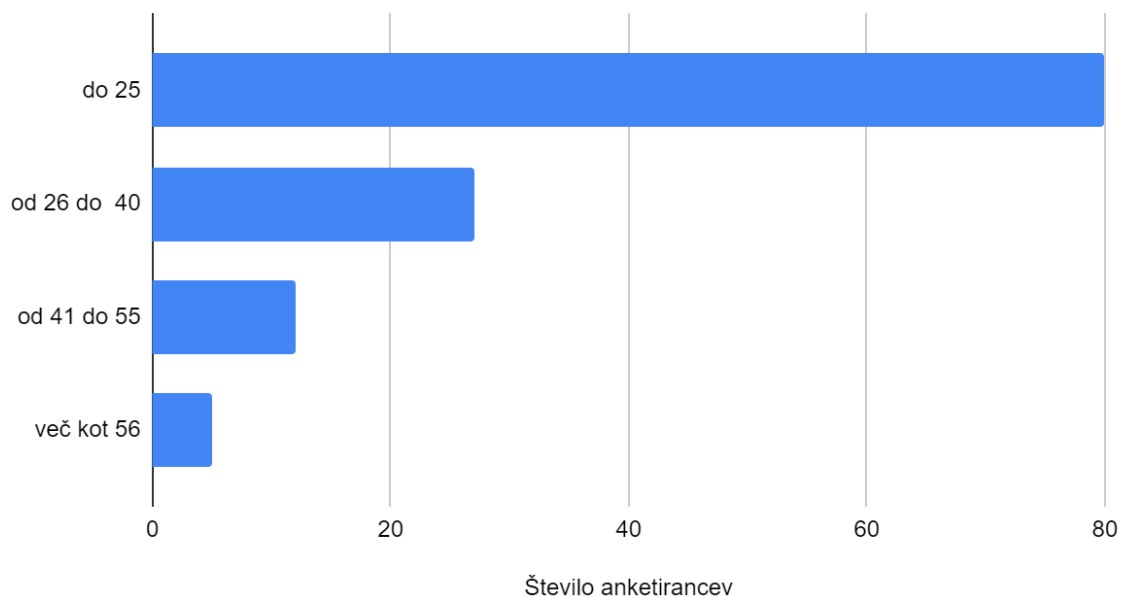
3 Praktični del

Za pridobitev širšega mnenja in stališč smo uporabili metodo anketiranja. Sestavili smo anketni vprašalnik, sestavljen iz desetih vprašanj podanih v Prilogi 1, s katerim smo pridobili mnenje slovenske javnosti o uporabi robotske tehnologije v medicini. Izvedli smo naključno anketiranje širše populacije prebivalcev Slovenije. Anketa je bila izvedena meseca marca 2022. Dobili smo 124 v celoti izpolnjenih anket, ki so bile primerne za obdelavo in analizo rezultatov. Pridobljene odgovore smo obdelali s pomočjo Excela in Google obrazcev.

3.1 Podatki o anketirancih

Na anketo je odgovorilo 124 anketirancev, med temi je bilo 68 žensk in 56 moških. Največji delež anketirancev, ki so podali svoje odgovore, je mlajša populacija. Smo pa pridobili odgovore tudi od populacije, starejše od 56 let ter srednje populacije, tako da smo pridobili reprezentativen vzorec celotne populacije.

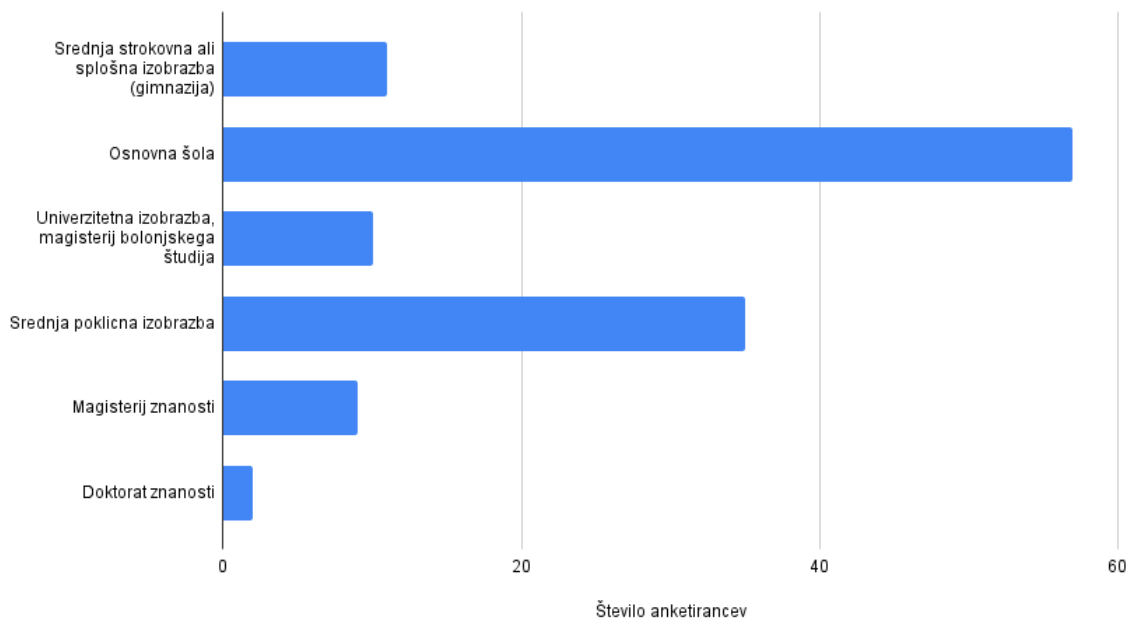
Število anketirancev glede na starost



Grafikon 1: Prikaz števila anketirancev glede na starost

Iz spodnjega grafikona je razvidna stopnja izobrazbe sodelujočih v anketi. V anketo smo vključili anketirance, ki so predstavljali vse stopnje izobrazbe.

Število anketirancev glede na stopnjo izobrazbe



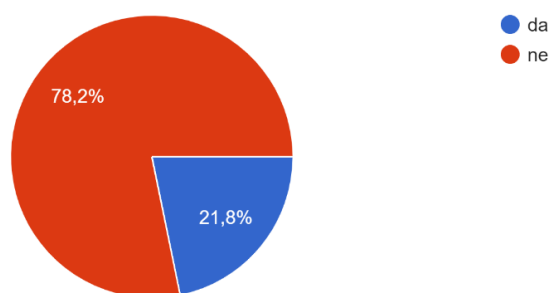
Grafikon 2: Prikaz števila anketirancev glede na izobrazbo

3.2 Rezultati ankete

V nadaljevanju vam bomo predstavili rezultate in ugotovitve izvedene ankete. V samem začetku nas je zanimalo, koliko anketirancev se je v procesu zdravljenja že srečalo z robotsko oskrbo. Več kot 78 % anketirancev je na to vprašanje odgovorilo nikalno, nekaj manj kot 22% anketirancev pa ima izkušnje z robotsko oskrbo.

Ali ste se že srečali v zdravstveni ustanovi z robotsko oskrbo?

124 odgovorov

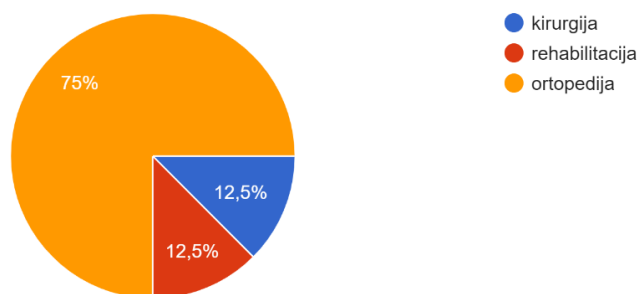


Grafikon 3: Prikaz deleža anketirancev, ki so se že srečali z robotsko oskrbo v zdravstveni ustanovi

V naslednjem vprašanju smo se osredotočili na področje, v katerem so anketiranci imeli izkušnje z roboti. V večini so anketiranci imeli izkušnje z ortopedijo, kar 75%. Naslednji področji sta bili enakovredno zastopani, in sicer rehabilitacija in kirurgija z 12,5%.

Če ste na zgornje vprašanje odgovorili z da, označite na katerem področju?

24 odgovorov

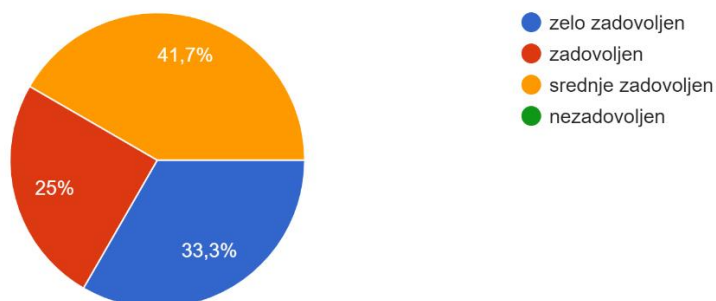


Grafikon 3: Prikaz deleža anketirancev, ki so se srečali z robotsko oskrbo glede na področje v medicini

Naslednje vprašanje v anketnem vprašalniku je bilo vezano na zadovoljstvo anketirancev z robotsko oskrbo. Anketiranci so bili 100% zadovoljni z oskrbo z roboti. V spodnjem grafikonu so prikazani deleži anketirancev glede na stopnjo zadovoljstva. Največji delež anketirancev je srednje zadovoljnih, takoj za njimi sledi delež zelo zadovoljnih. Ključno pri tem vprašanju pa je vsekakor dejstvo, da nihče od anketirancev ni odgovoril, da z robotsko oskrbo ni bil nezadovoljen.

Če ste se z roboti v zdravstveni ustanovi že srečali, ocenite zadovoljstvo?

24 odgovorov

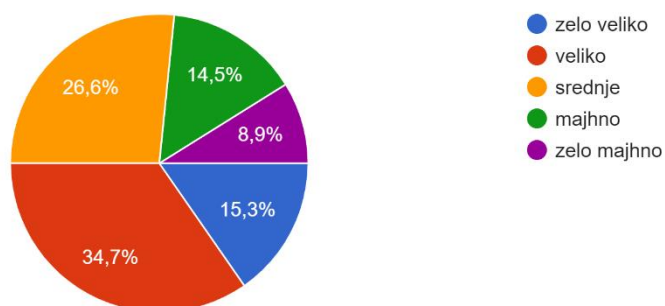


Grafikon 4: Prikaz deleža zadovoljstva anketirancev z uporabo robotske oskrbe

Rezultati vprašanja vezanega na zaupanje kažejo na precejšnje zaupanje v robotsko tehnologijo in zdravljenje v medicini. Skoraj 80% anketirancev izkazuje zaupanje v medicino, ki uporablja robote.

Kako veliko je vaše zaupanje v robotsko zdravljenje v medicini?

124 odgovorov

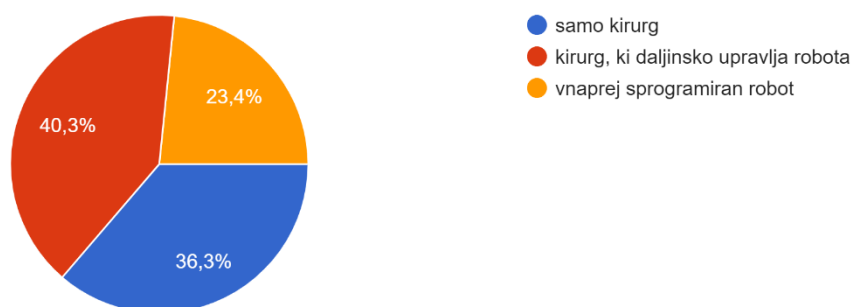


Grafikon 5: Prikaz deleža anketirancev glede na stopnjo zaupanja v zdravljenje s pomočjo robotov

Z naslednjim vprašanjem, ki ponuja možnost izbire, da pri operaciji sodeluje izključno robot ali izključno kirurg oziroma kirurg, ki upravlja robota, pa se je izkazalo, da bi največ anketirancev želelo, da bi pri operaciji sodeloval kirurg v kombinaciji z robotom. Takoj za to možnostjo pa so anketiranci izbrali možnost operacije izključno s kirurgom.

Na kakšen način bi bili najraje operirani?

124 odgovorov

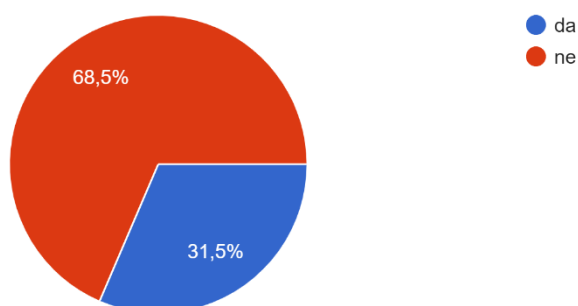


Grafikon 6: Prikaz deleža ljudem primernejše vrste operacije

Z naslednjim vprašanjem smo preverili, koliko anketirancev bi se strinjalo, da namesto zobozdravnika poseg opravi robot. Anketa je pokazala, da več anketirancev želi, da zobozdravstveno oskrbo opravi zobozdravnik. Bi se pa več kot 31% anketirancev strinjalo, da poseg opravi robot.

Ali bi dovolili, da vašo zobozdravstveno oskrbo namesto zdravnika opravi robot?

124 odgovorov

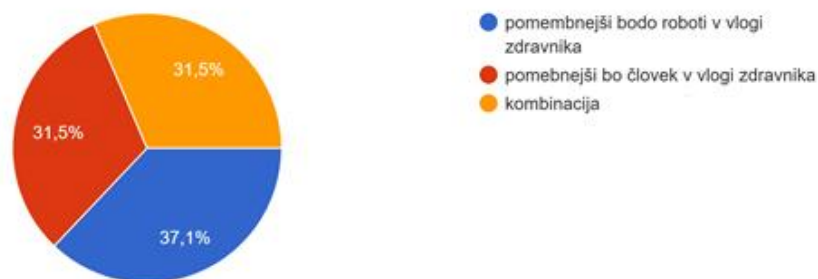


Grafikon 7: Prikaz deleža anketirancev, ki bi želeli robotsko oskrbo v zobozdravstvu

Odgovori na spodnje vprašanje prikazujejo, da približno tretjina anketirancev meni da bodo pomebnejši roboti v vlogi zdravnika, tretjina meni da bo pomebnejši človek, približno tretjina pa se je odločila za kombinacija obeh.

Menite, da nas bodo v prihodnosti zdravili roboti ali bo še vedno najpomembnejši člen zdravljenja človek v vlogi zdravnika?

124 odgovorov

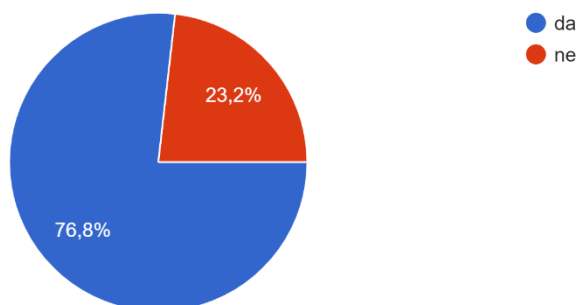


Grafikon 8: Prikaz deleža anketirancev glede na njim primernejši način zdravljenja

Odgovori na vprašanje, ki je vezano na odgovornost v primeru morebitnih napak pri posegih, kažejo, da so si anketiranci v večini enotni, da je v primeru morebitnih napak odgovornost na strani proizvajalca robota oziroma razvijalca programa.

Bili ste operirani izključno z vnaprej sprogramiranim robotom in operacija ni uspela, kot je bilo načrtovano. Ali menite, da je za to odgovoren proizvajalec robota oziroma razvijalec programa?

124 odgovorov

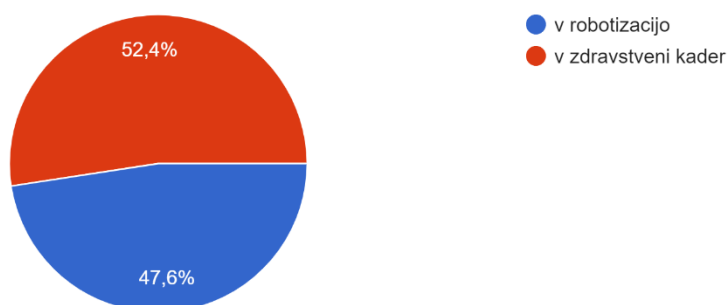


Grafikon 9: Prikaz deleža anketirancev glede na mnenje o odgovornosti proizvajalca

S spodnjim vprašanjem so anketiranci z odgovori pokazali, da je za prihodnost pomembno vlaganje tako v robotizacijo kot v zdravstveni kader.

Menite, da je bolj smiselno sredstva nameniti v izboljševanje robotizacije ali je bolj smiselno investirati v izobraževanje in zaposlovanje večjega števila zdravstvenega kadra?

124 odgovorov



Grafikon 10: Prikaz deleža anketirancev glede na mnenje o namenjenih sredstvih

Rezultati ankete nam kažejo veliko zaupanje ljudi v napredno robotsko tehnologijo. Precej visoko zaupanje je najverjetneje zaradi visok deleža mlajše populacije anketirancev. Predvsem pa visoko zaupanje v robotiko dodatno potrjujejo rezultati ljudi, ki so se z robotsko tehnologijo že osebno srečali in izkazujejo 100% zadovoljstvo z robotsko oskrbo. Glede na rezultate celotne ankete pa lahko zaključimo, da je za populacijo ključno sodelovanje človeških virov z robotsko tehnologijo. Robotska tehnologija in njen razvoj je v procesu zdravljenja prinesla izjemen napredek in razvoj, vendar človeški faktor v celotni zgodbi ostaja nepogrešljiv.

4 Zaključek

V raziskovalni nalogi smo podrobneje raziskali in predstavili vrste, delovanje in potencial medicinskih robotov. Ugotovili smo, da robotska tehnologija doživlja izjemen razvoj in napredek ter tako spreminja področje zdravstva. Ima velik potencial, da se aktivno vključi v zdravstveno oskrbo; od operacijskih posegov do neposredne zdravstvene oskrbe pacientov. Naša raziskava s pomočjo ankete je jasno pokazala, da imajo ljudje veliko zaupanje v robotiko in v njen razvoj. In v zadnjih letih je napredek na področju robotike zelo očiten. Robotika in umetna inteligenca bosta imeli ključni vlogi v medicini prihodnosti. Menimo, da bo razvoj visoko tehnoloških sistemov v prihodnosti ključen za soočanje z zdravstvenimi izzivi, saj se svetovno prebivalstvo stara in s tem narašča potreba tako po operativnih posegih kot po paliativni oskrbi.

Roboti v medicini bodo zagotovo vedno bolj vključeni v zdravstveno dejavnost, saj so zmogljivejši, natančnejši in hitrejši. Po drugi strani pa naletimo na visoke stroške nabave, vzdrževanja in usposabljanja ljudi primernih za delo s takimi napravami. Zaradi vseh teh izzivov bo po našem mnenju robotika v medicini vedno pomembnejši faktor. Je pa vsekakor ključno, da v prihodnosti ohranimo zadostni delež človeških virov v zdravstveni oskrbi pacientov. Tudi z raziskavo smo pokazali, da je ključno sodelovanje robotov s človeškimi viri in da imajo ljudje največje zaupanje v zdravstveno oskrbo, v kateri je poleg robota vključen tudi zdravnik; torej človeški faktor. Vsekakor je prihodnost na strani umetne inteligence in robotske tehnologije. Ne smemo pa pozabiti na socialni stik in psihično stanje pacientov. Ključno je najti pravo ravnovesje med vključenostjo robotske tehnologije v medicino in tako poskrbeti za zdravje pacientov na najboljši možni način.

5 Viri in literatura

- [1] P. Glavač, „ROBOTI V MEDICINI,“ galenia, [Elektronski]. Available: <https://www.galenia.si/files/Roboti%20v%20medicini-ilovepdf-compressed.pdf>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [2] V. Djurdjič, „ROBOTI PRIHAJAJO!“, 25 marec 2014. [Elektronski]. Available: <https://www.monitor.si/clanek/roboti-prihajajo/155074/>. [Poskus dostopa 10 april 2022].
- [3] P. Graves, „History of Robotics in Medicine,“ 27 3 2020. [Elektronski]. Available: <https://www.gwsrobotics.com/blog/history-robotics-medicine-medical-uses-robots>. [Poskus dostopa 8 3 2022].
- [4] Y. Kang, „Scholarly Community Encyclopedia,“ 1 6 2021. [Elektronski]. Available: <https://encyclopedia.pub/entry/10331>. [Poskus dostopa 14 3 2022].
- [5] J. Grosek in S. Hawlina, „Robotsko asistirana kirurgija : pregled področja in izkušnje Univerzitetnega kliničnega centra v Ljubljani,“ Researchgate, november 2020. [Elektronski]. Available: https://www.researchgate.net/publication/345817606_Robotsko_asistirana_kirurgija_pregled_podrocja_in_izkusnje_Univerzitetnega_klinicnega_centra_v_Ljubljani. [Poskus dostopa 5 april 2022].
- [6] J. Škrlec, „Rehabilitacijski roboti in razvojni trendi na tem področju,“ *Rehabilitacijski roboti in razvojni trendi na tem področju*, 19 6 2019.
- [7] Z. Matjačić, „Dokazi o učinkovitosti uporabe robota in navidezne resničnosti v rehabilitaciji,“ Digitalna knjižnica Slovenije, 2011. [Elektronski]. Available: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-BNWRHOTT>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [8] Zdruzenjecvb, „ROBOTI ZA REHABILITACIJO PO MOŽGANSKI KAPI,“ 6 marec 2017. [Elektronski]. Available:

https://www.zdruzenjecvb.com/clanki/pdf/29_roboti%20za%20rehabilitacijo.pdf.
[Poskus dostopa 3 marec 2022].

- [9] Intel, „Robotics in Healthcare: The Future of Robots in Medicine,“ intel, marec15 2020. [Elektronski]. Available: <https://www.intel.com/content/www/us/en/healthcare-it/robotics-in-healthcare.html>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [10] E. Merdin-Uygur in S. Ozturkcan, „Humanoid service robots: The future of healthcare?,“ SAGE Journals, 23 junij 2021. [Elektronski]. Available: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/20438869211003905>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [11] R. Beasley, „Medical Robots: Current Systems and Research Directions,“ 10 3 2012.
- [12] Z. X. G. W. S. G. Chung Y, „Microscale integrated sperm sorter,“ National Library of Medicine, 2006. [Elektronski]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16508075/>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [13] P. T. Spectrum, „Profile: Veebot [Resources_Start-ups],“ IEEE Explore, 24 julij 2013. [Elektronski]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6565554>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [14] T. Hideaki, O. Akihisa, T. Atsuo, M. Mutsumi, M. Yoshikazu in M. Koutarou, „Dental Patient Robot,“ IEEE Xplore, 15 januar 2007. [Elektronski]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4058544/authors>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [15] A. D. B. A. S. V. T. M. a. E. R. S. Jeelani, „Robotics and medicine: A scientific rainbow in hospital,“ National Library of Medicine, 7 avgust 2015. [Elektronski]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4606624/>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [16] E. G. R. F. Caballero-Morales SO, „Speech-Based Human and Service Robot Interaction: An Application for Mexican Dysarthric People,“ SAGE Journals, 1 januar 2013. [Elektronski]. Available: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.5772/54001>. [Poskus dostopa 3 april 2022].

- [17] T. M. R. S. B. U. N. S. V. P. Bolliger SA, „Virtual autopsy using imaging: Bridging radiologic and forensic sciences. A review of the Virtopsy and similar projects,“ National Library of Medicine, 18 februar 2008. [Elektronski]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4606624/#ref10>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [18] P. W. N. S. F. M. R. S. B. U. e. a. Ebert LC, „irtobot - A multi-functional robotic system for 3D surface scanning and automatic post mortem biopsy,“ National Library of Medicine, 6 marec 2010. [Elektronski]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19806611/>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [19] B. Konda, „Robot skrajša ležalne dobe in bolniške,“ DELO, 29 11 2021. [Elektronski]. Available: <https://www.delo.si/novice/slovenija/robot-skrajša-ležalne-dobe-in-bolniske/>. [Poskus dostopa 18 3 2022].
- [20] H. Lovinčič, „Slovenija in Japonska še tesneje na področju terapevtske robotike,“ RTVSLO, 13 8 2019. [Elektronski]. Available: <https://radioprvi.rtvlo.si/2019/08/slovenija-in-japonska-se-tesneje-na-podrocju-terapevtske-robotike/>. [Poskus dostopa 4 3 2022].
- [21] M. Zupančič, „Frida za razbremenitev medicinskega osebja,“ DELO, 12 10 2021. [Elektronski]. Available: <https://www.delo.si/novice/slovenija/frida-za-razbremenitev-medicinskega-osebja/>. [Poskus dostopa 18 3 2022].
- [22] A. Schweikard in F. Ernst, Medical Robotics, 1 ured., Springer International Publishing, 2015, p. 424.
- [23] V. S. S. O. G. M. W. J. C. C. D. D. O. G. K. A. P. A. Rosa Maria Neme 1, „Deep infiltrating colorectal endometriosis treated with robotic-assisted rectosigmoidectomy,“ National Library of Medicine, 2013. [Elektronski]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23925016/>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [24] N. L. C. W. J. Bush B, „Robotics in cardiac surgery: Past, present, and future,“ National Library of Medicine, 2013. [Elektronski]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23908867/>. [Poskus dostopa 3 april 2022].

- [25] J. C. O. L. R. S. D. R. Thali MJ, „Virtopsy - The Swiss virtual autopsy approach,“ National Library of Medicine, 9 marec 2007. [Elektronski]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17275386/>. [Poskus dostopa 3 april 2022].
- [26] J. Shah, „National Library of Medicine,“ [Elektronski]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4677089/>. [Poskus dostopa 27 3 2022].

STVARNO KAZALO

Da Vinci, 14
 eksoskelete, 13
 humanoidnega robota, 12
 Kirurški roboti, 8
 protetiko, 13

Rehabilitacijski roboti, 8
 robot Frida, 18
 robotskih pomočnikov, 11
 umetne inteligence, 17
 Zdravstvene organizacije, 12

PRILOGE

Priloga 1: Anketni list:

1. Spol
 - moški
 - ženski
2. Starost
 - do 25
 - od 26 do 40
 - od 41 do 55
 - več kot 56
3. Stopnja izobrazbe
 - Osnovna šola
 - Srednja poklicna izobrazba
 - Srednja strokovna ali splošna izobrazba (gimnazija)
 - Univerzitetna izobrazba, magisterij bolonjskega študija
 - Magisterij znanosti
 - Doktorat znanosti
4. Ali ste se že srečali v zdravstveni ustanovi z robotsko oskrbo?
 - da
 - ne
5. Če ste na zgornje vprašanje odgovorili z da, označite na katerem področju?
 - kirurgija
 - rehabilitacija
 - ortopedija
 - Drugo:
6. Če ste se z roboti v zdravstveni ustanovi že srečali, ocenite zadovoljstvo?
 - zelo zadovoljen
 - zadovoljen
 - srednje zadovoljen
 - nezadovoljen
7. Kako veliko je vaše zaupanje v robotsko zdravljenje v medicini?

- zelo veliko
 - veliko
 - srednje
 - majhno
 - zelo majhno
8. Na kakšen način bi bili najraje operirani?
- samo kirurg
 - kirurg, ki daljinsko upravlja robota
 - vnaprej sprogramiran robot
9. Ali bi dovolili, da vašo zobozdravstveno oskrbo namesto zdravnika opravi robot?
- da
 - ne
10. Menite, da nas bodo v prihodnosti zdravili roboti ali bo še vedno najpomembnejši člen zdravljenja človek v vlogi zdravnika?
- pomembnejši bodo roboti v vlogi zdravnika
 - pomembnejši bo človek v vlogi zdravnika
11. Bili ste operirani izključno z vnaprej sprogramiranim robotom in operacija ni uspela, kot je bilo načrtovano. Ali menite, da je za to odgovoren proizvajalec robota oziroma razvijalec programa?
- da
 - ne
12. Menite, da je bolj smiselno sredstva nameniti v izboljševanje robotizacije ali je bolj smiselno investirati v izobraževanje in zaposlovanje večjega števila zdravstvenega kadra?
- v robotizacijo
 - v zdravstveni kader