Revija/Journal
za medicinske i tehničke nauke/Of Medical and Technical Sciences
Evropski Univerzitet Kallos Tuzla

ORIGINAL PAPERS

ULOGA SERVISNIH ROBOTA U MEDICINSKIM USTANOVAMA ZA VRIJEME ŠIRENJA PANDEMIJE COVID-19
THE ROLE OF SERVICE ROBOTS IN MEDICAL INSTITUTIONS DURING THE SPREAD OF THE COVID-19 PANDEMIC

Isak Karabegović[1], Mithat Tabaković[2]

1. Akademija Nauka i Umjetnosti Bosne i Hercegovine
2. Evropski Univerzitet Kallos Tuzla

DOI - 10.59366/2831-1094.2023.1.2.1

Corresponding author
e-mail:isak1910@hotmail.com

Sažetak

U posljednjih deset godina ogromni razvoj i napredak u informatici, inženjerstvu, elektrotehnici i mehatronici omogućio je razvoj sve sofisticiranijih senzomotornih funkcija koje omogućavaju robotima da se prilagode stalnim promjenama u okruženju. Kada je kliničko okruženje u pitanju, robotika je još uvijek relativno nova oblast i polje istraživanja u svijetu i veliki broj instituta i kompanija se njome bavi i nastoji usvojiti različite stilove i tehnike za rješavanje različitih procedura u medicini, što daje vjeetar u leđa mnogim istraživačima u rješavanju ovih zadataka. U ovom radu pokušali smo predstaviti pregled potencijalnih servisnih robota u kliničkom okruženju sa posebnim osvrtom na sprečavanje širenja pandemije virusa COVID-19. Roboti su postali dio naših života. Često su priznati zbog svoje vještine, napredne vizualizacijske tehnologije i mehaničke otpornosti. Nabrojali smo samo neke uloge servisnih robota za sprečavanje širenja pandemije virusa COVID-19, ali oni imaju potencijal da promijene našu ekonomiju, naše zdravstvo, životni standard i svijet u kojem živimo. Implementacijom servisnih robota u kliničkom okruženju u mogućnosti smo da učinkovitije upravljamo pandemijom virusa COVID-19. Uvođenje što više servisnih robota u medicinskim ustanovama značajno će povećati sigurnost i kvalitet sistema zdravstvenih ustanova, što je krajnji cilj digitalizacie zdravstvene zaštite.

Ključne riječi servisni robot, aplikacija, kliničko okruženje, umjetna inteligencija, Covid-19

Summary

In the last ten years, enormous development and progress in informatics, engineering, electrical engineering and mechatronics have enabled the development of increasingly sophisticated sensorimotor functions that allow robots to adapt to constant changes in the environment. When it comes to the clinical environment, robotics is still a relatively new field. and the field of research in the world and a large number of institutes and companies deal with it and try to adopt different styles and techniques for solving different procedures in medicine, which gives a wind at the back of many researchers in solving these tasks. In this paper, we tried to present an overview of potential service robots in a clinical environment with a special focus on preventing the spread of the COVID-19 virus pandemic. Robots have become part of our lives. They are often recognized for their skill, advanced visualization technology and mechanical resilience.

We have listed only some of the roles of service robots to prevent the spread of the COVID-19 virus pandemic, but they have the potential to change our economy, our healthcare, our standard of living and the world we live in. By implementing service robots in the clinical environment, we are able to manage the COVID-19 virus pandemic more effectively. The introduction of as many service robots as possible in medical institutions will significantly increase the safety and quality of the system of health institutions, which is the ultimate goal of the digitalization of health care.

Keywords: service robot, application, clinical environment, artificial intelligence, Covid-19

Uvod/Introduction

Poznato je da se od 60 do 80-ih godina prošlog vijeka do implementacije industrijskih robota u proizvodne procese u svim industrijskim granama, sa ciljem automatizacije i racionalizacije određenih zadataka u proizvodnim procesima. Razvoj i napredak u senzorskoj tehnologiji, materijalima, mikrotehnologiji, mikroprocesirima, informaciono komunikacionim tehnologijama, obrade signala, navigacionim tehnologijama, dovodi do razvoja u robotskoj tehnologiji tako da se pojavljuje nova generacija robota pod nazivom servisnih roboti [1]. Definicija servisnog robota definiše Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO 8373) koja glasi „Uslužni robot obavlja korisne zadatke za ljude ili opremu, isključujući aplikacije industrijske automatizacije“. Isto tako,, (ISO 8373:2012) dodatno razlikuje lične od profesionalnih servisnih robota, tako da je lični servisni robot je „uslužni robot koji se koristi za nekomercijalne zadatke, obično od strane laika“, dok su profesionalni servisni roboti „servisni roboti koji se koriste za komercijalne zadatke, kojima obično upravlja propisno obučeni operater“. Operator pokreće, nadgleda i zaustavlja planirani rad robota. Posljednjih godinama razvoj i napredak koji je postignut u informatici, inženjerstvu, elektrotehnici i mehatronici omogućio je razvijanje sve sofisiticiranije senzomotoričke funkcije koje robotima omogućuju prilagođavanje neprestanim promjenama okoliša [2-4]. Danas se servisni roboti lakše integriraju u postojeći okoliš, a autonomija servisnih robota u okruženju možemo podjeliti na opažanja, planiranje i izvršavanje zadataka, odnosno manipulaciju, navigaciju i saradnju [5]. Razvijeni su servisni roboti koji mogu obavljati specijaliziranje autonomne zadatke, tako što mogu osjetiti okoliš na način integrisanih senzora ili računarskog vida [7,8-11].

Servisne robote možemo svrstati u tri klase:

- servisni roboti koji zamjenjuju ljude rad u prljavim, opasnim i zamornim radnjama, kao što je rad na visokoj temperaturi, u a radioaktivno okruženje, u vakuumu, pod vodom, gašenje požara, svemir, deminiranje, vojska, izgradnja, čišćenje itd.,
- servisni roboti koji rade sa ljudskim bićima ublažiti neugodnost ili povećati udobnost, kao što su zabava, rehabilitacija, pomoći starije i teške osobe sa invaliditetom, domaćinstvo itd.,
- sevisni roboti koji se koriste u medicinskim ustanovama za: lječenje, operacije, dijagnosticiranje, rehabilitaciju, sterilizaciju, usluživanje pacijenata, logistiku u medicinskim ustanovama i niz drugi zadataka u medicinskim ustanovama itd.

Danas servisni roboti zauzimaju značajno mjesto u medicini. Prednosti ovih robota u revolucionarnoj kliničkoj praksi su brojne:

- olakšavaju medicinske procese uz precizno vođenje instrumenata,
- primjena dijagnostičkih uređaja i alata za dijagnostiku i terapiju,
- povećanje sigurnosti i ukupnog kvaliteta operacije,

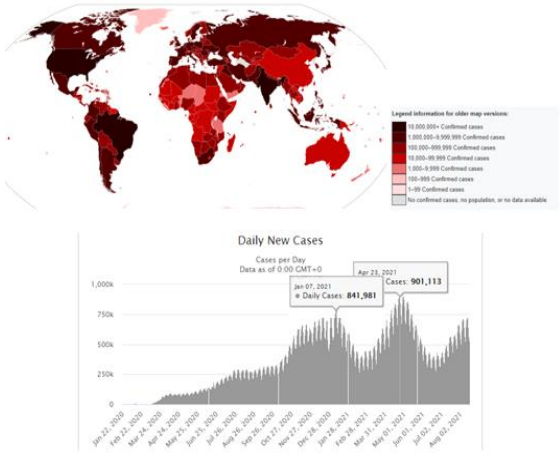
- bolja skrb o bolesniku,
- rehabilitacija brža i kvalitetnija.
- logistika u medicinskim ustanovama je bolja primjenom servisnih robota, itd.

Razvoj novih tehnologija u koje se ubraja i robotika predstavlja budućnost moderne medicine, kao i sve veću zastupljenos u medicinskim ustanovama.
Medicinska robotika je još uvijek relativno novo područje i polje istraživanja u svijetu i veliki broj instituta i kompanija se tim bavi i nastoji osvojiti različite stilove i tehnike za rješavanje različitih zahvata u medicini [11,12].

To predstavlja motiv i izazov za mnoge istraživače sa kojim se suočavaju pri rješavanju tih zadataka.

Mobilni roboti u medicini danas su, između ostalih, pronašli primjenu u mnogim područjima medicine, a neki uključuju: izvođenje osjetljivih operativnih zahvata, zamjena udova koji nedostaju ljudima, rehabilitacijska terapija za pacijente koji su imali moždani udar, posjeta pacijentima, opsluživanje pacijenata sa hranom i lijekovima, liječenje pacijenata na daljinu, daljinsko praćenje operativnih postupaka u medicinskim ustanovama, dezinfekciju kiruških sala itd. Mobilna robotika trenutno može pružiti brojne prednosti . Razvoj novih tehnologija, u posljednjih deset godina prvenstveno senzorskih i informacijskih tehnologija koje su mnogo zastupljene u robotskim tehnologijama, rezultirao je razvojem različitih robotskih sistema dizajniranih za različite aplikacije servisnih robota u medicinskim ustanovama. Pandemija COVID-19 se prvi put pojavila krajem prosinca 2019. u megagradu Wuhanu u kineskoj provinciji Hubei, od 26. februara 2020. prvi put je prijavilo više novih infekcija van Kine. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) zvanično je proglasila pandemiju COVID-19 zbog brzine kojom se proširila po Kini, kao i preko granica, uzrokujući višestruke incidente u svim zemljama svijet. U svijetu na dan 17.08.2019.godine je od virus

Corona-19 bilo 208.941.288 zaraženih ljudi, 4.387.956 ljudi je umrlo, a 187.303.647 oboljeli je oporavljeno, a trend zaraze od virusa Corona-19 u svijetu se nastavlja i danas što pokazuje slika 1.[13].



Slika 1. Proširenja pandemije Covid-19 u svijetu na dan 17.08.2021.godine [13]

Isto tako viruc COVID-19 se širio u sve zemlje u svijetu što je skoro blokiralo noramaln rad i razvoj u svijetu.Svjedoci smo da se i danas u svijetu broj zaraženih od korona virusa COVID-19 počeo povećavati. Aplikacijom mobilnih robota da minimiziraju kontakt između ljudi i da osiguraju dezinfekciju, sterilizaciju i podršku u bolnicama i sličnim ustanovama kao što su karantin. To će rezultirati minimiziranjem životnih prijetnji medicinskom osoblju i ljekari koji aktivno učestvuju u upravljanju liječenjem bolesnika koji su oboljeli od COVID-19, a razlog je što je COVID-19 veoma zarazna bolest koja se prenosi sa bližim kontaktima. Roboti su imuni na infekcije, a vrlo se jednostavno napraviti dezinfekciju robota i njihova uloga u sprečavanju širenja ove bolesti je jako bitna. Razvoj novih tehnologija koji čine temelj četvrte industrijske revolucije (Industrije 4.0) u koje ubrajamo i metode umjetne inteligencije (AI) kao i algoritmi

mašinskog učenja (ML) će u narednim godinama u razvoju aplikacija robota koji se koriste u medicinskim ustanovama imati jako bitnu ulogu.

Isto tako korištenje servisnih robota za lječenje na daljinu za vrijeme pandemije virusa COVID-19 također će pomoći da se kontakti za zaraženim pacijentima svedu na minimum.
sto tako bazne tehnologije četvrte industrijske revolucije kao što su informacije i komunikacijske tehnologije (IKT), uključujući internet Stvari (IoT), veliki podaci i blockchain koje su implementirane i povezane sa aplikacijom servisnih robota u medicinskim ustanovama će sve više povećavati performanse izvođenje određenih zadataka robota.Aplikacijom temljenjih tehnologija četvrte industrijske revolucije u medicinskoj robotici u narednim godinama doći će do povećanja implementacije robota u svim segmentima medicinskih ustanova, roboti će biti u mogućnosti da samostalno donose odluke i vode brigu o boleniku od lječenja do obskrbe bolesnika sa ciljem da oporavak bolesnika bude što kraći i kvalitetniji.

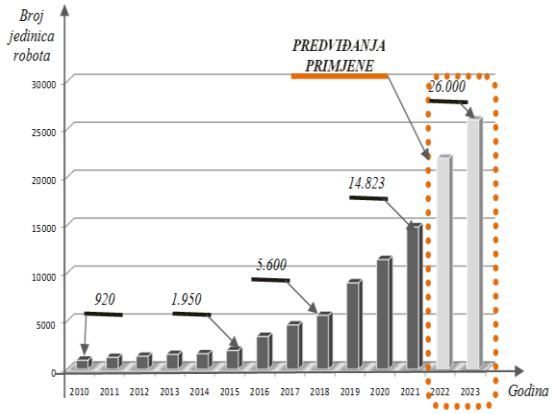
Implementacija servisnih robota u medicinskim ustanovama

Poznato je da je Međunarodna federacija robotike (IFR), Ekonomska komisija Ujedinjenih naroda za Evropu (UNECE) i Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD) [1,14-16] usvojili su klasifikacije servisnih robota u medicini po kategoriji i vrsti interakcije, tako da servisni roboti u medicini imaju sljedeću klasifikaciju:

- Dijagnostika (robotski dijagnostički sistemi, uključujući i robotske uređaje).
- Kirurgija (roboti za invazivnu terapiju-operacije, uključujući i robotske uređaje).
- Rehabilitacija i neinzavna terapija (roboti za za terapiju- osim operacija i rehabilitaciju pacijenata nakon operacije ili nezgoda, uključujući i robotske uređaje).
- Medicinske laboratorijske analize (rukovanje ili obrada uzoraka u medicinskim laboratorijama).
- Drugi medicinski robota (ostali roboti koji se primjenjuju u medicini).

Statistički podaci za analizu implementacije servisnih robota u medicinskim ustanovama preuzeti su od Međunarodne federacije robotike (IFR), Ekonomske komisije UN-a za Evropu (UNECE) i Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD).

Na slici 2. prikazani su trendovi ukupne primjene servisnih robota u medicinskim ustanovama na godišnjem nivou za period 2010-2022, kao i procjene implementacije do 2023. godine [1,10,14-18].



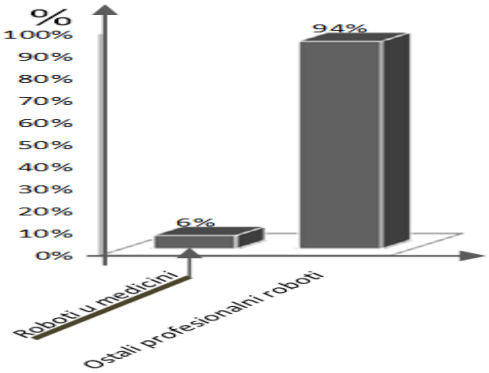
Slika 2. Implementacija servisnih robota na godišnjem nivou za period 2010-2021.godine u medicinskim ustanovama i predviđanja implementacije do 2023.godine

Implementacijea servisnih robota u zdravstvenim ustanovama u posljednjih 11 godina prikazan je na slici 2. Od ukupnog iznosa prodatih i implementiranih servisnih robota za profesionalne usluge u 2020. godini, servisni roboti za medicinsku upotrebu zauzimaju oko 5%, što pokazuje slika 3.
Analizom slike 2. kao što se može vidjeti, implementacija servisnih robota za medicinske usluge u 2010. godini iznosila je oko 920 jedinica. U samo deset godina, 2020. godine, trend se povećao na oko 12.000 jedinica

servisnih robota, što je povećanje od oko dvanaest puta.

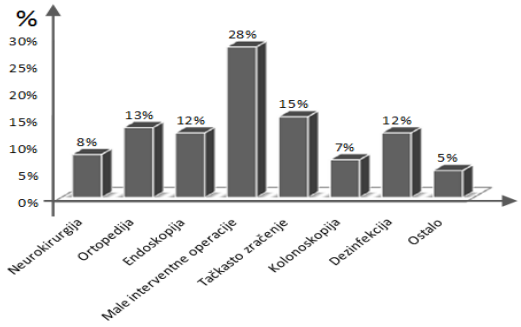
Zbog pandemije virusa Covid-19 koja dolazi u 2019. i 2020. godini, došlo je do porasta upotrebe robota u medicinskim ustanovama, tako da je 5.600 jedinica robota u 2018. godini poraslo na 9.000 jedinica robota u 2019. godini i 11.419 jedinica robota u 2020. godini, trend rasta se nastavio i u 2021.godini tako što je implementirano oko 14.813 jedinica robota.Predviđa se da će trend nastaviti rasti i u narednim godinama, tako da se do 2023. očekuje implementacija oko 26.000 robotskih jedinica.

Može se zaključiti da implementacija servisnih robota za medicinske usluge eksponencijalno raste u posljednjih deset godina.



Slika 3. Uporedna procentualna implementacija servisnih robota u 2020.godini u medicinskim ustanovama u odnosu na ostale profesionalne servisne robote [18]

Od ukupnog iznosa prodatih i implementiranih servisnih robota za profesionalne usluge u 2020. godini, servisni roboti za medicinsku upotrebu zauzimaju oko 6%, a 94% servisnih robota se koristi za obavljanje drugih zadataka koji su navedeni u ovom radu. što pokazuje slika 3. Ovo je mali postotak i vjerujemo da će taj postotak u narednim godinama imati trend rasta, s obzirom na to da je naša populacija sve starija, te će nam trebati više usluga koje pružaju roboti za oslobađanje medicinskih radnika za brigu o starima. Povećana su ulaganja u razvoj robotske tehnologije i razvoj novih servisnih robota za medicinske usluge i različite namjene. Da bismo dobili sliku implementacije servisnih robota u medicinskim ustanovama, napravljena je procentualna analiza implementacije servisnih robota po kategoriji vrsti interakcije i prikazana na slici 4.



Slika 4. Implementacija servisnih robota za medicinske usluge po oblastima [1,18]

Na osnovu slike 4. možemo zaključiti da je najveći broj implementacija servisnih robota u medicini u malim interventnim operacijama 28 %, zatim ortopediji 12 %, neurohirurgiji 8 %, endoskopije 12 %, zračenju tačke 17 %, kolonoskopiji 7 %, dezinfekcijskom čišćenju 12 % i ostalima 5 %. itd [20].

Primjeri implementacija servisnih robota u kliničkom okruženju

Implementacija servisnih robota za dezinfekciju

Svjedoci smo da je u svijetu posljednjih par godina u svijetu vladala pandemija virusa Covid-19, u svim zemljama u svijetu u svim propisima za sprečavanje bolesti od virusa Corona-19 pored ostalih propisa, navode vršenje dezinfekcija svih predmeta koji ljudi dodiruju zbog prenošenja virusa Covid-19, a posebno u medicinskim ustanovama. Isto tako dezinfekcija putni komunikacija za medicinske ustanove gdje prolazi velika količina ljudi da bi se spriječilo prenošenje virusa što ilustruje slika 4. Ako su u pitanju prostorije gdje borave bolesnici obiljeli od virusa Corona-19 kao što pakazuje slika 4. bezbroj je elementa koje treba dezinficirati zbog sigurnosti i sami ljekara i

osoblja koji liječi bolesnike u medicinskim ustanovama [20].



Slika 4. Dezinfekcija putnih komunikacija i elementa u prostorijama za ličenje bolesnika od virusa Covid-19

U medicinskim ustanovama godinama se vrši čišćenje i dezinfekcija sa ultraljubičastim svjetlom, odnosno dekontaminaciju prostorija.

Tri glavne vrste UV-ultraljubičasti zraka su UV-A (315 do 400nm), UV-B (280 do 315 nm) i UV-C (100 do 280 nm). Ultraljubičasti zraci UV-B izazivaju opekotine na ljudima. Budući da UVC zrake imaju najkraću talasnu dužinu, a samim tim i najveću energiju, sposobni su da ubiju bakterije i viruse, zvane i patogene. UV-C svjetlost ima talasnu dužinu između 100 i 280 nanometara (nm). Međutim, UV-C zraci su intenzivniji i obično su blokirani preko Zemljinog ozonskog omotača. UV lampe koje se koriste u dezinfekciji su obično UV-C tip,a mogu emitovati 20 džula po kvadratu metar u sekundi (na udaljenosti od 1 metar) od 254 nanometra svjetlo, koje garantuje da će ubiti 99,99 posto bakterija.Izuzetno je efikasan u dekontaminaciji, jer uništava molekularne veze koje drže DNK virusa i bakterija, uključujući "superbube", koji su razvili jaču otpornost na antibiotike [29].UV fotoni prodiru kroz ćelijske membrane i uzrokuju vezivanje molekula timina u DNK i RNK, sprečavajući replikaciju.

Bakterije i virusi imaju poznate, ali ograničene mehanizme popravka koji se lako nadvladaju. Za razliku od antibiotika i hemijskih dezinficijensa, nije pokazano da bakterije i virusi sistematski razvijaju daljnju otpornost [20,21]. Ali ovo svjetlo širokog spektra također predstavlja opasnost po zdravlje - povezano je sa bolestima kao što su rak kože i mrena - i ljudi ne mogu biti u sobi kada se koriste.

UV-C zrakama uskog spektra, jer ova vrsta UV-C svjetlosti ubija bakterije i viruse bez prodiranja u najudaljeniji ćelijski sloj ljudske kože. U izradi su mnoge studije kad je u pitanju UV-C svjetlost, tako studija iz 2017. godine pokazala je da je 222 nm UV-C svjetlost ubijalo bakterije Staphylococcus aureus otporne na meticilin (MRSA) jednako efikasno kao i UV-C svjetlo od 254 nm, koje bi bilo otrovno za ljude. Ova studija ponovljena je 2018. na virusu H1N1, a UV-C svjetlost uskog spektra ponovno je utvrđena kao učinkovita u uklanjanju virusa [22-25] . To ima posebno važne implikacije na javno zdravlje, jer bi mogućnost netoksičnog gornjeg UV osvjetljenja u javnim prostorima mogla

drastično smanjiti prijenos bolesti. Posmatrat ćemo isključivo autonomne mobilne robote (AMR) koji se trenutno primjenjuju kako bi pomogli hitnim službama i zdravstvenim radnicima u upravljanju krizom COVID-19. Razvijena su brojna konstruktivna rješenja za robote za dezinfekciju. Razvijena su nova rješenja servisnih robota za Covid-19 koji su opremljenih izvorima ultraljubičastog svjetla ili raspršivača za dezinfekciju, kojim se vrši autonomna dezinfekciju objekta. Ovi roboti mogu autonomno upravljati u bolničkom ustanovom, izvršiti dezinfekcije bolničkih soba ili operacioni sala bez ikakve ljudske interakcije. UV svjetlo je opasno za ljude (zajedno s bakterijama i virusima), pa stoga postavljanje svjetla na autonomnu platformu mobilnog robota omogućuje da ciklus dezinfekcije teče bez ugrožavanja medicinskih sestara ili drugog bolničkog osoblja. UV svjetlom mora izložiti prostoriju dovoljno dugo da ubije viruse i bakterije.

UV svjetlost se također mora pomjerati po prostoriji tokom ciklusa, tako da sve površine budu prekrivene svetlošću. Na slici 5. prikazana su samo neka rješenja servisnih

robota za dezinfekciju UV svjetlom koja su kompanije u svijetu razvike [22,24,25].



Slika 5. Različite konstrukcije servisnih robota za dezinfekciju sa UV svjetlošću

Svjetski kompanije za razvoj servisne robotike kao što su: a-UVD Robotics, b-RoboCop, c-Milvus Robotics i, d-WellWit Robotics, e-Keenon Robotics, f-Aitheon Robotics, razvile su robote za dezinfekciju sa UV svjetlošću koji su prikazani na slici 7.7.
Sve konstrukcije autonomni servisnih robota opremljeni su tako da pokrivaju od 360 ° stepena dezinfekcije, softverom i sigurnosnim funkcijama zasnovanim na senzorima, te Wi-Fi povezivanjem s upravljačkom pločom koja se jednostavno koristi. Sigurani su i pouzdani, servisni roboti su prilagođeni korisniku i dizajnirani za rukovanje od strane pomoćnog osoblja.

Roboti emitira pravu količinu UV-C svjetlosti i u prostoriji veličine do 30 m^2 može uništiti približno 99,99% virusa i bakterija u roku od deset do petnaest minuta.Savršena za opcija dezinfekcije i čišćenja prostorija u zdravstvenim ustanovama. Servisni robot kompanije k-ZetaBan pored UV svjetlosti koristi etanol za dezinfekciju teško dostupnih dijelova prostorije sterilizaciju filtrira zrak. Slika 6. prikazuje dezinfekciju sa UV svjetlošću sobe za pacjente u medicinskoj ustanoci različitim konstrukcijama servisnih robota [24,25,26].



Slika 6. Dezinfekcija prostorija sa UV svjetlošću u medicinskim ustanovana [24,25,26]

Servisni roboti za dezinfekciju imaju niz prednosti, a nabrojim samo neke od njih:brže tretman u samoj prostoriji, veća produktivnost, lakše integracija u protokolu za čišćenje EVS, jako učinkoviti tretmani, visoko patogena ubijanja, tretman cijele prostorije, jedan tretman prostorije, dezinfekcija svih površina u prostoriji, itd.

Servisni roboti su pokazali veliku učinkovitost pri dezinfekciji cijeli prostorije u doba pandemije virusa covid-19, tako da dobijemo maksimalnu dezinfeekciju za manje od 10-15 minuta, a što nam omogućuje da u kratkom vremenskom periodu možemo izvršiti dezinfekciju više prostorije koje su neophodne za upotrebu. Servisni roboti za dezinfekciju prostorija u medicinskim ustanovama su jako praktični iz razloga što brzo naprave dezinfekciju, sigurni su i jednostavni za upotrebu. Jednim servisnim robotom se može dezinfekcija izvršiti od 64 prostorija dnevno u medicinskim ustanovama. Novi materijali i tehnologije sada se uvode u medicinske ustanove u pokušaju smanjenja ekološkog puta prenošenja bolesti.

Implementacija servisnih robota za pregled na odstojanju

Za suzbijanje pandemije virusa COVID-19 medicinskim ustanovama koje su na prvom udaru pandemije bilo je neophodno usvojati nove metode i pristupe lječenju pacijenata, tu su uspjele mediniske ustanove jer su vrlo brzo počele da koriste lječenje na daljinu koristeći postojeću tehnologiju kao što je elektronska sredstava u rasponu od video posjeta,

virtuelnih prijava i komunikacija putem online portala navodi autor u svom istraživanju [27].

Na samom početku nisu dovoljno iskorišteni, zbog pristupa i sklonosti interacije između pacijenta i pružaoca usluga licem u lice. Iskustvom se vidjelo da virus COVID-19 ima visok zaraze drugi počinje da se prihvata pregledanje na daljinu, trijažu i praćenje pacijenta.

Počinju da se koriste roboti koji se sastojati od mobilne platforme koja može, ali i ne mora uključuju navigaciju i druge autonomne funkcije koje omogućavaju robot za nesmetano kretanje za izvođenje zadataka. TRINA robot koji je trenutno u razvoju se koristi kao medicinska sestra na daljinu (prva Slika 7.) a može se koristiti za nadzornu kontrolu.



Slika 7. Pregled pacijentima na daljinu za vrijeme pandemije Corona-19[28,29,30]

Isto tako da je Boston Dynamics'Spot robot je raspoređen u medicinskim ustanovama za trijažu pacijenata (druga i treća slika 7.).
U Kini u Wuhanu se koristi robot (četvrta slika 7.) za pregled pacijenata na udaljenosti većoj od dva metra. Dodavanje daljinske funkcionalnosti postojećoj opremi omogućilo bi bolnicama ne samo da upravljaju troškovima već i brzo usvojiti nove sposobnosti.

Ove nadogradnje postojeće opreme omogućiti osoblju da izbjegne pretjerani kontakt i time smajujemo izloženost zaraznim pacijentima. Kompanija „Boston Dynamics“ razvila je „Spot robot“ koji pomaže ljekarima u liječenju pacijenata oboljelih od virusa COVID-19 slika 8. Ljekari ga koriste za procjenjivanje ljudi koji smatraju da imaju simptone virusa CORONA -19. Ljekari korištenjem ovog robota mogu da izvrše mjerenje na udaljenosti sa dva metra vitalnih znakova pacijenta.



Slika 8. Konstrukcija robota SPOT kompanije „Boston Dynamics“ za pomoć pri lječenju pacijenata oboljeli od virusa CORONA-19 [31]

Robot je opremljen sa kamerama, tabletom i koristeći tehnologiju kompjuterskog vida ljekari su u mogućnosti da pacijentu izmjere temperaturu kože, brzinu disanja, zasićenost krvi sa kiseonikom i puls, a da se ne nalaze u istoj prostoriji u kojoj je smješten pacijent, već mogu biti u drugoj prostoriji.

Razvijen je algoritam koji korištenjem infracrvene kamere omogućuje mjerenje povišene temperature kože i brzine disanja, kamera mjeri temperaturu kože na licu i algoritam povezuje tu temperaturu sa temperaturom jezgra tijela i određuje tjelesnu temperaturu. Isto tako dok pacijent udiše i izdiše, noseći masku, njihov dah mijenja temperaturu maske, tako da mjerenje ove promjene temperature omogućava istraživačima da izračunaju koliko brzo pacijent diše. Algoritam takođe uzima u obzir temperaturu okoline i rastojanje između kamere i pacijenta, tako da merenja mogu da se vrše sa različitih udaljenosti, pod različitim vremenskim uslovima, a da i dalje budu tačna.
Robot Spot je opremljen sa tri monohromne kamere filtrira različitu talasnu dužinu svjetlosti - 670, 810 i 880 nanometara. Ove talasne dužine omogućavaju istraživačima da mjere male promjene boje koje nastaju kada se hemoglobin u krvnim ćelijama veže za kiseonik i teče kroz krvne sudove.

Algoritam istraživača koristi ova mjerenja za izračunavanje brzine pulsa i zasićenja krvi kisikom. Istraživači kompanija „Boston Dynamics“ su izvršili testiranje robota i mjerenja na zdravim dobrovoljcima i sada prave planove za testiranje pristupa, u odjelu hitne pomoći u bolnici, kod ljudi koji pokazuju simptome COVID-19. Dugoročno, tim predviđa da bi roboti mogli biti raspoređeni u bolničkim sobama pacijenata.

To bi omogućilo robotima da kontinuirano nadziru pacijente, a doktorima bi omogućilo i da ih provjere, putem tableta, razgovaraju sa pacijentom bez potrebe da ulaze u sobu, a vim robotima se upravlja ručnim uređajem na daljinu. Istarživači predviđaju da se na robota sa zadnje strane može pričvrstiti UV-C lampe tako da može da vrši dezinfekciju površina u nestrukturiranim prostorima, poput bolničkih šatora i metro stanica, i nataj način ubiti čestice virusa.

U centru epidemije virusa CORONA-10 u gradu Vareseu u Italiji i klinici Circolo instalirali su šest robota koji je prikazan na slici 9. za pomoć medicinskom osoblji i ljekarima u borbi protiv pandemije virusa CORONA-19.



Slika 9. Servisni robota „Tommy“ za pomoć ljekarima u lječanju pacijenata oboljeli od korona virusa COVID-19 koje instaliran u bolnici Circolo u Vareseu[32]

Robot je veličine djeteta opremljen svom opremom da može da komunicira ljekar

vizuelno i zvučno sa pacijentom iz druge prostorije sbog sprečavanja širenja virusa. Osim vizualne i zvučne komunikacije robot je opremljem opremom da može da izmjeri krvni pritisak i zasićenost kiseonikom, drugim

rječima ljekar dobija dva parametra koji daju ključnu sliku zdravstvenog stanja pacijenta, a isto tako za pacijenete koji su uključeni na raspirator. Najnovija tehnologija servisnog robota smanjuje broj direktni kontakta ljekara i medicinskog osoblja sa zaraženim pacijentom čime se smanjuje rizik od infekcije za ljekare i medicinsko osoblje.Kada se uzme u obzir da je u Italiji za vrijeme pandemije virusa CORONA-19 bilo zaraženo preko 4.000 zdravstveni radnika onda se može shvatiti prednost implementacije robota za suzbijanje

pandemije virusa CORONA-19. Isto tako medicinska ustanova koristi manji broj maski i zaštitni odjela što smanjuje troškove medicinskoj ustanovi.

Implementacija servisnih robota u distribuciji lijekova i pomoći pacijentu

Servisni roboti u medicini mogu, između ostalog, pomoći u dobavljanju ili distribuiranju lijekova, dok roboti koju pomažu pacijentima mogu pomoći u podizanju i pozicioniranju pacijenata s kojima je teško ophoditi se. Veliki dio aktivnosti vezanih za pružanje profesionalne medicinske pomoći je logističke prirode.
Uključuje ispunjenje dnevnih potreba pacijenata (ispostavljanje pošte ili proizvoda za osobnu njegu, zadaci čišćenja okruženja), kao i snabdijevanje pacijenata lijekovima, hranom,pićem uklanjanje nečistog rublja, isporuku svježe posteljine, transport redovnog i kontaminiranog otpada itd. unutar medicinske ustanove slika 10. [11,20].



Slika 10. Primjeri različiti konstrukcija servisnih robota za distribuciju hrane i ljekova pacijentima

Primjer jednog takvog sistema je TUG sistem, to je autonomni mobilni robotski sistem koji se

još naziva i automatizirani robotski sistem za dostavljanje slika 10. Ovaj sistem automatizira dostavljanje i praćenje većine bolničke opreme i zaliha kao što su lijekovi, posteljine, uzorci krvi, medicinski kartoni ili IV pumpe. Sistem pomaže kolanju operacija internog opskrbnog lanca zaliha unutar bolnice.

TUG sistem zahtijeva bežični mrežni pristup za komunikaciju sa baznim računalom, liftovima i liftovima u prizemlju, te područjima gdje više TUG sistema mogu da naiđu jedan na drugog. Sistem sadrži kompjuter koji ima napredni TUG operacijski sistem, koji koristi svoju detaljnu mapu bolnice i sofisticirani navigacijski softver radi planiranja ruta, izbjegavanja prepreka (sadrži senzore) te konstantnog praćenja svoje lokacije. Transportuje više vrsta bolničkih kolica te time sistem može biti iskorišten za praktično bilo koju aplikaciju: njegovanje pacijenata, farmaciju, laboratorij, osnovnu opskrbu, dostavljanje medicinskih kartona itd.



Slika 11. Servisni roboti „TUG sistem“ za logistiku pacijenata i laboratorija u medicinskim ustanovama[33]

Matsushitin robotski kurirski sistem za rukovanje uzorcima krvi *(Robotic Blood Sample Courier System)* kompanije Matsushita Electric Works,Ltd. sastoji se od autonomnih mobilnih robota koji rade kao tim da bi obavili dostavu uzoraka krvi i kurirske poslove u bolnicama i laboratorijima. Računalo koje kontrolira grupu robota dodjeljuje različite zadatke pojedinim robotima koji kupe uzorke krvi, dostavljaju ih automatiziranim analizatorima te skupljaju uzorke nakon testiranja slika 12.



Slika 12. Robotski sistem za distribuciju uzoraka krviu laboratoriju

Automatizirani sistem punjenja baterije omogućuje kontinuirani rad sistema, na taj način sprječavajući da svi roboti ostanu bez svog pogona u isto vrijeme [34].
Isto tako mnoge konstrukcije različiti kompanija u svijetu su korištene za opskrbu hranom i ljekovima raznim pacijentima koji borave u medicinskim ustanovama kao što pokazuje slika13. određene konstrukcije [35-38].



Slika 13. Konstrukcije servisni robota koji su korišteni za vrijeme pandemije virusa COVID-19 u Kini i Singapuru za dostavu hranje i ljekova pacijentima[39,40]

Ovo je samo primjer servisnih robota koji se koriste za obskrbu pacijenata koji se lječe u medicinskim ustanovama, premda je veliki broj servisnih robota u svijetu u medicinskim ustanovama koji se koriste od različiti kompanija koje se bave razvojem, istraživanjima i implementacijom servisnih robota u svijetu. Povećanje primjene robota očekivati je u oblasti njege i socijalne pomoći čovjeka.

Za tu primjenu robota potreban je visok nivo tehnologije zbog sigurnosti čovjeka, da ne bi došlo do ozljeda samog čovjeka od strane robota. Očekuje se da će slijedeća generacija robota biti razvijena i komercijalizovana za korištenje u objektima kao što su bolnice, centri za socijalnu pomoć, i privatne kuće. Ova ideja ima za cilj da razvije robote koji zadovoljavaju prave potrebe u oblastima socijalne pomoći i u oblastima njegovanja čovjeka gdje je potreban visok nivo tehnologija.

Implementacija servisnih robota za rehabilitaciju

Razvoj informacijskih tehnologija, novih materijala i robotske tehnologije daje priliku da se prevladaju problemi koji se prije nisu mogli riješiti, ali i unaprijedi ortopedija i pomogne bolesnicima da vrlo brzo ozdrave i vrate se u normalno stanje u kom su bili prije ozljede. Cilj je da se razviju servisni roboti koji zadovoljavaju prave potrebe u području socijalne pomoći i u području njegovanja čovjeka, gdje je potrebna visoka razina tehnologija. Aplikacija takvih robota sljedeće generacije bit će promovirana za područja u kojima roboti imaju više fizičkog kontakta s ljudima, a sigurnost čovjeka osigurana. Zbog toga ova ideja ima za cilj proizvesti robote koji podržavaju vježbe za rehabilitaciju i specifične pokrete koje čovjek ne može izvesti sam, te robote koji pomažu čovjeku izveti određene zadatke.

Rehabilitacijski roboti pomažu invalidima u onim aktivnostima koje sami ne mogu izveti ili su uključeni u terapije za osobe radi poboljšanja njihove fizičke funkcionalnost. Područja rehabilitacijskih robota generalno su podijeljena na terapiju i pomoć slika 14. Pored toga, rehabilitacijski roboti obuhvaćaju proteze (protetike), simulaciju živca i uređaje za nadgledanje ljudi tijekom svakodnev-nih aktivnosti.

Razlikuju se sljedeće kategorije:

- robotska terapija za mobilnost (hodanje),
- osobni rehabilitacijski roboti,
- robotska terapija gornjeg ekstremiteta,
- smart proteze,
- društveni servisni robot za osobnu njegu, autizam i njegu starijih osoba.

Povratak mobilnosti bolesniku posebno je zamoran i naporan rad za terapeute i to je primarna meta za automatizaciju.

Osobe s invaliditetom, uključujući one s malom ili nikakvom kontrolom ruku, nogu ili smanjene funkcije ruke ili noge, do sada su većinu dnevnih aktivnosti izvodile uz pomoć njegovateljice ili njegovatelja. Ta velika ovisnost kod bolesnika često stvara stav pasivnosti i apatije.Desetine mobilnih robotskih sistema za obučavanje, odnosno rehabilitaciju, već su u upotrebi u klinikama cijelog svijeta.



Slika 14. Robotizirani sustavi za rehabilitaciju (mobilni trener GT-I, Lokomat i AutoAmbulator) i nosivi robotski sustav (ReWalk i HAL)[24,25]4

Rehabilitacijska robotika usmjerena je na razvoj servisnih robota koji se mogu koristiti tako da se ljudi oporave od fizičkih trauma ili da im pruže pomoć u samostalnom životu. Još uvijek postoje problemi koje treba riješiti kod robota za rehabilitaciju i mnoge odgovore na pitanja, kao što su efikasnost, troškovi, nadoknada i regulatorni izazovi.

McKinsey Global Institute spomenuo je da će do 2040. godine nove tehnologije poput robotike i egzoskeleti bi mogli smanjiti ukupni teret bolesti za 6 do 10 posto [41].

Proizvođači, kao što je Fourier Intelligence, sve više ulažu u istraživačke aktivnosti sarađujući sa uspostavljenim institutima za istraživanje rehabilitacije na inovacijama i razvoju nove ideje.

Takve suradnje omogućit će budućim robotima za rehabilitaciju da:

- razviti sofisticiranije senzorne za unos podataka od pacijenta,
- donošenje odluka o terapijskom programu koristeći umjetnu inteligenciju (AI),
- razvijte realistične i impresivne vježbe virtualnom realnosti (VR) s haptičkim povratnim informacijama vježbanjem funkca koje su u ktivnosti svakodnevnog života,
- razviti sveobuhvatne opcije za kućnu upotrebu robota,
- razviti više opcija za primjenu robota kao uređaja za obuku,
- raditi na smanjenju troškova rehabilitacije, itd.



Slika 15. RehabHu koncept bavio se dostupnošću rehabilitacijskih robota, pristupačnost i prilagodljivost u kliničkim okruženjima[17]

Sa uvođenjem koncepta RehabHub™ koji je prikazan na slici 15. u 56 zemalja, Fourier Inteligencija se bavila dostupnošću, i prilagodljivošću robota za rehabikitaciju u kliničkim okruženjima. Robotska tehnologija se nudi kao resurs koji pomaže u smanjenju fizičko opterećenje terapeuta i poboljšanje efikasnosti u terapijskim sesijama. Kliničkim ispitivanjima sugeriraju da trenutni roboti za rehabilitaciju mogu pružiti određene prednosti pacijentima.

Studije su također identificirale daljnje potencijale koje treba razviti i implementirati kod robota za rehabilitaciju kroz budući tehnički razvoj. Dugoročno, ovo će premostiti jaz u vještinama, zadovoljiti sve veću potrebu za rehabilitacionim uslugama i, u konačnici, poboljšati kvaliteta i efikasnosti cjelokupnog sistema zdravstvene zaštite.

Zaključak/Conclusion

Trenutno se svijet prošao radoblje pandemije virusa Covid-19, a mi smo svjedoci da zaraženi virusom Covid-19 umiru svakodnvo u svim zemljama svijeta (trenutno je to virus Covid-19, a u narednom periodu će biti neki drugi virus). Fizičko okruženje igrata značajniju ulogu u prenošenju virusa Covid-19. Na ovakve pojave moramo odgovorno odgovoriti i pronaći rješenja kako se najbrže i najefikasnije zaštiti od širenja infekcije trenutno, a isto tako u budućnosti jer će se javljati drugi virusi od kojih moramo se zaštiti. Razvoj i primjena novih tehnologija u koje se ubrajaju: informaciono-komunikacione tehnologije, sentorska tehnologija, novi materijali i robotske tehnologije, dolazi do razvoja robotske tehnologije tako sa su razvijeni servisni robotti za dezinfekciju prostora, a najvažnije primjena je u medicihskim ustanovama. U radu predstavljen je pregled potencijalnih servisnih robota u medicinskim ustanovama sa posebnim osvrtom na sprečavanje širenja pandemije virusa COVID-19. Roboti su postali dio naših života. Često su priznati zbog svoje vještine, napredne vizualizacijske tehnologije i mehaničke otpornosti. Nabrojali smo samo neke uloge servisnih robota za sprečavanje širenja

pandemije virusa COVID-19, ali oni imaju potencijal da promijene našu ekonomiju, naše zdravstvo, životni standard i svijet u kojem živimo. Njihova implementacija u medicinskim ustanovama je jedna od najznačajnijih uloga servisnih robota u današnje vrijeme.

U poglavlju su opisani samo jedan dio određeni zadataka koji se za vrijeme pandemije virusa COVID-19 može obavljati pored jednostavnih zadataka poput dostavljanja lijekova, hrane ili pošte u bolničkim ustanovama.

Isto tako zatim složenije zadatke koji su se pojavili za vrijeme pandemije virusa COVID-19 kao što su nadzor pacijenata, kontrola i uzimanje uzoraka za kontrolu, dezinfekciju prosura u medicinskim ustanovama i pristupnih puteva, pomoć pri određivanju dijagnoze pacijenta, itd. Kontinuirani razvoj robotske tehnologije i novih tehnologije obećava goleme prednosti u liječenju koja se još ne mogu zamisliti. Pretpostavljamo da će primjenom Umjetne inteligencije u medicini dati najveći doprinos kao i nano-robotika, tako da ćemo u vrlo kratkom roku bolesnom čovjeku odrediti dijagnozu i dati najbolu preporuku za terapiju i tretman koji dovodi do vrlo brzog ozdravljenja, ovaj način će revolucionarno izmjeniti sadašnji način liječenja.Ovaj pregled potvrđuje da je uvođenje medicinske robotike značajno povećalo sigurnost i kvalitet sistema upravljanja zdravljem u odnosu na ručne sisteme zbog digitalizacije zdravstvene zaštite.U narednom periodu perspektive za implementaciju servisnih robota u medicinskim ustnovama su pozitivne i stalno će se sve više broj robota povećavati, a razlozi su:

- postoje mnogi poslovi koji su prljavi, opasni, monotoni i opasni po zdravlje
- u medicinskim ustanovama, te zadatke mogu obaviti servisni roboti, a time ćemo poboljšati zdravlje radnika u medicinskim ustanovama, sigurnost i zadovoljstvo radnika;
- implementacija servisnih robota za njegu stariji osoba osjetiti će se dodatnu potrebu za rasterećenjem zaposlenih od fizičkih zadataka;
- implementacija baznih tehnologija Industrije 4.0 u robotskoj tehnologiji dodatno će povećati primjenu servisnih robota u medicini;
- implementacija kolaborativnih robota i aplikacija čovjek-robot će dopuniti današnju primjenu servisnih robota u medicini;
- vrlo jednostano programiranje i upravljanje sa servisnim robotima olakšaće njihovu implementaciju u medicini;

Implementacijom servisnih robota u medicinskim ustanovama u mogućnosti smo da učinkovitije upravljamo pandemijom virusa COVID-19. Uvođenje što više servisnih robota u medicinskim ustanovama značajno će povećati sigurnost i kvalitet sistema zdravstvenih ustanova, što je krajnji cilj digitalizacie zdravstvene zaštite, jer tada tehničko osoblje može raditi udaljeno od bilo kojeg mjesta na planeti i izvršavati zadatke produktivno i sigurno.

ORCID:https://orcid.org/0000-0001-9440-4441

Literatura/References

[1] Karabegović, I. and Banjanović-Mehmedović, L. (2021) SERVICE ROBOTS:Advances and Applications, NOVA Science Publisher, New York, USA. https://novapublishers.com/shop/service-robots-advances-in-research-and-applications/

[2] Wang X. V. and Wang, L. (2021) A literature survey of the robotic technologies during the COVID-19 pandemic, Journal of Manufacturing Systems, 13 February 2021,1-14. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.02.005

[3] Karabegović, I. (2021) Distribution and Implementation of Service Robotic Systems in Medicine, Book: SERVICE ROBOTS: Advances in Research and Application , NOVA Science Publisher, New York, USA, 165-205. https://novapublishers.com/shop/service-robots-advances-in-research-and-applications/

[4] Zilinska, T. (2012) History of Service Robots: In Service Robots and Robotics: desing and Application,edited by Ceccarelli, Marco, Pennsylvania, IGI Global,USA,1-14.

[5] Karabegović, I., Karabegović, E., Mahmić, M. And Husak E. (2021) Service Robots and Artificial Intelligence for Faster Diagnostics and Treatment in Medicine, In: Isak Karabegović (eds) New Technologies,Development and Application IV 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 128. Springer Nature Switzerland AG 2020 , 3-20. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75275-0_1

[6] Bertalan, M. (2017) The Guide to the Future of Medicine: Technology and The Human Touch , Publicher:Webicina Kft.USA,

[7] Karabegović, I., Husak, E.,.Isić, S., Banjanović-Mehmedović, L., and Badnjević, A. (2021) Implementation of Service Robots for Space Disinfection in Medical Institutions: A Review of Control of Corona Virus Infection, Springer Nature Switzerland AG 2021,A. Badnjevic and L. Gurbeta Pokvi´c (Eds.): CMBEBIH 2021, IFMBE Proceedings 84, 921-028, https://doi.org/10.1007/978-3-030-73909-6_102

[8] Karabegović I., Doleček V. (2012) Service robotic , University of Bihać,Technical fakulty, Bihać, Bosna and Herzegovina, 2012

[9] Karabegović I., Doleček V.(2017) The Role of Service Robots and Robotic Systems in the Treatment of Patients in Medical Institutions. In: Hadžikadić M., Avdaković S. (eds) Advanced Technologies, Systems, and Applications. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 3. Springer, Cham. 2017,9-25. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47295-9_2

[10] Karabegović I., Doleček V., and.Karabegović E. (2012) World service robot distrubition and application,
Proceedings: 12th International conference, Rescarch and Development in Mechanical Industry, September 14-17.Vrnjačka Banja, Serbia, 2012, 22-30.

[11] Kaicheng R., Zehao W., and Qingsong X. (2021) Smart Cleaner: A New Autonomous Indoor Disinfection Robot for Combating the COVID-19 Pandemic, Journal Robotics, **10**(87),2021,2-16 https://doi.org/10.3390/robotics10030087, https://www.mdpi.com/journal/robotics

[12] Simmons S., Morgan M., Hopkins T., Helsabeck K., Stachowiak J., Stibich M. (2013) Impact of a multi-hospital intervention utilising screening, hand hygiene education and pulsed xenon ultraviolet (PX-UV) on the rate of hospital associated methicillin resistant Staphylococcus aureus infection. *Journal of Infection Prevention* , **14** (5), 172-174.

[13] Worldometers (2021) https://www.worldometers.info/coronavirus/worldwide-graphs/ ;https://www.worldometers.info/coronavirus/#countries [Accessed 17 Aug 2021]

[14] IFR, "World Robotics Report: 'All-Time High' with Half a Million Robots Installed in one Year," *IFR International Federation of Robotics*.https://ifr.org/ifr-press-releases/news/wr-report-all-time-highwith-half-a-million-robots-installed[Accessed; Dec. 16, 2022].

[15] Bill, M.. Müller, C., Kraus, W., and Bieller, S.,: World Robotics Report 2022, 2022. [Online]. Available: https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf

[16] International Federation of Robotics, "Executive Summary World Robotics 2022 Industrial Robots."2022. [Online]. Available: https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_2022.pdf

[17] World Robotics 2022-Service Robots, (2022) The International Federation of Robotics, Statistical Deparment, Frankfurt am Main, German;5-8. Google Scholar

[18] World Robotics 2021-Service Robots, (2021) The International Federation of Robotics, Statistical Deparment, Frankfurt am Main, German;7-8. Google Scholar

[19] Reed N.G. (2010) The History of Ultraviolet Germicidal Irradiation for Air Disinfection , *Public Health Rep.* 2010 Jan-Feb; **125**(1): 15–27. doi: 10.1177/003335491012500105

[20] Karabegović I., Husak E., Mehmedović Banjanović L. and Isić S. (2021) Research on the Application of Mobile Robots for Disinfection of Contaminated Space With Virus Covid-19, XXII International Conference, Meeting Point of the Science and Practice in the Fields of Corrosion, Materials and Environmental protection, September 13-16, 2021, Tara Mountain, Serbia, 66-83.

[21] Sun K.X., Allard B., Buchman S., Williams S., and Byer R.L.(2006) LED deep UV source for charge management of gravitational reference sensors. Classical and Quantum Gravity. 2006 Mar 28;**23**(8):S141

[22] Bolton J.R. and Cotton C.A. (2008) The Ultraviolet Disinfection Handbook, American Water Works Association,USA, 2008.

[23] Otter J.A., Yezli S., Salkeld J.A., French G.L. (2013) Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to address contaminated surfaces in hospital settings. *American Journal of Infection Control*. **41**(5 Suppl), 2013. S6-S11.DOI: 10.1016/j.ajic.2012.12.004

[24] Karabegović I. and Đukanović M. (2017) The Tendency of Development and Application of Service Robots for Defense, Rescue and Security, International Journal of Advanced Engineering Research and Science, **4**(9), 063-068. https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.4.9.12

[25] Karabegović I., Felić M., and M. Đukanović, Desing and Application of Service Robots in Assisting Patients and Rechabilitations of Patiens, International Journal of Engineering & Technology, **13**(02), 11-17. http://ijens.org/Vol_13_I_02/131102-8282-IJET-IJENS.pdf

[26] Surgical & Dijagnostic Center,The Xenex LightStrike Germ-Zapping Robot,http://thalheimer-kuhlung.com/en/does-uv-light-kill-germs-muvgi-8-uv-c-against-covid-19/ https://lsdc.net/lsdc-news/xenex-lightstrike-germ-zapping-robot/ [Accessed 15 Aug 2022].

[27] Shen Y., Guo D., Ding H., Long F., Xiu L. Mateos Z. et al.:(2021) Robots Under COVID-19 Pandemic: A Comprehensive Survey,IEEE Access,Multidisciplinary,Rapid Review, Vol.**9**.pp:1590-1615,Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2020.3045792

[28] Hauser K. And Shaw R. (2020) How Medical Robots Will Help Treat Patients in Future Outbreaks , https://spectrum.ieee.org/medical-robots-future-outbreak-response (Accessed 15 Aug 2022)

[29] Why Boston Dynamics Is Putting Legged Robots in Hospitals_IEEE Spectrum. [Online]. Available: https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/medical-robots/boston-dynamics-legged-robots-hospitals (Accessed 15 Aug 2022)

[30] Wang J., Peng C., Zhao Y., Ye R., Hong J., Huang H., and Chen L. (2020) Application of a robotic tele-echography system for COVID-19 pneumonia,'*J. Ultrasound Med.*, pp. 1-6, Jun. 2020, doi: 10.1002/jum.15406.

[31] Boston Dynamics (2020), https://nypost.com/2021/03/19/mit-robot-doctors-see-patients-fight-spread-of-covid-19/; https://www.bostonglobe.com/2020/04/23/business/robot-will-see-you-now/

[32] Romero M.E (2020) Tommy the robot nurse helps Italian doctors care for coronavirus patients, The World on 04.15.2020 Word Count 509 Level MAX,

https://newsela.com;https://www.richlandone.org/cms/lib/SC02209149/Centricity/Domain/2452/Edwards_RIL_robot-nurse-coronavirus-2001007955-article_only.pdf

[33] Adier J. (2022) TUG has capabilities on top of capabilities. https://aethon.com/products/

[34] Khan H. Z., Siddique A.,(2020) Chang Won Lee , Robotics Utilization for Healthcare Digitization in Global COVID-19 Management,*Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, ***17***, pp:1-23, 3819; doi:10.3390/ijerph17113819

[35] Wang X.V., Wang L., (2021) A literature survey of the robotic technologies during the COVID-19 pandemic, Journal of Manufacturing Systems 60 (2021) 823–836; https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.02.005

[36] Ackerman, E. Guizzo, E.Shi, F.(2020) Video, Friday: How Robots are Helping to Fight the Coronavirus Outbreak. Available online: https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-hardware/robotshelping-to-fight-coronavirus-outbreak [Accessed: August 12, 2022].

[37] Panasonic Autonomous Delivery Robots—HOSPI—Aid Hospital Operations at Changi General Hospital Panasonic. Available online: https://news.panasonic.com/global/topics/2015/44009.html[Accessed: August 14, 2022].

[38] Swisslog Healthcare, Relay® Autonomous Service Robot for Hospitals. Swisslog. Available online: https://www.swisslog-healthcare.com/en-us/products-and-services/transport-automation/relayautonomous-service-robot [Accessed: August 15, 2022] [39] Xi Vincent Wang *, Lihui Wang (2021) A literature survey of the robotic technologies during the COVID-19 pandemic, Journal of Manufacturing Systems 60 (2021) 823–836; https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.02.005

[40] Ahir S, Telavane D, Thomas R. The impact of artificial intelligence, blockchain, Big data and evolving technologies in coronavirus disease-2019 (COVID-19) curtailment. In: Proc. - Int. Conf. Smart Electron. Commun. ICOSEC 2020; 2020. p. 113–20. https://doi.org/10.1109/ICOSEC49089.2020.9215294

[41] Rames et al. (2020) Ten Innovations that can improve global health. https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/teninnovations-that-can-improve-global-health