



UNIVERZITET U BEOGRADU

EKONOMSKI FAKULTET



UNIVERZITET U BEOGRADU
Ekonomski fakultet

MASTER RAD

**UTICAJ I ZNAČAJ AUTOMATIZACIJE I ROBOTIZACIJE U DIGITALNOJ
TRANSFORMACIJI POSLOVANJA**

Mentor:

Prof. dr Rade Stankić

Kandidat:

Marija Blagojević 2674/2022

BEOGRAD

OKTOBAR, 2023.

Izjava o akademskoj čestitosti

Student/kinja: Марија Крајчевић

Broj indeksa: 2674/2022

Autor/ka maste rada pod nazivom:

Утицај и значај аутоматизације и роботизације
у дигиталној трансформацији пословања

Potpisivanjem izjavljujem:

- da je rad isključivo rezultat mog sopstvenog istraživačkog rada;
- da sam rad i mišljenja drugih autora koje sam koristio/la u ovom radu naznačio/la ili citirao/la u skladu sa Uputstvom;
- da su svi radovi i mišljenja drugih autora navedeni u spisku literature/referenci koji su sastavni deo ovog rada i pisani u skladu sa Uputstvom; o da sam dobio/la sve dozvole za korišćenje autorskog dela koji se u potpunosti/celosti unose u predati rad i da sam to jasno naveo/la;
- da sam svestan/na da je plagijat korišćenje tuđih radova u bilo kom obliku (kao citata, parafraza, slika, tabela, dijagrama, dizajna, planova, fotografija, filma, muzike, formula, veb sajtova, kompjuterskih programa i sl.) bez navođenja autora ili predavljanje tuđih autorskih dela kao mojih, kažnjivo po zakonu (Zakon o autorskom i srodnim pravima, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 104/2009, 99/2011, 119/2012), kao i drugih zakona i odgovarajućih akata Univerziteta u Beogradu;
- da sam svestan/na da plagijat uključuje i predavljanje, upotrebu i distribuiranje rada predavača ili drugih studenata kao sopstvenih;
- da sam svestan/na posledica koje kod dokazanog plagijata mogu prouzrokovati na predati master rad i moj status;
- da je elektronska verzija master rada identična štampanom primerku i pristajem na njegovo objavljivanje pod uslovima propisanim aktima Univerziteta.

Beograd, 8. 11. 2023.

Potpis M. Krajević

Изјава о коришћењу

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива мастер економисте, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду – Економског факултета.

Овлашћујем библиотеку Универзитета у Београду – Економског факултета да у свој дигитални репозиторијум унесе мој завршни (мастер) рад под насловом:

Утицај и значај аутоматизације и роботизације
у дигиталној трансформацији Бослобака

који је моје ауторско дело.

Завршни (мастер) рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Мој завршни (мастер) рад, похрањен у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду – Економског факултета и доступан у отвореном приступу, могу да користе сви који поштују одредбе садржане у СС ВУ лиценци Креативне заједнице (*Creative Commons*), а којом је дозвољено умножавање, дистрибуција и јавно саопштавање дела, и прераде, уз адекватно навођење имена аутора, чак и у комерцијалне сврхе.

Потпис аутора

У Београду, 8.11.2023.

M. Biatović

**UTICAJ I ZNAČAJ AUTOMATIZACIJE I ROBOTIZACIJE U
DIGITALNOJ TRANSFORMACIJI POSLOVANJA**

APSTRAKT

Ovaj istraživački rad predstavlja analizu uloge i značaja automatizacije i robotizacije u kontekstu digitalne transformacije poslovanja. Cilj rada je istražiti na koji način implementacija ovih tehnologija utiče na procese digitalne transformacije i kako doprinosi promenama u poslovanju. Metodologija istraživanja kombinuje empirijski i kvalitativni pristup kako bi se podrobnije razumela dinamika ovih procesa.

Empirijskom analizom istražuju se kvantitativni podaci o implementaciji automatizacije i robotizacije u različitim granama industrije i njihov uticaj na performanse poslovanja. Kvalitativna analiza obuhvata intervjuisanje stručnjaka i analizu relevantnih studija slučaja, kako bi se razumeo širi smisao i faktori koji utiču na uspešnost digitalne transformacije pomoću ovih tehnologija.

Rezultati istraživanja pružaju šire razumevanje načina na koji automatizacija i robotizacija oblikuju promene u poslovnim procesima i modelima tokom digitalne transformacije. Zaključci istraživanja ističu prednosti i koristi, ali i izazove kojima ove tehnologije nagoveštavaju uticaj na poslovne procese.

Ovaj rad doprinosi teorijskom i praktičnom razumevanju načina na koje automatizacija i robotizacija igraju ključnu ulogu u transformaciji poslovanja u digitalnom okruženju, naglašavajući važnost pravilne implementacije i upravljanja ovim procesima.

Ključne reči: automatizacija, industrija, robot, robotizacija

ABSTRACT

This research paper presents an analysis of the role and importance of automation and robotization in the context of digital business transformation. The aim of the paper is to investigate how the implementation of these technologies affects the processes of digital transformation and how it contributes to changes in business. The research methodology combines an empirical and qualitative approach in order to understand the dynamics of these processes in more detail.

Empirical analysis investigates quantitative data on the implementation of automation and robotization in various branches of industry and their impact on business performance. Qualitative analysis includes interviewing experts and analyzing relevant case studies, in order to understand the broader meaning and factors that influence the success of digital transformation using these technologies.

The research results provide a broader understanding of how automation and robotization are shaping changes in business processes and models during digital transformation. The research conclusions highlight the advantages and benefits, but also the challenges that these technologies imply impact on business processes.

This paper contributes to the theoretical and practical understanding of how automation and robotization play a key role in the transformation of business in the digital environment, emphasizing the importance of proper implementation and management of these processes.

Keywords: automation, industry, robot, robotization

SADRŽAJ

UVOD.....	1
Predmet istraživanja	2
Cilj istraživanja	2
Metode istraživanja	3
Hipoteze istraživanja	4
Struktura i sadržaj rada	4
1. DIGITALIZACIJA I DIGITALNA TRANSFORMACIJA.....	6
1.1. Pojmovi digitalizacija i digitalna transformacija	7
1.2. Digitalne mogućnosti, dometi i ograničenja.....	11
1.3. Promene koje generiše digitalna transformacija	12
2. ROBOTIZACIJA I AUTOMATIZACIJA	13
2.1. Pojmovi automatizacija i robotizacija	13
2.1.1. Automatizacija u poslovanju	14
2.1.2. Roboti	18
2.1.3 Robotika.....	22
2.1.4 Robotizacija u poslovanju	24
2.2 Razlike između automatizacije i robotizacije u industriji	25
2.3 Opšte specifičnosti robotskih sistema.....	26
2.4 Klasifikacija robotskih sistema.....	30
2.5 Budućnost robotske tehnologije.....	37
3. UTICAJ AUTOMATIZACIJE I ROBOTIZACIJE NA DIGITALNU TRANSFORMACIJU POSLOVANJA	40
3.1 Uloga automatizacije i robotizacije u digitalnoj transformaciji poslovanja.....	41
3.2 Značaj automatizacije i robotizacije u digitalnoj transformaciji poslovanja.....	43
3.3 Globalni trendovi automatizacije i robotizacije poslovanja	45
3.4 Društveni aspekti automatizacije i robotizacije	47
4. PRIMERI IZ PRAKSE	49
4.1 Automatizacija i robotizacija u industriji	49

4.2 Automatizacija i robotizacija u trgovini.....	50
4.3 Automatizacija i robotizacija u poljoprivredi.....	51
4.4 Automatizacija i robotizacija u medicini.....	52
ZAKLJUČAK.....	57
LITERATURA.....	59
Knjige.....	59
Članci.....	60
Internet strane.....	61

UVOD

Ovaj master rad ima za cilj da pruži dublje i sveobuhvatno razumevanje ključnih pojmova i principa vezanih za automatizaciju i robotizaciju unutar šireg okvira digitalne transformacije poslovanja. Kroz dubinsku analizu ovih koncepata, istraživanje ima za svrhu rasvetljavanje njihovog značaja, uticaja i implikacija na organizacionu dinamiku i poslovne procese. Uvodni deo rada osmišljen je kako bi čitaocima pružio jasnoću u vezi sa svrhom i fokusom istraživanja. Prvo, definisan je predmet istraživanja, odnosno konkretno istraživanje uticaja i značaja automatizacije i robotizacije unutar digitalne transformacije poslovanja. Ciljevi rada su postavljeni u kontekstu dubokog razumevanja kako ovih tehnoloških fenomena, tako i njihovog uticaja na organizacije.

Polazne pretpostavke i hipoteze čine bitan segment u izgradnji osnove za analizu. Pretpostavke se temelje na pretpostavljenim stanjima, dok hipoteze pružaju okvir za istraživanje. Te pretpostavke i hipoteze služe kao temelj za metodologiju istraživanja koja će se primeniti u radu. Kroz precizno definisanje metodologije istraživanja, obezbeđuje se kredibilnost i pouzdanost prikupljenih podataka i analiza. Dalje, rad ističe značaj istraživanja i njegovu aktuelnost u savremenom poslovnom okruženju. Uvođenje automatizacije i robotizacije kao ključnih faktora u digitalnu transformaciju poslovanja ima dalekosežne implikacije na način rada, upravljanja, pa čak i na samu strukturu organizacija. Ovaj rad će se baviti razumevanjem ovih implikacija i značaja unutar dinamičkog okruženja sa kojim se organizacije danas suočavaju.

Konačno, ovaj uvod definiše i strukturu rada, naglašavajući kako će dalje poglavlja istraživati i analizirati uticaj i značaj automatizacije i robotizacije u digitalnoj transformaciji poslovanja. Izlaganje će biti usmereno ka osvetljavanju ključnih termina, proučavanju dosadašnjih istraživanja i konceptualnom razmatranju kako ovi fenomeni oblikuju poslovni svet. S obzirom na sve navedeno, naučni značaj ovog rada ogleda se u pružanju dubljeg razumevanja kako automatizacija i robotizacija utiču na digitalnu transformaciju poslovanja. Kroz analitički pristup, ovaj rad će pokušati da rasvetli načine na koje ovi koncepti preoblikuju organizacione strategije, modele poslovanja i načine interakcije sa tržištem.

Predmet istraživanja

Savremeno poslovno okruženje doživljava duboke i suštinske transformacije pod uticajem masovne primene digitalnih tehnologija. Ovaj fenomen izaziva širok dijapazon stavova i analiza, od optimističkih vizija budućih trendova do zabrinutosti zbog potencijalnih negativnih posledica. Digitalizacija i digitalna transformacija oblikuju tržišta, redefinišu način poslovanja i oblikuju radne prakse. Međutim, proces potpunog preobražaja organizacija i njihova tranzicija na digitalne načine poslovanja predstavljaju kompleksan i višedimenzionalan proces. U tom kontekstu, automatizacija i robotizacija zauzimaju ključno mesto. Automatizacija se referiše na primenu tehnologije radi automatizacije zadataka, često kroz zamenu ljudskog angažmana mašinskim procesima. Ovo obuhvata širok spektar tehnoloških rešenja, od osnovnih mehaničkih uređaja do sofisticiranih računarskih sistema. S druge strane, robotizacija podrazumeva upotrebu robota za izvršenje različitih zadataka. Fokus ovog istraživanja leži u analizi uloge i značaja koje robotizacija i automatizacija imaju unutar procesa digitalne transformacije poslovanja.

Primena naprednih tehnologija, uključujući robotiku, ključno je izmenila način kako živimo i poslujemo. Robotika ima bogatu istoriju primene u poslovnom svetu, ali su se tehnologija robotizacije i automatizacije značajno unapredile tokom godina. Današnji roboti su kompleksniji i sposobni obavljati širi spektar zadataka u poređenju sa prethodnim generacijama. Njihova primena nije ograničena samo na specifične sektore, već je prisutna u raznolikim oblastima ljudske delatnosti. Osnovni cilj ovog rada je istraživanje uticaja koje robotizacija i automatizacija imaju na procese digitalne transformacije poslovanja.

Ovim istraživanjem se analizira uloga automatizacije i robotizacije, a poseban fokus je stavljen na njihov značaj unutar šireg konteksta digitalne transformacije poslovanja. Cilj istraživanja je pružiti dublje razumevanje kako ovi tehnološki koncepti transformišu način rada, upravljanja i organizacione strukture.

Cilj istraživanja

Glavni cilj ovog master rada je temeljna analiza uticaja i značaja automatizacije i robotizacije u procesu digitalne transformacije poslovanja. Primenom ovih tehnoloških inovacija, želimo dublje razumeti kako doprinose efikasnosti i produktivnosti u različitim sektorima industrije. Ovaj rad ima za cilj da pruži sveobuhvatno razmatranje načina na koje ovi tehnološki procesi oblikuju ekonomske

okvire i primenu u različitim granama industrije, istražujući suštinske karakteristike transformacije i njihove implikacije na društvenu privredu.

Kroz detaljnu analitičku obradu i sistematsko istraživanje, ovaj rad će dublje istražiti ključne prednosti koje automatizacija i robotizacija nude, sagledavajući njihove bitne razlike i kako se njihova implementacija reflektuje na poslovne procese i tržište rada. U tom kontekstu, posebna pažnja će biti posvećena teorijskom i praktičnom razvoju efekata koje ovi procesi imaju unutar opsežne digitalne transformacije poslovnih sistema.

Nakon istraživačke analize, konačni rezultati će biti precizno prikazani i analizirani u okviru ovog rada. Njihov suštinski doprinos će produbiti razumevanje složenih veza između automatizacije i robotizacije u širem kontekstu digitalne transformacije poslovanja. Proučavanjem ove teme sa teorijskog i empirijskog aspekta, ovaj rad će omogućiti dublje sagledavanje značaja koje ovi tehnološki koncepti imaju u kontekstu digitalne transformacije poslovnog sveta.

Metode istraživanja

U cilju dubljeg razumevanja teme ovog master rada, biće primenjena metodologija koja obuhvata precizne procese i tehnike za prikupljanje podataka i analizu, sa svrhom sticanja novih spoznaja i produbljenog razumevanja analizirane oblasti. Ispitivanje postavljenih hipoteza će se bazirati na korišćenju visokokvalitetnih podataka dobijenih iz pouzdanih izvora, uključujući naučne i stručne radove, relevantne knjige, stručne udžbenike, kao i podatke iz priznatih baza podataka, časopisa, publikacija i relevantnih veb-sajtova. Ovi podaci će poslužiti kao temelj za dublje razumevanje informacija i njihovu prezentaciju u svrhu daljeg istraživanja i zaključivanja. Preuzeti podaci će biti temeljno analizirani i obrađeni kako bi se omogućila njihova upotreba u daljem istraživanju i izvođenju zaključaka. U ovom radu, podaci će biti prikazani kako u kvalitativnom - opisnom, tako i u kvantitativnom - numeričkom obliku.

Pri izradi ovog master rada, biće korišćene različite metode, uključujući osnovne metode, naučne metode i metode prikupljanja i analize podataka. Osnovne metode obuhvataju analitičku metodu i metodu deskripcije. Analitička metoda će se primeniti dekomponirajući predmet istraživanja na njegove komponente koje će biti pojedinačno analizirane. Metoda deskripcije će dominirati većim delom rada, omogućavajući čitaocima da se upoznaju sa osnovnim postulatima svakog segmenta istraživanja. U okviru naučnih metoda, poseban naglasak će biti na metodi komparacije, koja omogućava dublje razmatranje sličnosti i razlika među različitim aspektima tehnologije, iz čega će

proizaći relevantni stavovi i zaključci. Metodologija prikupljanja i analize podataka, posebno fokusirana na statističke podatke dobijene iz različitih izvora, će biti ključna u donošenju konkretnih zaključaka u okviru oblasti istraživanja.

Hipoteze istraživanja

U okviru ovog master rada, postavljene su hipoteze koje će biti detaljno istražene kako bi se produbilo razumevanje uticaja i značaja automatizacije i robotizacije u procesu digitalne transformacije poslovanja.

Prva hipoteza koja će biti pažljivo ispitana tvrdi da primena automatizacije i robotizacije u poslovnim procesima značajno doprinosi povećanju efikasnosti i produktivnosti organizacija. Ova hipoteza implicira da tehnološki napredak putem automatizacije i robotizacije dovodi do optimizacije poslovnih procedura, smanjenja grešaka i ubrzanja izvršavanja zadataka.

Druga hipoteza, koja će takođe biti temeljno analizirana, ističe da procesi automatizacije i robotizacije ne samo da poboljšavaju efikasnost, već imaju i značajan uticaj na promene u poslovnim modelima i na tržištu radne snage. Ova hipoteza predviđa da će napredna tehnologija izmeniti strukturu poslovnih modela i oblikovati nove pristupe pružanju usluga, uz posledične implikacije na zahteve i organizaciju radne snage.

Treća hipoteza istražuje adaptaciju organizacija na procese automatizacije i robotizacije i njihov uticaj na upravljačke modele. U ovom kontekstu, pretpostavlja se da će organizacije koje uspešno integrišu ove tehnologije razviti nove upravljačke strategije i modele kako bi efikasno upravljale promenama u poslovnim procesima.

Kroz detaljnu analizu i empirijska istraživanja, ovaj rad će težiti da potvrdi ili ospori postavljene hipoteze. Rezultati ovog istraživanja će pružiti suštinske uvide u vezu između uticaja i značaja automatizacije i robotizacije unutar okvira digitalne transformacije poslovanja.

Struktura i sadržaj rada

Ovaj master rad se sastoji od četiri poglavlja koja temeljno analiziraju uticaj i značaj automatizacije i robotizacije u kontekstu digitalne transformacije poslovanja.

Poglavlje 1: Digitalizacija i digitalna transformacija

Prvo poglavlje precizno definiše pojmove digitizacije, digitalizacije i digitalne transformacije. Analizira se kako digitalna transformacija oblikuje poslovno okruženje, sa posebnim naglaskom na konkretne promene koje donosi.

Poglavlje 2: Automatizacija i robotizacija

Ovo poglavlje dublje analizira razlike između automatizacije i robotizacije, istražujući njihove specifičnosti. Takođe, pruža uvid u budućnost robotske tehnologije.

Poglavlje 3: Uloga i značaj automatizacije i robotizacije

Centralno poglavlje detaljno istražuje kako automatizacija i robotizacija doprinose digitalnoj transformaciji poslovanja. Poseban naglasak se stavlja na globalne trendove i društvene aspekte ovih procesa.

Poglavlje 4: Primeri iz prakse

Ovo poglavlje prezentuje konkretne primere primene automatizacije i robotizacije u različitim sektorima, uključujući industriju, trgovinu, poljoprivredu i medicinu.

Kroz ovu strukturu, master rad će detaljno istražiti kompleksne veze između automatizacije i robotizacije i digitalne transformacije poslovanja, pružajući uvide u ovu aktuelnu temu.

1. DIGITALIZACIJA I DIGITALNA TRANSFORMACIJA

U 21. veku, tehnološki napredak kontinuirano remodelira društvo i individualno iskustvo. Ključni pokretači ovih promena su digitalni procesi poput digitizacije, digitalizacije i digitalne transformacije, neophodni za prilagodljivost savremenim tehnološkim trendovima i tržišnim zahtevima. Iako se ovi pojmovi često koriste kao sinonimi, preciznija analiza otkriva njihove različite uloge u ovom adaptivnom procesu. Ovaj uvod će pružiti jasniju sliku o poreklu ovih termina i njihovom razvoju tokom vremena.

Digitizacija predstavlja prvi korak u transformaciji poslovanja. Gartnerov rečnik informatike definiše digitizaciju kao pretvaranje analognih informacija u digitalni format. Ovaj proces obuhvata skeniranje, konverziju i arhiviranje tradicionalno čuvanih analognih materijala u digitalni oblik, sa ciljem olakšavanja skladištenja, upravljanja i pristupa podacima. Digitizacija takođe doprinosi automatizaciji i optimizaciji poslovnih procesa, smanjujući rizik od grešaka i povećavajući efikasnost.

Digitalizacija predstavlja sledeći korak u ovom kontinuumu transformacije. Iako nema univerzalno prihvaćenu definiciju, M. Gobble u svom članku objašnjava pojam digitalizacija, koji se uopšteno odnosi na sveobuhvatnu integraciju digitalne tehnologije u društvo. To podrazumeva sveprisutnu upotrebu digitalnih alatki i resursa u svakodnevnom životu i poslovanju.

Digitalna transformacija poslovanja predstavlja najnapredniji stadijum u ovom procesu. Ovaj koncept označava dublje promene u načinu poslovanja uz primenu digitalnih tehnologija, stavljajući korisnike i njihove potrebe u sam fokus. Ova transformacija znači fundamentalnu promenu organizacionih struktura i pristupa poslovanju, omogućavajući veću efikasnost, inovaciju i konkurentne prednosti, ali isto tako stvarajući nove izazove i zahtevajući promene u korporativnoj kulturi.

U nastavku ovog rada, detaljnije ćemo istražiti svaki od ovih pojedinačnih aspekata, kako bismo bolje razumeli njihovu važnost i uticaj na savremeno poslovanje. Analiziraćemo kako su oblikovali način na koji organizacije komuniciraju, rade i zadovoljavaju potrebe svojih korisnika. Osim toga, istražićemo kako su ovi procesi omogućili veću efikasnost, inovaciju i konkurentsku prednost, ali su isto tako postavili nove izazove i potrebe za promenom korporativne kulture.

1.1. Pojmovi digitalizacija i digitalna transformacija

U savremenom društvu, digitalizacija i digitalna transformacija su procesi od suštinskog značaja. Ovi pojmovi ne predstavljaju samo tehničke promene, već i duboke transformacije u načinu razmišljanja organizacija o svojim poslovnim ciljevima i strategijama. Era informacija zahteva od organizacija da prepoznaju značaj ovih procesa kako bi ostale konkurentne na tržištu. Ovaj rad istražuje ključne aspekte digitalizacije i digitalne transformacije poslovanja i njihov uticaj na organizacije u današnjem vremenu.

Digitalizacija se može definisati kao proces pretvaranja tradicionalnih analognih podataka u digitalni format. Ključna karakteristika digitalizacije je automatizacija poslovnih procesa, što rezultira smanjenjem vremena potrebnog za obavljanje zadataka, bržom razmenom informacija, većom efikasnošću i boljim upravljanjem resursima. Ova transformacija primenjuje se u svim aspektima poslovanja, bez obzira na kompleksnost.

Pojam "digitalizacija" ima svoje korene u eseju Roberta Wachala iz 1971. godine, u kojem je razmatrana društvena implikacija "digitalizacije društva" u kontekstu kompjuterski podržanog humanističkog istraživanja. Odatle, digitalizacija je postala tema brojnih radova i literature, fokusirajući se ne samo na sam proces, već i na način na koji mediji strukturiraju i oblikuju savremeni svet.

Digitalizacija takođe ima različite konotacije u društvenim interakcijama. Odnosi se na prelazak sa analognih na digitalne tehnologije u međuljudskoj komunikaciji, uključujući elektronsku poštu, mobilne uređaje i društvene mreže, udaljavajući nas od tradicionalnih analognih metoda kao što su pošta i telefonski pozivi.

S druge strane, digitalna transformacija poslovanja obuhvata širi i sveobuhvatniji skup promena. Ovaj koncept uključuje transformaciju poslovne kulture, strategije i operativnih modela organizacija, sa naglaskom na postavljanju krajnjih korisnika u prvi plan. Digitalna transformacija koristi napredne tehnologije kao što su veštačka inteligencija, analiza podataka i cloud računarstvo kako bi se stvorila konkurentna prednost i bolje zadovoljile potrebe klijenata. Ova transformacija je od suštinskog značaja za prilagođavanje poslovanja digitalnom ekosistemu 21. veka i ključna za dugoročni uspeh organizacija u savremenom poslovnom okruženju.

Digitalna transformacija ide korak dalje od tehničkih promena i obuhvata promenu fundamentalnog načina razmišljanja i poslovnog modela kako bi se iskoristile nove digitalne mogućnosti. Ona utiče na sve aspekte organizacije, uključujući komunikaciju sa kupcima, unutrašnje procese, pristup tržištu i inovacije. Ovaj proces je ključan za dugoročni opstanak preduzeća u dinamičnom poslovnom okruženju.

Digitalizacija podrazumeva uvođenje digitalnih tehnologija u organizaciju i poslovne procese. Ovaj proces obuhvata konkretnu primenu digitalnih alatki i uređaja kako bi se unapredila efikasnost i brzina izvršavanja zadataka, čime se olakšava skladištenje, upravljanje i pristup podacima. Digitalizacija takođe doprinosi automatizaciji i optimizaciji poslovnih procedura, što smanjuje rizik od grešaka i povećava efikasnost.

U današnjem poslovnom okruženju, digitalna transformacija je postala neophodna za opstanak kompanija. Sve više organizacija teži da iskoristi prednosti koje pružaju digitalni poslovni modeli, pri čemu informaciona tehnologija nije više samo prolazna tehnologija za rutinske poslovne zadatke, već se smatra najmoćnijim alatom za konkurenciju na tržištu.

U semantičkom smislu, digitalna transformacija postaje sve prepoznatljivija već više od 15 godina. Vremenom, digitalna transformacija sve češće služi za objašnjavanje i opisivanje promena koje se dešavaju u društvu pod uticajem inovativnih tehnologija i kako te promene utiču na poslovanje kompanija i funkcionisanje javnih servisa.

Gregory Vial (2019), definiše digitalnu transformaciju kao „proces čiji je cilj unapređenje entiteta aktiviranjem važnih promena uključivanjem tehnologija povezivanja, kao i informacione, komunikacione i računarske tehnologije“.

Uvažavajući da se ovde radi o još uvek nezaokruženom izrazu po značenju, digitalna transformacija se samim tim različito formuliše. Samim tim, može se reci da još uvek ne postoji jedno opšteprihvaćeno ili univerzalno objašnjenje ovog pojma. Najčešće, pod ovim izrazom se podrazumeva apsolutno refokusiran način poslovanja vođen uslovima tržišta, koji se bazira na primeni modernih tehnologija i njihovih disruptivnih inovacija. Prema nekim autorima, digitalna transformacija predstavlja “korišćenje novih tehnologija, pri čemu tehnologija nije ključna, već se radi o uvođenju novih digitalnih biznis modela u poslovanje i prilagođavanje svog poslovanja novim digitalnim trendovima”.

U globalnom kontekstu, digitalna transformacija poslovanja predstavlja najbrže rastući trend u oblasti informacionih tehnologija i poslovanja. Ovaj transformacioni model nije isključivo tehnološki trend, već se smatra središtem poslovnih strategija u gotovo svim industrijskim sektorima i tržištima. Westermann i njegove kolege definišu digitalnu transformaciju kao kontinuirani proces kojim se preduzeća prilagođavaju i pokreću disruptivne promene, kako kod svojih klijenata, tako i na tržištima. Ovaj proces koristi digitalne veštine kako bi modernizovao poslovne modele, proizvode i usluge, stvarajući besprekorno povezano digitalno, fizičko, poslovno i korisničko iskustvo. Takođe, doprinosi poboljšanju operativne efikasnosti i performansi organizacija.

Velike kompanije su veoma rano prepoznale vrednost i mogućnosti koje digitalna transformacija pruža. Pod ovim pojmom, one podrazumevaju novi pristup vođenju poslovanja usmeren na promenu internih i eksternih strategija kompanije. Kroz primenu novih tehnologija, ove kompanije omogućavaju agilniji rad svojih zaposlenih i stvaraju dublje i sadržajnije odnose sa potrošačima.

Iako postoje manje razlike, današnju digitalnu transformaciju uglavnom pokreće i ubrzava interes kompanija za unapređenje iskustva svojih internih i eksternih korisnika, sa jasno definisanim ciljevima - optimizacijom i automatizacijom procesa radi povećanja produktivnosti i/ili smanjenja troškova poslovanja. Ova dva faktora značajno utiču na opšte poslovne prioritete, čineći digitalnu transformaciju središnjim elementom većine korporativnih strategija.

Digitalni poslovni svet poseduje specifičnu karakteristiku koja je do sada nedostajala - gotovo sve postaje merljivo do najmanjih detalja. Ulazimo u eru stalnih inovacija, a suština se ogleda u dva osnovna principa. Prvo, neophodno je neprestano praćenje potreba krajnjih korisnika i prilagođavanje lanca vrednosti prema njima. Drugo, kontinuirano stvaranje dodatne vrednosti zahteva proširenje mreže partnera putem inovativnih platformi. U literaturi se navode brojni primeri o tome kako nove tehnologije transformišu različite industrije, kao što su autonomna vozila u transportnom sektoru, roboti u logistici ili medicini, ekonomija deljenja u turizmu i drugi. Takođe, drugi ključni pokretači inovacija u savremenom poslovanju obuhvataju Internet stvari (IoT), virtuelnu i proširenu stvarnost i sve učestalije, kognitivno računarstvo.

Digitalna transformacija je svojim brzim napretkom, primenom i postignućima već znatno izmenila, a prema svim prognozama, i dalje će značajno transformisati široki spektar poslovnih sektora. Tempom promena se postiže rapidno ubrzanje, a promene se neprekidno šire u svim smerovima.

Disrupcija se dešava na organizacionom, društvenom i individualnom nivou. Prema scenariju digitalne tehnologije, novi poslovni modeli i strategije koje generišu, nastaviće da primarno utiču na većinu poslovnih organizacija i javnih servisa sa sve većom snagom, bez obzira na eventualne otpore.

Kao posledica ovakvih pristupa, ne postoji univerzalna formula digitalne transformacije koja bi bila jedinstvena kako po svom organizacionom sklopu, tako i po načinu poslovanja. Implementacija digitalne transformacije u kompanijama ili preduzećima mora uzeti u obzir unutrašnje specifičnosti, kao i razvojne strategije i ciljeve koje se planiraju postići. Na osnovu dosadašnjeg iskustva, možemo prepoznati tri ključna stuba digitalne transformacije u smislu strukturisanja i dizajniranja:

- relevantan sadržaj;
- odgovarajući komunikacioni kanali;
- podaci o korisnicima.

Nivo digitalizacije u različitim ekonomijama i sektorima značajno varira, što stvara značajne razlike među kompanijama. Najveći broj evropskih kompanija može se svrstati u dve osnovne kategorije: "digitalni istraživači" i "digitalni lideri". "Digitalni istraživači" prepoznaju potrebu za digitalnom transformacijom, ali se nalaze u početnoj fazi preoblikovanja svojih tradicionalnih poslovnih modela u digitalne. U ovom kontekstu, njihovi napori često su usmereni na prilagođavanje postojećih operativnih procesa digitalnom okruženju, a manje na razvoj digitalnih proizvoda ili potpuno novih poslovnih modela. Takve kompanije se često opisuju kao "digitalni otpornici", jer im nedostaje jasna strategija digitalne transformacije, a postojeći napori često nisu usklađeni na strateškom nivou.

S druge strane, "digitalni lideri" su organizacije koje su uspešno razvile konkretna digitalna rešenja, proizvode i usluge. Oni su agresivni u implementaciji novih digitalnih tehnologija i poslovnih modela, često sa fokusom na revitalizaciju postojećih tržišta ili kreiranje potpuno novih. Stručnjaci iz oblasti tehnologije i biznisa su saglasni da je digitalna transformacija ključna za konkurentске prednosti i prosperitet svakog poslovnog subjekta u današnjem svetu. Centralna tačka te transformacije često leži u primeni digitalnih tehnologija i njihovom integracijom u ključne procese.

Prednosti digitalizacije i digitalne transformacije poslovanja su mnogobrojne. Jedna od ključnih prednosti je povećana konkurentska prednost. Organizacije koje brže prihvate digitalne tehnologije često su bolje opremljene za prilagođavanje promenama na tržištu. Automatizacija i optimizacija

procesa mogu značajno smanjiti troškove i povećati produktivnost. Pored toga, analiza podataka i personalizacija usluga omogućavaju bolje razumevanje i zadovoljstvo kupaca.

Digitalna transformacija predstavlja ključni faktor za uspeh organizacija u 21. veku. Ona donosi brojne prednosti, uključujući efikasnije poslovanje, poboljšanu konkurentsku poziciju i mogućnost inovacije. Međutim, ovaj proces takođe nosi sa sobom izazove, budući da zahteva značajne investicije u opremu i obuku zaposlenih, a promena kulture može naići na otpor među zaposlenima.

Ključno je da menadžeri prepoznaju važnost ovih promena i obezbede podršku i resurse za uspešnu digitalnu transformaciju. To podrazumeva posvećenost lidera i organizacije da se prilagode promenama koje donose digitalne tehnologije. Samo kroz kontinuirano usvajanje i prilagođavanje novim tehnološkim trendovima, organizacije će biti spremne za budućnost.

1.2. Digitalne mogućnosti, dometi i ograničenja

Ubrzani tehnološki razvoj dovodi do globalne digitalne transformacije društva. Primena savremenih tehnoloških dostignuća menja gotovo sve aspekte ljudskog života, uključujući način rada, komunikaciju, kupovinu i slobodno vreme.

Prema stručnjaku za digitalni marketingu i profesoru na Lynchburg College School of Business and Economics, Kaufmanu, digitalnu transformaciju kompanija moraju podržavati vlada, akademska zajednica i mediji. Proces potpune transformacije kompanija i njihov prelazak na digitalni način rada je neizvestan i kompleksan. Kompanije ne mogu same sebe potpuno digitalno transformisati, jer je za to potrebno značajno okruženje i eksterna stručna edukativna podrška.

Proces transformacije je ključan za opstanak kompanija u današnjem globalizovanom i međusobno povezanom ekonomskom okruženju. Imperativi preživljavanja uključuju integraciju, komunikaciju između kompanija i njihovih kupaca, međusobnu korisničku interakciju, kao i razvoj strategija i taktika kompanija koje se temelje na stvarnoj vrednosti i poverenju korisnika.

U širem kontekstu, digitalna transformacija znači potpunu promenu, u kojoj menadžeri takođe moraju učiti, a ne samo zaposleni. To uključuje koncept celoživotnog učenja, usklađenog sa EU okvirom za EU Kompetencije, kako bi ekonomija i društvo razvili mehanizme za razvoj kompetencija

i sposobnosti. Ovo je posebno važno jer je proizvodnja novih stručnih profila kroz obavezno obrazovanje sporija i manje fleksibilna.

1.3. Promene koje generiše digitalna transformacija

Digitalizacija donosi brojne i duboke promene kako u poslovanju, tako i u drugim segmentima društvenog života. Trend usvajanja strategija digitalne transformacije snažno utiče na korporacije i podstiče ih da unaprede svoje poslovanje.

Digitalizacija se sprovodi primenom digitalnih tehnologija, direktno ili indirektno, imajući uticaj na kreiranje vrednosti, konkurentnost, organizacionu strukturu, ljudske resurse, proizvodne procese, usluge, sistem nagrađivanja i napredovanja, kao i profilisanje strategije razvoja. Brzi prelazak na digitalno poslovanje poremetiće sve industrije i sektore i zahvatiće gotovo ceo geografski prostor. Takođe, digitalizacija menja način povezivanja kompanija sa krajnjim korisnicima, stvarajući novu vrednost u zajedničkoj interakciji.

U digitalnoj eri, dvosmerna komunikacija sa kupcima postaje ključna za poslovni uspeh. To uključuje praćenje proizvoda i usluga koje kupci traže u kontekstu njihovog dinamičkog učešća, što postaje ključno za ostvarivanje poslovnog uspeha.

Digitalna transformacija poslovanja zahteva nov način razmišljanja i pristup rešavanju problema. Ključ uspeha digitalizacije obuhvata novu strategiju, poboljšanje korisničkog iskustva, digitalni marketing, savremeni CRM sistem, razvoj novog modela upravljanja i poslovanja i inoviran organizacioni dizajn.

S obzirom na sve aspekte digitalne transformacije, njena vrednost postaje očigledna, a njeni efekti se ogledaju u povećanju profitabilnosti i rastu kompanija u različitim sektorima. U mnogim slučajevima, to podrazumeva i redefinisane aktuelnih poslovnih modela. Ova prednost se ogleda u aktiviranju i mobilizaciji svih postojećih i potencijalnih resursa unutar modernih kompanija, što nije slučaj kod tradicionalnih poslovnih modela.

2. ROBOTIZACIJA I AUTOMATIZACIJA

U ovom poglavlju, biće posvećena pažnja analizi bogate terminologije koja okružuje oblast automatizacije, robotike i robotizacije, istražujući suštinske elemente ovih pojmova. U kontekstu Industrijske revolucije i razvoja Industrije 4.0, automatizacija je izrasla kao ključna tehnološka komponenta, temeljno redefinišući načine obavljanja zadataka i procesa. Kroz upotrebu različitih mašina koje su postepeno zamenile ljudski fizički rad, automatizacija se nametnula kao oslonac savremenog industrijskog pejzaža.

Danas, automatizacija i robotizacija su integralni delovi modernih poslovnih modela, zbog njihove sposobnosti da transformišu način obavljanja poslova. Kako bismo dublje razumeli ove koncepte i razloge njihove neizostavnosti, ovaj deo naučnog rada ima za cilj definisanje ključnih pojmova:

- Automatizacija;
- Robotika;
- Robotizacija.

Svaki od ovih pojmova nosi sa sobom specifična značenja i implikacije, doprinoseći raznolikosti tehnoloških i poslovnih inovacija. Kroz temeljnu analizu ovih koncepta, stvaramo osnovu za dublje razmatranje njihovog uticaja i značaja u kontekstu digitalne transformacije poslovanja.

2.1. Pojmovi automatizacija i robotizacija

Na početku, važno je naglasiti da procesi automatizacije i robotizacije, iako imaju slične ciljeve, ne predstavljaju iste pojmove. Ipak, bez obzira na njihove razlike, ovi procesi doprinose poboljšanju i olakšavanju poslovnih operacija na različite načine. Oba termina imaju svoje korene u industriji i tehnologiji, ali se njihova primena širi na različite sfere rada.

Automatizacija predstavlja širok koncept koji obuhvata primenu različitih tehnologija za automatizaciju različitih zadataka. S druge strane, robotizacija je usmerena isključivo na upotrebu robota i ima uže definisano područje primene.

Pojam automatizacije potiče od grčke reči "automatus," što znači "samopokretan". Ovaj koncept ima dugu istoriju i datira još iz antičkih civilizacija, gde su se prvi put uspešno primenjivali automatizovani uređaji u muzičkim instrumentima i pozorištima. Homer je, na primer, opisivao pokretne stolice u svom epu "Ilijada", a Aristotel je razmatrao mehanizme koji bi radili na osnovu

pokornosti i predviđanja. Međutim, nakon završetka antičke ere, ova dostignuća su privremeno nestala, zajedno sa znanjem i veštinama tog vremena.

Automatizacija se odnosi na primenu tehnologije koja ima za cilj potpuno ili delimično zameniti ljudski rad u obavljanju operativnih zadataka. Glavna svrha je da se teški fizički poslovi prenesu na mašine koje su potpuno samostalne, dok bi radna snaga mogla biti usmerena na kreativnije i složenije zadatke.

Za razliku od automatizacije, robotizacija potiče od češke reči „robot“. Roboti se sastoje od mehaničkih ruku, opremljenih sensorima, koje se pokreću na osnovu naredbi koje daju mikroprocesori ili računari, često sa ugrađenim kamerama. Pojam je nastao kao plod naučne fantastike 1920. godine, kad ga je upotrebio češki pisac Karel Čapek u svojoj knjizi “Rossum's Universal Robots”(Murphy, 2019, str. 38). Koncept robotizacije odnosi se na primenu robota za automatizaciju poslovnih procesa. Cilj jeste da robot skroz zameni čoveka na poslovima koje on ne želi ili ne može da radi.

2.1.1. Automatizacija u poslovanju

Automatizacija, iako često mešana sa pojmovima automatika i automatsko upravljanje, predstavlja ključnu komponentu modernog poslovanja. Ovi slični, ali dopunjujući pojmovi, zajedno doprinose efikasnosti i produktivnosti u različitim oblastima. Automatika je naučna disciplina koja se bavi projektovanjem, analizom i upravljanjem automatizovanim sistemima, proučavajući komponente koje omogućavaju automatizaciju i razvijajući sisteme za automatsko upravljanje. Automatsko upravljanje, s druge strane, podrazumeva proces kontrole i izvršenja sistema upravljanja putem predefinisanih algoritama kako bi se postigli unapred postavljeni ciljevi. Automatizacija predstavlja transformaciju neautomatizovanih procesa u automatizovane, gde nije neophodno direktno prisustvo čoveka za upravljanje. Ova sposobnost se ostvaruje kroz primenu tehnoloških rešenja, uključujući senzore, softver i druge upravljačke sisteme. Automatizacija je uspela da proдре i u domen umnog rada čoveka, postavši ključni faktor modernizacije i unapređenja poslovnih modela.

Automatizacija je ključna u savremenom poslovanju jer može obavljati zadatke koji su teški, često i opasni za ljude. Iako ne postoji univerzalno prihvaćena definicija automatizacije, različite definicije se javljaju u enciklopedijama, knjigama, radovima i člancima, često varirajući u terminologiji.

Automatizacija se definiše kao primena tehnologije ili sistema kako bi se zadaci izvršavali bez direktnog ljudskog angažmana. Ova tehnika koristi različite tehnološke komponente, uključujući senzore, softver i upravljačke sisteme. Ključna karakteristika automatizacije je njena sposobnost za prepoznavanje i izvršavanje zadataka bez ljudske intervencije.

Početno, troškovi implementacije automatizacije bili su visoki, ali se vremenom opravdavaju kroz povećanje produktivnosti, poboljšanje kvaliteta proizvoda i smanjenje grešaka. Automatizacija se prvo primenjivala u oblastima koje su zahtevale rad sa opasnim materijalima i procesima, kao što je rad sa radioaktivnim materijalima.

Neke od ključnih prednosti koje se prepisuju primeni automatizacije u poslovanju su:

1. Povećana efikasnost i produktivnost;
2. Smanjenje grešaka;
3. Optimizacija resursa i smanjenje troškova;
4. Kvalitetniji proizvod;
5. Dvadesetčetvoročasovna operativnost;
6. Porast zadovoljstva kod zaposlenih i klijenata.

Povećana efikasnost i produktivnost predstavljaju dve najznačajnije prednosti koje opravdavaju uvođenje automatizacije. Uklanjanjem teških fizičkih postupaka, ubrzava se obavljanje većeg broja poslova na zahtevnijim nivoima i smanjuje se vreme potrebno za obavljanje konkretnih zadataka. Takođe, neutrališu se greške koje mogu nastati usled napornih i monotonih poslova. Primenom automatizacije, dolazi do boljeg korišćenja raspoloživih resursa, zaposleni se usmeravaju na zahtevnije i kreativnije zadatke, racionalnije se troše materijali i značajno se štedi na vremenu. Sve prethodno navedeno ima uticaj na smanjivanje troškova i povećanje profitabilnosti.

Automatizacija se danas uglavnom prvenstveno primenjuje u svrhe povećanja kvaliteta u procesu proizvodnje, kada značajno može da poboljša kvalitet proizvoda. Takođe, ovakvim sistemima nije potreban odmor ili pauza, pa mogu raditi i bez prestanka, a da to ne utiče na kvalitet proizvoda. Automatizovani sistemi su egzaktni i smanjuju rizik od grešaka, čime se održava određeni standard proizvoda. Racionalnije korišćenje inputa, manji broj grešaka i bolja kontrola doprinose poboljšanju kvaliteta proizvoda. Na kraju, zadovoljstvo kod zaposlenih raste usled obavljanja poslova bez grešaka, stvara se radna sredina bez poteškoća i omogućava dalje napredovanje, a kupci kao rezultat dobijaju preciznije proizvode i/ili usluge.

Istorijski gledano, automatizacija se fokusirala na kreiranje alata za industrijsku upotrebu. Preciznost koju je robot postizao obavljajući planirane i ciklične poslove, merila se uspešnošću industrijskih manipulacionih robota. Industrijski manipulatori su uređaji ili roboti koji prave različite pokrete kako bi obavili fizičke zadatke. Oni su ključni elementi automatizacije poslovnih procesa jer poboljšavaju efikasnost, preciznost i bezbednost.

Ključni aspekti automatizacije koji doprinose ukupnoj sposobnosti su planovi, akcije, modeli i prezentacija znanja. Planiranje je bilo među najznačajnijim oblastima koje su doprinele razvoju veštačke inteligencije. Generisanje i izvršavanje planova su usko povezani, ali bez obzira na to treba ih razlikovati. Robot mora prvo da kreira plan, pa tek onda može da ga izvrši. Kontrolni pristupi smatraju izvršavanje planova važnijim od generisanja, stavljajući u fokus izvršavanje unapred određenih pokreta koji se ponavljaju nebrojano puta. Kod industrijske automatizacije čovek može da napravi plan uz pomoć uređaja za podučavanje tako što će da nauči robota pokretima koje će koristiti. Fokus se stavlja na sposobnost robota da što brže ponovi zadate pokrete na isti način, bezbroj puta.

Automatizacija planiranih pokreta često se oslanja na determinističke algoritme. Ovi algoritmi zahtevaju unapred precizno definisano okruženje. Deterministički algoritmi su karakteristični za automatizaciju, gde postoji direktna veza između ulaza i izlaza, što znači da za određeni skup ulaznih podataka postoji samo jedan mogući izlaz. Ovi algoritmi su široko primenjivani u oblastima kao što su navigacija, vođenje i kontrola. Determinizam igra ključnu ulogu u automatizaciji, obezbeđujući pouzdanost u postizanju željenih rezultata. Na primer, u industrijskim postrojenjima, gde se strogo definišu parametri i uslovi za izvršavanje zadatka, deterministički algoritmi omogućavaju precizno i dosledno upravljanje procesima. Suprotno tome, roboti koji nisu deterministički, tj. čiji izlazi nisu apsolutno predvidivi na osnovu ulaza, mogu predstavljati izazov za korisnike. U takvim slučajevima, nije moguće garantovati da će robot izvršavati isti zadatak na isti način svaki put. Ovo može biti posebno problematično kada se ne može objasniti zašto robot postupa na određeni način ili kada nije jasno zašto nije u mogućnosti da ispunji zadatke ili ih ispunjava na nepredvidiv način. Razumevanje uloge determinizma u automatizaciji ključno je za projektovanje i upravljanje automatizovanim sistemima, posebno u okruženjima gde se zahteva visok nivo preciznosti i doslednosti.

Model sveta je računski relevantna reprezentacija, koju robot mora da poseduje kako bi mogao da razume okruženje tj. svet. Reprezentacija sveta ne mora da bude velika. Model može samo da ima

mape sa prostorima koji su zauzeti, a koji nisu. Takođe, model može biti kolekcija modela sveta. Mape ili spisak prepreka na koje može da se naiđe, mogu biti unapred programirani. Za automatizaciju je karakterističan zatvoren model. „Pretpostavka zatvorenog sveta kaže da se sve moguće zna a priori, da nema iznenađenja” (Murphy, 2019). Na osnovu ove tvrdnje može se zaključiti da apsolutno svaki objekat, događaj ili uslov koji se ne nalazi u bazi podataka, jeste lažan.

Automatizacija zahteva od robota da reaguje na signale ili neobrađene podatke kako bi izvršio zadatke. Međutim, često se javlja izazov u procesu transformacije tih neobrađenih signala u definisane objekte ili razumevanje situacije. Ovaj problem nastaje zbog poteškoća koje roboti imaju u identifikaciji objekata ili interpretaciji okoline. U mnogim slučajevima, automatizacija počinje sa pretpostavkom da se objekti s kojima robot interaguje nalaze na precizno određenim mestima.

U formalnoj logici, ovo znači da se svaki objekat, uslov ili događaj koji nisu eksplicitno navedeni u bazi podataka tretira kao netačan ili nepostojeći. Algoritmi koji se koriste u automatizaciji, a koji rade sa pretpostavkom otvorenog sveta, uzimaju u obzir činjenicu da lista mogućih stanja, objekata ili uslova ne može biti potpuno specificirana. Ovi algoritmi često koriste tehnike mašinskog učenja kako bi dodavali nove objekte ili događaje u svoj model kako bi bolje odgovarali promenljivom okruženju. Kada se svet predstavlja formalnom logikom, koristi se naprednija logika koja dozvoljava sistemu da revidira svoje tvrdnje o svetu kada se objekti pomere ili kada dođe do promena. U suprotnom, ne može se garantovati ispravan logički zaključak. Iako veštačka inteligencija teži stvaranju sistema koji mogu funkcionisati u otvorenim svetovima, implementacija ovih sistema možda neće u potpunosti zadovoljiti ta visoka očekivanja.

Cilj automatizacije je smanjenje potrebe za ljudskim intervencijama u radu mašina, iako ovakav pristup može dovesti do grešaka u sistemu čovek-mašina. Mašina u ovom kontekstu predstavlja svako sredstvo koje čovek koristi za rad i sa kojim interaguje. Čovek-mašina sistem je kompleksan sistem u kojem se kroz interakciju čoveka i mašine upravlja mašinama kako bi se ostvarili određeni ciljevi.

Uprkos stepenu autonomije koji roboti mogu imati, često se očekuje da će čovek intervenisati u slučaju grešaka ili problema. Međutim, ovo ne garantuje nužno da će problem biti adekvatno rešen, jer ljudi možda neće reagovati dovoljno brzo ili neće imati sve potrebne informacije za donošenje ispravnih odluka. Ovaj problem se često naziva "čovek-van-petlje" (OOTL) problem. Jedan od načina za rešavanje ovog problema je dizajniranje sistema tako da omogući ljudima da

lakše razumeju stanje robota i da efikasnije kontrolišu rad sistema. U ranim fazama primene fabričke automatizacije, zaključeno je da je manja automatizacija često bolja opcija. Pokazalo se da su ljudi, iako nisu direktno uključeni u rad sistema, potrebni za brže prepoznavanje i rešavanje problema koji mogu zaustaviti proizvodnju. Vreme zastoja i gubici su bili manji kada su ljudi prisutni i mogu pratiti rad robota, te efikasnije reagovati u slučaju problema. Stoga se pokazalo isplativijim zadržati ljudsku prisutnost kako bi rešavali retke i kompleksne probleme, umesto da se potpuno eliminiše njihova uloga u sistemu koji su koristili samo u slučaju problema.

Industrijski manipulatori su konstruisani tako da koriste interne senzore položaja kako bi izvodili optimalne putanje za niz očekivanih radnji (Murphy, 2019). Ovaj dizajn pretpostavlja da se manipulator nalazi u povoljnom okruženju i da u njegovom radnom prostoru nema prepreka. Takav model omogućava robotima brže izvršavanje zadataka, uz istovremeno održavanje nižih troškova, budući da ne zahteva upotrebu dodatnih spoljnih senzora.

Međutim, kada su zadaci robota složeniji, razlika između automatizacije i autonomije postaje značajnija. Klasična automatizacija u robotici optimizuje fizičke karakteristike robota, poput preciznosti, ponovljivosti i ekonomske isplativosti, ali pod uslovom da su okolni faktori savršeno usklađeni sa robotom. Ovo može dovesti do problema prilagođavanja robota novim zadacima, jer su takvi sistemi često specifični za jedan zadatak i teško se prilagođavaju promenljivim okruženjima. Sa druge strane, veštačka inteligencija (AI) koristi algoritme za obavljanje različitih inteligentnih zadataka. U kontekstu autonomnih sistema, dizajner ima kontrolu nad tim algoritmima i određuje koje sposobnosti uključiti u sistem. Autonomni roboti se oslanjaju na ovu veću fleksibilnost kako bi se prilagodili različitim zadacima i promenljivim uslovima, čineći ih sposobnim za rešavanje šireg spektra problema. Dakle, iako automatizacija može biti efikasna za jednostavne zadatke, autonomija igra ključnu ulogu u omogućavanju robotima da se nose sa složenim i promenljivim situacijama, omogućavajući veću prilagodljivost i širu primenu u različitim industrijama.

2.1.2. Roboti

Robotika je oblast koja se bavi primenom robota u automatizovanim procesima. Da bismo dublje razumeli ovu oblast, prvo je neophodno definisati i razmotriti pojam robota, njihovu istoriju, funkcionalnost, kao i raznolikost u njihovoj primeni.

Današnji roboti su, u suštini, mehanički uređaji koji često imaju antropomorfni izgled. Karel Čapek, češki književnik, prvi je koristio reč "robot" u svojoj knjizi "Rossum's Universal Robots" 1920. godine. Reč "robot" ima korene u slovenskim jezicima, gde "rabota" označava rad, a srpski jezik koristi reč "rob" kao njen koren. Ova reč asocira na zamenu ljudi u teškim fizičkim poslovima. U Čapekovoju knjizi, roboti su predstavljeni kao bića sastavljena od bioloških delova, sposobna da zamene ljude u različitim zadacima (Murphy, 2019, 38).

Filmovi poput "Metropolisa" (1926), "Dana kada je Zemlja stala" (1951) i "Zabranjena planeta" (1956) utemeljili su percepciju robota kao mehaničkih entiteta, zanemarujući biološke elemente koje je Čapek uveo. Ova promena je dodatno podržana razvojem industrijske automatizacije, uključujući i upotrebu robotskih ruku. U isto vreme, računari su počeli da se koriste širom industrije i u računovodstvu, često se percipirajući kao "doslovno orijentisani", tj. izvršavajući zadate komande bez uzimanja u obzir potencijalnih prepreka (Murphy, 2019, 38).

Isaac Asimov je dodatno razradio koncept antropomorfnih i mehaničkih robota u svojim pričama, posebno u zbirci "Ja, Robot". Ovde se pojavljuju i njegova tri zakona robotike, koji su, iako razumni, često stvaraju mogućnost za neočekivano ponašanje robota.

Roboti imaju široku primenu, uključujući zamenu ljudi, asistenciju, udaljeno upravljanje i zabavu. Upotreba robota obuhvata obavljanje opasnih, prljavih i dosadnih poslova. U kontekstu opasnih zadataka, kao što su vojne operacije, razvoj veštačke inteligencije je ključan za postizanje inteligentnih sposobnosti kod robota. Ova inteligencija omogućava robotima da percipiraju i razumeju svoje okruženje, reaguju na promene u njemu i maksimiziraju šanse za uspeh, što je ključna karakteristika inteligentnih robota (Murphy, 2019, 38).

Pored fizičkog izgleda, inženjerski principi omogućavaju raznolikost u dizajnu robota, dok oni i dalje obavljaju svoje zadatke. Na primer, pametni usisivači su primer različitosti u fizičkom izgledu robota, ali imaju zajedničku svrhu - obavljanje kućnih poslova (Murphy, 2019, 38).

Ovaj širok spektar primene i raznolikost u dizajnu robota čine robotiku izazovnom, ali i izuzetno perspektivnom oblašću, sa potencijalom da transformiše mnoge aspekte našeg svakodnevnog života.

Roboti su sastavljeni od pet glavnih komponenti odnosno efektora, percepcija, kontrolera, komunikacione komponente i napajanja. Efektori su dodaci robotima, koji omogućavaju realizaciju

zadataka, poput šake, točkića ili hvataljke. Oni izvršavaju pokrete na osnovu dobijenih informacija od senzora. Percepcija je skup senzora koja obezbeđuje robotu da doživi svoje okruženje. Doživljaj je ekvivalentan očima, ušima, nosu i dodiru. Percepcija se sastoji od uređaja koji prikupljaju signale tj. senzora i algoritama, koji tumače te signale. Kontroler je poput mozga, gde se kompjuterskim procesorima tumače dobijene informacije i odlučuje o daljim postupcima. Kontrolna komponenta sadrži proračune koji omogućavaju robotu da maksimizira svoje šanse za uspeh. Komunikacione komponente predstavlja način na koji robot komunicira sa svojom okolinom. Električno napajanje je izvor energije kod robota, potrebno kako bi se izvršili zadaci.

Roboti se razlikuju u mnogim aspektima, uključujući modalitet, veličinu i svrhu upotrebe. Klasifikacija robota na osnovu ovih karakteristika omogućava bolje razumevanje i organizaciju različitih vrsta robota. Postojeća podela obuhvata najosnovnijih sedam kategorija robota. Klasifikacija robota prema ovim kategorijama pomaže u boljem razumevanju njihove primene i karakteristika, što je od suštinskog značaja za razvoj i upotrebu robota u različitim industrijama i oblastima istraživanja.

Prva kategorija obuhvata robote koji su stacionirani na zemlji. Ovi roboti se nazivaju mobilni roboti ili bezposadna kopnena vozila (engl. Unmanned Ground Vehicle - UGV). Termin UGV se sve više koristi za opis svih robota koji se kreću po tlu. BKV (Bezposadna kopnena vozila) su robotski uređaji koji se samostalno kreću po tlu i obavljaju različite zadatke bez potrebe za ljudskom intervencijom.

Ovi mobilni roboti mogu se dalje klasifikovati u tri glavne grupe:

1. humanoidni roboti (antropomorfni);
2. mobilni roboti (neantropomorfni);
3. minijturni roboti.

Humanoidni roboti su impresivna dostignuća tehnologije koja su dizajnirana da izgledaju i ponašaju se slično ljudima. Ovi roboti imaju anatomiju koja podseća na ljudsku figuru, sa glavom, trupom i ekstremitetima koji su fleksibilni i sposobni za različite pokrete. Kao rezultat kombinacije precizne mehanike i naprednih senzora, humanoidni roboti mogu da detektuju udaljenost, skeniraju okolinu, održavaju ravnotežu i izvode različite zadatke. Jedna od ključnih karakteristika humanoidnih robota je njihova veštačka inteligencija, koja im omogućava da samostalno donose odluke i reaguju na promenljive okolnosti. Ova sposobnost čini ih izuzetno korisnim u raznim oblastima. Jedno od područja gde se humanoidni roboti sve više primenjuju je istraživanje. Mogu

se koristiti za istraživanje neprijateljskih ili nepristupačnih terena gde bi ljudi bili izloženi riziku. Takođe, mogu da budu korisni za istraživanje svemira ili podvodnih dubina, gde je ljudska prisutnost ograničena.

Edukacija je još jedna oblast gde humanoidni roboti mogu da igraju ključnu ulogu. Oni mogu da budu interaktivni instruktori ili asistenti u učenju, pomažući studentima da bolje razumeju složene koncepte. U medicini, humanoidni roboti mogu biti korisni za razne medicinske procedure. Na primer, mogu asistirati u hirurškim operacijama ili čak izvršavati precizne mikro-hirurške zadatke koji bi bili izazovni za ljudske ruke. Turizam je oblast gde humanoidni roboti sve više dobijaju primenu. U Japanu, otvoren je hotel u kojem je polovina zaposlenih čine humanoidni roboti. Ovi roboti dočekuju goste, pomažu im oko registracije i pružaju informacije o hotelu i okolini. Komunikacija sa ljudima je takođe oblast u kojoj humanoidni roboti mogu biti korisni. Oni mogu da budu korišćeni za poboljšanje komunikacije sa osobama sa posebnim potrebama, kao i za pružanje emocionalne podrške, što nas dovodi do zaključka da su humanoidni roboti izuzetno raznovrsni i korisni u mnogim oblastima. Njihova sposobnost da imitiraju ljudske pokrete i donose samostalne odluke čini ih vrednim partnerima u istraživanju, edukaciji, medicini, turizmu i komunikaciji. Budućnost donosi još veći potencijal za primenu ovih fascinantnih tehnoloških dostignuća.

Mobilni roboti predstavljaju klasu robota koja se bitno razlikuje od humanoidnih robota, kako izgledom tako i primarnom svrhom. Ovi roboti su opremljeni specifičnim mehanizmima za kretanje i često se procenjuju na osnovu njihove efikasnosti u obavljanju različitih zadataka. Klasična kategorizacija mobilnih robota obuhvata one namenjene vojnoj upotrebi i javnoj bezbednosti. U vojnoj upotrebi, mobilni roboti često se dele u tri osnovne kategorije, nazvane "man-packable," "man-portable," i "maxi," pri čemu se razlikuju po svojim transportnim i nosivim mogućnostima za ljudsku upotrebu. "Man-packable" vozila su kompaktna i lagana, što omogućava jednoj osobi da ih nosi na leđima, u rančevima ili uz pomoć posebnih nosača. "Man-portable" vozila su takođe prenosiva, ali zahtevaju dvoje ljudi za njihovu manipulaciju i nošenje. "Maxi" vozila, s druge strane, su suviše velika i teška da bi ih pojedinac podigao i preneo od tačke A do tačke B. Ove različite kategorije mobilnih robota su dizajnirane sa specifičnim potrebama na umu i koriste se u različitim vojnim operacijama. Važno je napomenuti da se ovi roboti ne koriste samo za vojnu svrhu, već i za javnu bezbednost, kao što su spasilačke misije ili istraživanje u neprijateljskim ili opasnim sredinama.

Minijaturni roboti često nazivani "Motes," predstavljaju malene senzorske uređaje koji često nemaju pokretne delove (efektore) za kretanje ili manipulaciju okolinom. Njihova glavna svrha je prikupljanje različitih vrsta podataka iz okoline, koje potom mogu obrađivati i prenositi. Ovi uređaji često sadrže senzore za praćenje pokreta, svetlosti, zvuka, temperature, vlažnosti vazduha i drugih faktora okoline.

Druga kategorija robota obuhvata bespilotne letelice koje se koriste u vazduhu. Ovi roboti se razlikuju po svojoj veličini i obliku, a možemo ih svrstati u tri glavne grupe. Prvu grupu čine bespilotni avioni sa fiksnim krilima, čija je upotreba često vezana za vojne svrhe. Drugu grupu čine rotorske letelice, koje funkcionišu na način sličan helikopterima, sposobne su za vertikalno uzletanje i sletanje. Manji primeri ovih letelica često se koriste kao igračke ili u komercijalne svrhe. Treću grupu čine male ili mikro bespilotne letelice, karakteristične po tome što njihove dimenzije ne prelaze dva metra. Ovi uređaji mogu imati i fiksna krila i rotorske sisteme.

Treću kategoriju čine bespilotna pomorska vozila, koja se koriste na ili pod vodom. Vozila koja funkcionišu na površini vode nazivaju se bespilotnim površinskim vozilima, dok se ona koja operišu pod vodom nazivaju bespilotnim podmorskim vozilima. U ove kategorije spadaju autonomna podvodna vozila i vozila sa daljinskim upravljanjem.

Autonomna podvodna vozila obično su unapred programirana i ne zahtevaju konstantan nadzor čoveka. Za preciznost, možemo ih nazvati automatizovanim podvodnim vozilima. Važno je razlikovati automatizaciju od autonomije u robotici. Automatizacija se odnosi na upotrebu robota kao alata, dok autonomija podrazumeva sposobnost robota da donosi odluke i deluje kao agent.

S druge strane, vozila sa daljinskim upravljanjem (ROV) su podvodni roboti koji zahtevaju stalnu i direktnu komunikaciju sa operaterima na površini. Jedan od poznatih primera ovih ROV-ova je Hercules, koji se koristi za dubinska istraživanja okeana i podvodne operacije.

2.1.3 Robotika

Robotika je multidisciplinarna grana inženjeringa koja obuhvata dizajn, konstrukciju, operaciju i primenu robota, kao i računarske sisteme za njihovo upravljanje, senzorsku povratnu informaciju i obradu podataka. Ova oblast predstavlja integraciju naučnih disciplina, uključujući mašinstvo, elektrotehniku, informacioni inženjering i računarstvo, kako bi se stvorili inteligentni sistemi sposobni za obavljanje različitih zadataka, često opasnih po život ljudi. Istorija razvoja robotike ima

duboke korene, a ključni trenuci u njenom napretku uključuju period Drugog svetskog rata i razvoj nuklearne industrije. U ovim vremenima, roboti su uglavnom posmatrani kao alati za razne zadatke. Nakon Drugog svetskog rata, inženjeri su stekli veću kontrolu nad mašinama i električnim uređajima, delimično zahvaljujući kibernetici.

Kibernetika je prvobitno bila usmerena na proučavanje i razvoj automatskih sistema za upravljanje, kako kod životinja tako i kod mašina. Ovaj termin je postao široko prihvaćen i primenjivan. Kibernetika je predstavljala pokušaj da se roboti ne posmatraju samo kao alati, već da se razviju u inteligentne entitete sposobne za složenije zadatke.

U ranim 1960-ima, došlo je do odvajanja pristupa između inženjeringa i veštačke inteligencije u oblasti robotike. Inženjering se više fokusirao na poboljšanje alatki, kao što su industrijski alati ili uređaji za nuklearnu industriju. Na primer, razvoj robotske ruke je bio motivisan potrebom za masovnom proizvodnjom nuklearnog oružja i energije. U to vreme, industrijski roboti su bili razvijeni sa ciljem optimizacije specifičnih i ograničenih zadataka, često bez potrebe za visokim nivoom veštačke inteligencije. Ova kategorija robota se posebno isticala razvojem robotskih ruku i pokretnih platformi.

Sa druge strane, pristupi veštačke inteligencije su bili usmereni na razvoj prilagodljivih mobilnih robota bez potrebe za neprekidnim nadzorom, često se opisujući kao "agenti". Veštačka inteligencija je omogućila ovim robotima da se prilagode različitim situacijama i uče iz okoline. Na primer, roboti za čišćenje koriste senzore i veštačku inteligenciju za interakciju sa svojim okruženjem.

U poslednjih nekoliko godina, postoji tendencija da se roboti posmatraju kao deo tima zajedno sa ljudima, gde se kombinuju njihove sposobnosti kako bi se postigli zajednički ciljevi. Ovo se često naziva "mešovitim timovima" i podrazumeva saradnju između robota i ljudi, gde svaki član dopunjuje svojim veštinama i sposobnostima timski rad.

Modeliranje zajedničkih kognitivnih sistema postaje značajno u situacijama gde se roboti koriste za zadatke koji zahtevaju saradnju sa ljudima ili gde se očekuje da donose odluke i deluju u promenljivim okruženjima. NASA, na primer, postavlja visoke standarde za inteligentne robote, zahtevajući da budu u mogućnosti da osećaju, razumeju govor, razmišljaju, uče i komuniciraju sa drugim entitetima kako bi efikasno izvršavali svoje zadatke.

2.1.4 Robotizacija u poslovanju

Industrija 4.0 predstavlja četvrtu industrijsku revoluciju, a njen temelj leži u tehnološkom napretku i automatizaciji. Robotizacija, kao ključni deo ovog koncepta, predstavlja proces u kojem se koriste roboti kako bi se automatizovali različiti poslovni procesi.

Ova revolucija se bazira na integraciji raznovrsnih tehnologija, uključujući mašinsko učenje, obradu prirodnog jezika i veštačku inteligenciju. Mašinsko učenje se bavi razvojem algoritama i računarskih sistema koji se, putem iskustva, prilagođavaju različitim situacijama. Da bi se prevazišli izazovi u vezi sa obradom prirodnog jezika, razvijena je disciplina poznata kao "Obrada prirodnog jezika", koja se bavi komunikacijom između računara i ljudskog jezika. Kombinovanjem ove discipline sa veštačkom inteligencijom, postiže se bolje razumevanje i generisanje ljudskog jezika. Veštačka inteligencija predstavlja sposobnost računarskih sistema da izvršavaju zadatke koji zahtevaju ljudsku inteligenciju. Ovaj kontinuirani razvoj tehnologije je omogućio robotizaciji da postane jedna od najuticajnijih tehnologija u okviru Industrije 4.0.

Cilj robotizacije je da poveća efikasnost, produktivnost, preciznost i smanji troškove u različitim industrijama. Roboti se mogu koristiti za obavljanje raznovrsnih zadataka, uključujući one koji zahtevaju visok nivo stručnosti i složenosti. Osim toga, primena robota je od suštinskog značaja u situacijama koje predstavljaju opasnost po ljudski život. Ovo su samo neke od brojnih prednosti koje donosi robotizacija.

Robotizaciju čini nekoliko ključnih komponenti, a svaka od njih ima važnu ulogu u stvaranju efikasnih i autonomnih robotskih sistema:

1. **Robotski manipulatori:** Robotski manipulatori su pokretljivi delovi robota koji izvršavaju različite zadatke. Sastoje se od zglobova i spojnica koji omogućavaju precizne pokrete i pozicioniranje. Ova komponenta je od suštinskog značaja za fizičko izvršavanje radnji.
2. **Senzori:** Senzori su čulni organi robota. Koriste različite vrste senzora, uključujući kamere, laserske senzore, ultrazvučne senzore i mnoge druge, kako bi dobili informacije o okolini. Ovi podaci se koriste za navigaciju, prepoznavanje objekata, izbegavanje prepreka i druge zadatke.

3. Kontrolni centar: Kontrolni centar je centralna komponenta koja omogućava korisnicima da planiraju, upravljaju i nadgledaju aktivnosti robota. Ovde se razvijaju algoritmi za upravljanje robotom, planiranje ruta i reagovanje na promenljive uslove.
4. Softver: Softver je skup algoritama i programa koji omogućavaju robotu da izvršava različite zadatke. Ovo uključuje algoritme za upravljanje motorima, procesiranje senzorskih podataka i donošenje odluka na osnovu prikupljenih informacija.
5. Veštačka inteligencija: Veštačka inteligencija omogućava robotima da uče, prilagode se promenljivim uslovima i donose kompleksne odluke. Ova komponenta omogućava robotima da postanu autonomniji i efikasniji u izvršavanju zadataka.
6. Mrežni sistem: Mrežni sistem omogućava daljinsko upravljanje i nadgledanje robota putem interneta. To znači da korisnici mogu kontrolisati robota i pristupiti njegovim podacima i kamerama čak i kada se fizički ne nalaze blizu robota. Ovo je posebno korisno u kontekstu autonomnih vozila i daljinskih operacija.

Ove komponente zajedno omogućavaju robotima da obavljaju različite zadatke bez potrebe za neprekidnim ljudskim nadzorom. Time se postiže veća efikasnost i produktivnost u različitim industrijama i primenama.

2.2 Razlike između automatizacije i robotizacije u industriji

U današnjem industrijskom okruženju, termini automatizacija i robotizacija često se koriste kao sinonimi, što često dovodi do konfuzije. Ipak, ovi pojmovi imaju različita značenja i primene. U nastavku ćemo analizirati ključne razlike između ova dva koncepta kako bismo bolje razumeli njihove karakteristike i prednosti.

Automatizacija predstavlja širi koncept. Ovaj termin se odnosi na primenu tehnologije i sistema za olakšavanje poslova, uključujući upotrebu različitih industrijskih manipulatora i sistema. Sistem automatizacije koristi unapred definisane algoritme i naredbe za izvršavanje ponavljajućih zadataka. On se može modifikovati kako bi se prilagodio promenljivim okolnostima ili procesima, uz minimalnu ljudsku intervenciju.

Robotizacija, s druge strane, predstavlja podskup automatizacije i usmerena je na primenu fizičkih robota ili autonomnih sistema za izvršavanje specifičnih zadataka. Ovi roboti mogu biti različitih vrsta, uključujući industrijske, humanoidne ili mobilne robote. Za razliku od automatizacije, robotizacija često ne zahteva značajne modifikacije u postojećim sistemima ili infrastrukturi.

Ključne razlike između ova dva koncepta uključuju:

1. Sposobnost oponašanja ljudskih pokreta: Robotizacija omogućava robotima da imitiraju ljudske pokrete radi izvršavanja zadataka. Automatizacija se obično fokusira na izvršavanje unapred definisanih programa i nema sposobnost oponašanja ljudskih pokreta.
2. Prisutnost robota: Robotizacija često uključuje fizičku prisutnost robota ili autonomnih sistema. Automatizacija može biti softverska ili se odnositi na kontrolu uređaja i sistema bez fizičke prisutnosti robota.
3. Potrebno znanje za implementaciju: Da bi se koristila automatizacija, često je potrebno poznavanje programiranja, programskih jezika i skriptiranja. Robotizacija, s druge strane, omogućava korisnicima da se usredsrede na funkcionalnosti i ne zahteva specifično znanje o programiranju.
4. Ciljevi: Glavni cilj automatizacije je povećanje efikasnosti, smanjenje troškova, smanjenje ljudske intervencije i minimiziranje grešaka u postojećim procesima. Robotizacija se često koristi za izvršavanje novih i raznovrsnijih zadataka, omogućavajući robotima da samostalno i precizno obavljaju zadatke.

Važno je napomenuti da automatizacija često koristi manje složene sisteme za jednostavne zadatke koji se mogu brzo promeniti i prilagoditi. To omogućava brzu implementaciju i niže početne investicije. S druge strane, robotizacija može biti dugoročno isplativija jer štedi vreme, novac i radnu snagu, posebno za zadatke koji zahtevaju visok nivo preciznosti i autonomije.

2.3 Opšte specifičnosti robotskih sistema

Robotski sistemi predstavljaju revolucionarna tehnička sredstva u domenu kompleksne automatizacije proizvodnih procesa. Njihova primena omogućava potpunu eliminaciju ručnog rada kako u pomoćnim, tako i u osnovnim tehnološkim operacijama (Vukobratović i dr., 1986).

Termin "robotski sistem" odnosi se na robota kao potpuno funkcionalnu celinu. Ovaj entitet obuhvata ne samo mehanizme, elektroniku i senzore, već takođe sadrži i računarske komponente i veštačku inteligenciju. Ovo omogućava robotu da izvršava različite zadatke i ostvaruje komunikaciju sa svojom okolinom.

Ključni temelj robotskih sistema čine robotski mehanizmi. Ovi mehanizmi predstavljaju fizičke komponente robota, uključujući ruke, noge ili druge pokretne delove koji omogućavaju manipulaciju objektima ili kretanje u trodimenzionalnom prostoru. Robotski mehanizmi obuhvataju raznovrsne elemente kao što su spojevi, zglobovi, elektromotori, senzori i druge mehaničke komponente koje konstituišu telo robota.

Kada se analiziraju iz perspektive teorije mehanizama, aktivni mehanizmi u oblasti robotike predstavljaju složene kinematičke lance koji su, u opštem slučaju, promenljive strukture. Ovi lanci često sadrže veliki broj članova, a sami članovi takođe mogu varirati u dužini. Osim toga, ovi mehanizmi poseduju osnažene i upravljane mehaničke stepene slobode. Sa stanovišta teorije sistema, robotski mehanizmi su složeni nelinearni multivarijabilni dinamički sistemi (Vukobratović, 1986).

Aktivni mehanizmi su mehanički delovi koji nisu samo primenjeni na robote, nego i na različite sisteme i uređaje, omogućavajući im kretanje i manipulaciju. Ako se posmatra broj kinematičkih lanaca, aktivni mehanizmi mogu biti prosti i složeni. Prosti mehanizmi podrazumevaju jedan kinematički lanac, dok se složeni odnose na više prostih kinematičkih lanaca. Takođe, na osnovu kinematičkih ograničenja koja se nalaze na krajnjim članovima, mogu biti otvoreni mehanizmi i zatvoreni, koji su u kontaktu sa fiksnom osnovom.

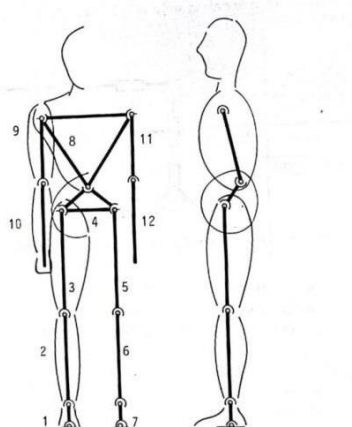
Kinematički članovi su međusobno povezani kinematičkim parovima. Članovi mogu biti pokretni i nepokretni, poznati još kao i podloga. Kinematički par se sastoji od dva člana mehanizma koja se mogu na različite načine povezati kako bi mogli da se relativno pomeraju.

Kinematički članovi unutar robotskih mehanizama međusobno su povezani putem kinematičkih parova. Ovi članovi mogu biti pokretni ili nepokretni, poznati i kao podloge. Kinematički par čini dva člana mehanizma koja se na različite načine povezuju kako bi omogućili relativno kretanje. Klasifikacija kinematičkih parova zavisi od načina spajanja i uključuje pet klasa i tri tipa. Kinematički parovi prve klase dozvoljavaju pet stepeni slobode u kretanju, dok kinematički parovi pete klase dozvoljavaju samo jedan stepen slobode. Prvi tip kinematičkih parova omogućava maksimalan broj

kretanja, drugi tip dodaje ograničenje na jedno od rotacionih kretanja, dok se treći tip odlikuje ograničenjima na dva rotaciona kretanja u poređenju sa prvim tipom.

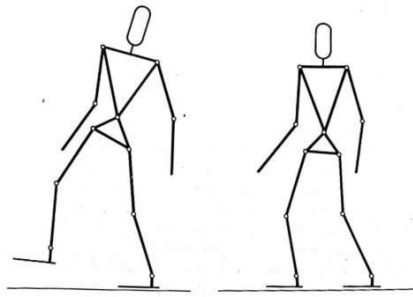
Kinematički parovi čine osnovu za formiranje kinematičkih lanaca, koji se dalje mogu klasifikovati kao otvoreni ili zatvoreni lanac. Otvoreni lanac nastaje kada kinematički član učestvuje samo u jednom kinematičkom paru. Zatvoren lanac, s druge strane, obuhvata član koji učestvuje u više od dva kinematička para.

Jedan od primera složenih mehanizama koji uključuju članove koji učestvuju u više od dva kinematička para je egzoskeleton. Egzoskeleton se sastoji od 12 pokretnih članova, koji su povezani u parove treće klase prvog tipa. Na slici 2.3.1 može se uočiti jedan kinematički lanac koji formiraju članovi od 1 do 8 i druga dva otvorena kinematička lanca od 8 do 10 i od 11 do 12, koji formiraju ruke i telo.



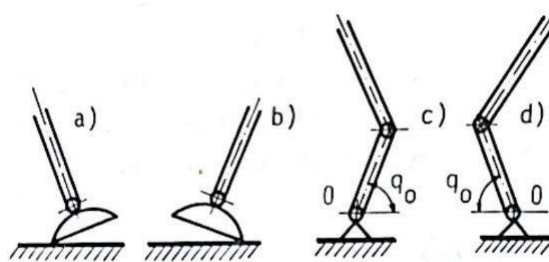
Slika 2.3.1. Šema antropomorfnog mehanizma

Antropomorfni mehanizmi, koji se često koriste u različitim aplikacijama, poseduju značajnu osobinu, tj. sposobnost redoslednog prelaska iz otvorene u zatvorenu konfiguraciju. Ovo svojstvo ilustruje slika 2.3.2. Tokom svog rada, antropomorfni mehanizmi prolaze kroz jednoosloničke i dvoosloničke faze. Oslonačka površina, često nazivana "stopa," može se rotirati oko svojih ivica.



Slika 2.3.2. Konfiguracije antropomorfnog mehanizma

Možemo primetiti kako se stopa prebacuje sa jedne ivice na drugu u trenutku. Ovo dovodi do trenutnih promena u položaju šarnira O . Sistem postaje statički nestabilan kako se koordinata q_0 povećava, što predstavlja izazov u smislu upravljanja. Takođe, ova promena dovodi do pojave neupravljivih stepeni slobode. Međutim, ovi neupravljivi stepeni slobode mogu se upravljati indirektno, koristeći druge osnažene stepene slobode i dodatne informacije o silama dinamičke reakcije na kontaktima stopa mehanizma sa podlogom. Da bi se simulirali stvarni uslovi, mehanizmi ovog tipa imaju odgovarajuća kinematička ograničenja u svakom zglobu.



Slika 2.3.3. Šematska predstava neupravljivih stepeni slobode stope

Mehanizmi nožnih lokomocionih sistema obično predstavljaju složene kinematičke lance. Osim antropomorfnih mehanizama, postoje i mehanizmi sa više nogu koji omogućavaju savladavanje različitih vrsta terena i prostora.

Danas se i dalje troši dobar deo napora na obavljanje pomoćnih operacija koje su vrlo monotone, teške i štetne. One se obavljaju ručno bez obzira na primenu visoke automatizacije u savremenoj proizvodnji. Potreba za primenom industrijskih robota se baš i javila jer nije moguće automatizovati pomoćne operacije. Roboti mogu da prave pokrete koji liče na pokrete ljudske ruke za izvršavanje

zadataka, delovanjem automatskog sistema upravljanja koji se mogu uključiti u različite vrste operacija proizvodnog procesa.

2.4 Klasifikacija robotskih sistema

Roboti su postali neizostavan deo modernog društva, obavljajući zadatke u različitim aspektima života. Ključno je klasifikovati ih na odgovarajući način, u cilju što boljeg razumevanja raznovrsnosti i složenosti robota. Klasifikacija robotskih sistema je proces organizacije i kategorizacije robota na osnovu različitih karakteristika i osobina. Proučavanje klasifikacije robotskih sistema ima dubok uticaj na razvoj tehnologije i dizajn robota, pomažući nam da stvorimo sve naprednije i efikasnije uređaje koji su sposobni da unaprede našu svakodnevicu i reše složene izazove u modernom društvu.

Namera rada je da se pruži uvid u različite aspekte klasifikacije robotskih sistema, uključujući njihove primene, kinematiku, oblik, stepen autonomije i mnoge druge faktore. Kroz ovu analizu, shvatićemo kako različite vrste robota ispunjavaju specifične potrebe i zadatke u različitim industrijama i okruženjima.

Robotski sistemi se mogu razlikovati, ali imaju ključnu ulogu u mnogim poslovnim procesima i aspektima života. Kada se pominje klasifikacija robotskih sistema, treba istaći postojanje tri glavne klase, a to su manipulacioni, mobilni i informacioni i upravljački robotski sistemi. U poglavlju Pojmovi automatizacija i robotizacija, već su pominjani neki od ovih robotskih sistema.

Manipulacioni robotski sistemi predstavljaju automatizovane uređaje osmišljene za preciznu i efikasnu manipulaciju različitim ulazima. Ovi sistemi obavljaju različite zadatke putem mnogobrojnih pokreta, uključujući podizanje, spuštanje, rotaciju, premeštanje i druge pokrete slične ljudskim. Kako bi bolje obavljali svoje zadatke, opremljeni su kamerama i sensorima za dodir i merenje udaljenosti, omogućavajući im da percipiraju svoje okruženje i prepoznaju objekte. Za upravljanje i kontrolu ovih sistema koristi se programiranje, a korišćenjem programskih jezika ili grafičkog interfejsa omogućava se precizno izvršavanje različitih zadataka. Primena manipulacionih robotskih sistema najpre se razvila u industriji, gde su značajno unapredili efikasnost, sigurnost i tačnost procesa. Kroz vreme, ovi sistemi su se razvili i pronalaze primene u raznim sferama, pri čemu se njihov napredak ogleda u sve većoj autonomiji i sposobnosti za rad u kompleksnim okruženjima.

Mobilni robotski sistemi, sa druge strane, su platforme programirane za kretanje i orijentaciju u različitim okruženjima uz pomoć automatskih sistema upravljanja. Ovi roboti igraju ključnu ulogu u savremenoj robotici i imaju raznovrsne primene u različitim sferama. Njihova sposobnost za istraživanje, manipulaciju i interakciju čini ih izuzetno korisnim za izvođenje različitih zadataka. Mogu biti programirani za kretanje po unapred određenim putanjama, postizanje ciljeva, kao i za automatsko opterećivanje i istovarivanje. U zavisnosti od principa kretanja, mobilni robotski sistemi mogu koristiti različite mehanizme, kao što su točkovi, mehaničke noge, kombinacija točkova i nogu, gusenice i drugi, kako bi se kretali po različitim površinama - zemlji, vodi ili vazduhu. Primene ovih sistema su širokog spektra, od automatizacije procesa u industriji, preko poljoprivrednih aktivnosti, pa sve do istraživanja podvodnog sveta ili upotrebe bespilotnih letelica za nadzor. S obzirom na navedene karakteristike i primene, manipulacioni i mobilni robotski sistemi su se afirmisali kao ključni igrači u savremenoj tehnologiji i industriji. Njihova dalja evolucija i usavršavanje doprineće unapređenju različitih aspekata društva i privrede, omogućavajući preciznije, efikasnije i sigurnije izvršavanje različitih zadataka i procesa.

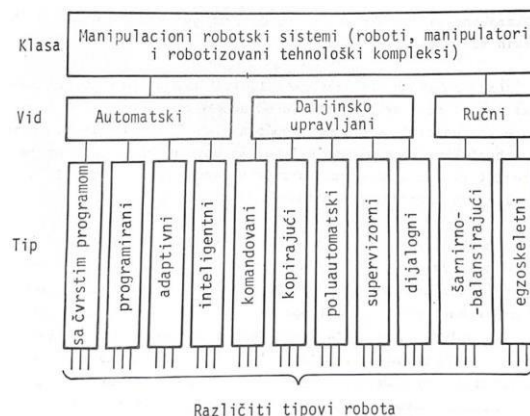
Informacioni i upravljački robotski sistemi igraju ključnu ulogu u omogućavanju robotima prikupljanje podataka, analiziranje tih podataka i njihovu konverziju u informacije koje se koriste za donošenje odluka. Ovi sistemi predstavljaju visoko složene merno-informacione i upravljačke sisteme. Informacioni sistemi prikupljaju podatke iz okoline koristeći različite vrste senzora. Upravljački sistemi obuhvataju algoritme koji, na osnovu obrađenih podataka, omogućavaju donošenje odluka i izvršavanje potrebnih akcija. Softverske i hardverske komponente zajedno omogućavaju precizno i pouzdano upravljanje, kretanje i kontrolu robota. Kombinacija ovih sistema ima ključnu ulogu u razvoju autonomnih robota koji su sve sposobniji da funkcionišu bez potrebe za ljudskom intervencijom.

Postoje tri glavne klase robota, manipulatora i robotizovanih tehnoloških kompleksa koji čine manipulacione robotske sisteme i to su:

1. automatski roboti, automatski manipulatori i robotizovani tehnološki kompleksi
2. daljinsko upravljani roboti, manipulatori i tehnološki kompleksi
3. ručni, neposredno vezani sa kretanjem ruku, a ponekad i nogu čoveka operatora

Na slici 2.4.1 prikazani su osnovni tipovi na koje se svaka generacija robota deli. Ovi tipovi se razlikuju u principima i tehnikama konstrukcije upravljačkih uređaja, izvršnim organima u

zglobovima manipulatora, broju segmenata manipulatora, teretima koje mogu podići, tipu senzora, matematičkoj programskoj podršci i drugim faktorima.



Slika 2.4.1. Klasifikacija manipulacionih robota

Automatski uređaji, pretežno korišćeni u industriji, uglavnom se manifestuju kao industrijski roboti i robotizovani sistemi koji doprinose proizvodnim procesima. Postoje četiri generacije robota, koje se međusobno ne isključuju već postoje paralelno, svaka sa svojim karakteristikama.

Manipulatori sa čvrstim programom se smatraju nultom generacijom, iako se često ne klasifikuju kao roboti. Oni predstavljaju mehaničke ruke integrisane sa određenom tehnološkom opremom i primenjuju se za zamenu ljudskog rada u proizvodnji kao deo tehnološkog procesa. Ovi uređaji nemaju promenljiv programski upravljački uređaj i zahtevaju ručno unošenje unapred definisanih komandi i instrukcija, što ih čini zastarelim i neprilagodljivim za brze promene u zadacima. Ako su zadaci repetitivni, precizni i retko se menjaju, jednostavno programiranje i održavanje mogu biti prednost ovih sistema.

Programski roboti čine prvu generaciju i karakterišu ih upravljani pogoni u svakom zglobu. Njihov upravljački sistem je prilagodljiv manuelnim zadacima. Nakon programiranja, obavljaju repetitivne zadatke u tačno definisanim uslovima. Ova generacija robota široko se koristi u industriji, naročito za izvođenje pomoćnih operacija poput zavarivanja i presovanja.

Drugu generaciju robota čine adaptivni roboti. Ovi roboti su sposobni za određeni nivo prilagođavanja i orijentacije u delimično poznatom okruženju, gde je potrebno da se adaptiraju. Oni prilagođavaju svoje ponašanje u skladu sa novim situacijama i koriste različite tehnike i algoritme za analizu okoline i donošenje potrebnih odluka. Često se služe tehnikama mašinskog

učenja kako bi poboljšali svoje mogućnosti. U današnje vreme, kompaktni mikroprocesorski sistemi često se koriste u ovim robotima. Adaptivni roboti nalaze primenu u uslovima koji zahtevaju fleksibilnost pri izmeni programa i prilagođavanju dinamičkim uslovima.

Treću generaciju čine inteligentni roboti, koji predstavljaju napredne robotske sisteme. Oni su u mogućnosti da, koristeći veštačku inteligenciju, samostalno donose odluke i preduzimaju neophodne akcije kako bi obavili specifične zadatke. Ovi roboti se prilagođavaju novim situacijama na osnovu učenja iz prethodnih iskustava i analiziranja podataka kako bi ispunili zadate ciljeve. Ključna karakteristika ove generacije je primena veštačke inteligencije, često koristeći algoritme i tehnike mašinskog učenja za analizu podataka, donošenje odluka i prilagođavanje okolini. Ovi roboti poseduju izuzetno visok stepen autonomnosti, što im omogućava da samostalno obavljaju zadatke bez prisustva čoveka. Njihova primena donosi značajan napredak u oblastima automatizacije i veštačke inteligencije, što ih čini sveprisutnim u različitim sferama društva.

Daljinski upravljani manipulatori i roboti se mogu klasifikovati u nekoliko kategorija, uključujući manipulatore sa komandnim upravljanjem, kopirajuće manipulatore, poluautomatske manipulatore, robote sa supervizornim upravljanjem i robote sa dijalognim, odnosno interaktivnim upravljanjem. Samo poslednja dva tipa robota potpuno zadovoljavaju kriterijume daljinskog upravljanja i potpuno automatskih režima rada, pa se stoga samo ovi tipovi smatraju pravim robotima.

Manipulatori sa komandnim upravljanjem su uređaji korišćeni za manipulaciju objektima, putem daljinskog upravljanja komandama koje šalje operater. Obuka za upravljanje industrijskim manipulatorima obično se izvodi putem upravljačkog pulta. Ovi uređaji su od suštinskog značaja za industriju i tehnologiju, posebno tamo gde je neophodna precizna kontrola pokreta, ponovljivost i sigurnost, omogućavajući efikasnu manipulaciju objektima putem komandnog interfejsa. Komandni interfejs može obuhvatiti različite uređaje kao što su tastatura, miš, džojstik, touch screen, glasovne komande ili programiranje putem računara, čime se omogućava korisnicima precizno upravljanje manipulatorima. Neki od ovih manipulatora su visoko prilagodljivi i mogu biti programirani ili konfigurisani za različite zadatke, što omogućava efikasno prilagođavanje različitim potrebama. Takođe, opremljeni su sensorima i sistemima za hitno zaustavljanje kako bi se osigurala bezbednost i sprečile povrede ljudi u okolini. Integracija veštačke inteligencije i tehnika mašinskog učenja postaje sve prisutnija u ovim uređajima, omogućavajući im autonomno funkcionisanje i sposobnost učenja iz iskustava, čime postaju još efikasniji i prilagodljiviji za različite zadatke.

Kopirajući manipulatori su dizajnirani da simuliraju ljudske pokrete, zahtevajući napredne algoritme za obradu slike, detekciju i analizu pokreta operatera, kao i kontrolu uređaja. Senzori pružaju podatke koji omogućavaju ovim manipulatorima da budu izuzetno precizni, što se često koristi za učenje i analizu. Oni olakšavaju posao operaterima, omogućavajući im daljinski pristup i upravljanje uređajem, često putem uređaja koji simulira kinematiku radnog manipulatora. Pokreti komandnog mehanizma se prenose na odgovarajuće zglobne mehanizme izvršnog dela. Njihova primena se često nalazi u istraživačkim oblastima, naročito u okruženjima sa visokim rizikom, kao što su radijacija, visoki pritisak, zagađena atmosfera i drugi opasni uslovi.

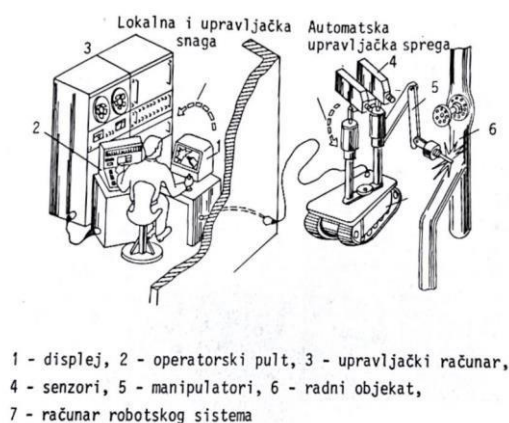
Poluautomatski manipulatori se koriste za upravljanje objektima i zahtevaju određeni stepen ljudske interakcije. Operator upravlja ovim manipulatorima putem komandnog mehanizma koji se često sastoji od višestepene upravljačke palice smeštene na radnom pultu. Ova palica ima proizvoljnu kinematiku i posebno je prilagođena za fine pokrete ruke operatera. Posebni računari prikupljaju električne signale sa palice i konvertuju ih u upravljačke komande za manipulatora. Jedna od prednosti ovih uređaja je njihova prilagodljivost u smislu vrste i dimenzija objekta, čime postaju korisni za zadatke koji se često menjaju. Najčešće se primenjuju u proizvodnji i skladištima, gde se koriste za pomeranje, podizanje, rotiranje ili pozicioniranje objekata, čime se smanjuje fizičko opterećenje radnika i povećava efikasnost procesa.

Roboti sa supervizornim upravljanjem su robotski sistemi koji obavljaju fizičke i digitalne zadatke, pri čemu komande dolaze od supervizora koji igraju ključnu ulogu. Ono što ih čini specifičnim je da su svi elementi operacija unapred programirani i automatski generisani. Supervizori nadgledaju aktivnosti robota na daljinu, često u opasnim okruženjima, i pružaju pojedinačne komande. Na osnovu ovih komandi se aktiviraju odgovarajući programi za automatski rad. Supervizoru je potrebno da prepozna situaciju, donese ispravnu odluku na osnovu dobijenih informacija i da zada komandu koja aktivira odgovarajući program, nakon čega robot izvršava naredbe. Uvođenjem adaptivnih robotskih sistema, potreba za ljudskom interakcijom se smanjuje jer ovi sistemi mogu prikupljati informacije i znanje kako bi unapredili svoje sposobnosti.

Roboti sa dijalognim ili interaktivnim upravljanjem obično spadaju u kategoriju inteligentnih robota. Oni su u stanju da komuniciraju koristeći prirodni jezik, verbalnu komunikaciju ili određena komunikaciona sredstva kako bi obavljali dodeljene zadatke ili rešavali postojeće probleme. Ova oblast predstavlja ključnu tačku u razvoju robotike i veštačke inteligencije, prvenstveno zbog njihove sposobnosti interakcije sa ljudima. Ovi roboti poseduju izuzetno sofisticirane algoritme za

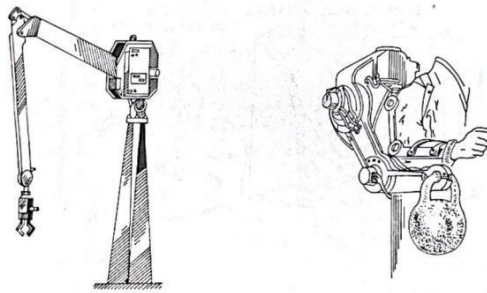
obradu prirodnog jezika, što im omogućava razumevanje i generisanje prirodnog jezika. Pomoću ovih algoritama, mogu analizirati tekstualne i verbalne ulaze i generisati odgovore. Takođe, koriste tehnike mašinskog učenja kako bi se neprestano usavršavali i učili. Oni mogu aktivno učestvovati u prepoznavanju situacija i donošenju odluka, ali takođe mogu i primati komande od operatera. Ovi roboti imaju širok spektar primene, od industrije do svakodnevnog kućnog okruženja.

Na slici 2.4.2 prikazana je šema supervizornih i interaktivnih robotskih sistema. Na pultu se nalazi upravljačka ručica kojom operator kontroliše kretanje manipulatora u kopirajućem ili poluautomatskom režimu. Kombinacijom ovih metoda obezbeđuje se sigurnost sistema, budući da operator ne može direktno ući u opasnu zonu. Ovo je kompleksniji sistem upravljanja koji pruža mogućnost za primenu adaptivnih mobilnih robota u različitim radnim oblastima.



Slika 2.4.2. Funkcionalna šema interaktivnih sistema upravljanja robotima

Ručni manipulacioni sistemi su uređaji i tehnologija koji omogućavaju radnicima da manipulišu objektima. Primena robotike može poboljšati efikasnost i preciznost ovih sistema, pomažući radnicima u obavljanju fizičkih i preciznih zadataka. Ključni faktori ovih sistema su preciznost i veština, koje se postižu putem obuke. Međutim, potreba za ovim sistemima se sve više smanjuje, posebno u industriji, jer se uvode automatizacija i robotizacija, što dovodi do povećanja efikasnosti i bezbednosti, smanjenja ljudskih grešaka i potrebe za radnom snagom. Na slici 2.4.3 prikazani su šarnirno-balansirajući manipulatori i egzoskeleti, koji predstavljaju glavne tipove ručnih manipulacionih sistema.



Slika 2.4.3. Šarnirno-balansirajući manipulator i egzoskelet za ruku

Šarnirno - balansirajući manipulatori predstavljaju višesegmentne sisteme koji u svakom svom zglobu sadrže pogone, održavajući stabilnost pri manipulaciji objektima različitih veličina i konfiguracija u prostoru. Operater može bez problema da pomera teške i gabaritne objekte upotrebom upravljačke palice manipulatora koja šalje odgovarajuće upravljačke signale. Tada pogoni u zglobovima manipulatora pomeraju objekat. Takođe, mogu biti opremljeni težištem ili senzorima ravnoteže koji prate položaj manipulatora i pravilno raspoređuju težinu kako bi se očuvala ravnoteža. Ovi manipulatori se primenjuju u oblastima gde su preciznost i stabilnost ključni tokom rada sa velikim teretima.

Egzoskeletoni predstavljaju inovativne sisteme dizajnirane da pomognu ljudima da poboljšaju svoje fizičke sposobnosti i funkcionalnost. Direktno su povezani sa rukama ili nogama korisnika, pružajući podršku ili pojačanje pokretima mišića i kostiju. Zglobni mehanizmi egzoskeleta, koji su adekvatna zamena za ljudske zglobove, sadrže upravljačke pokretače koji preuzimaju težinu fizičkog rada. Egzoskeletoni koriste motore, senzore i računarske kontrole za detekciju pokreta korisnika, olakšavajući korisnicima podizanje teških tereta, hodanje ili poboljšavanje kvaliteta života pacijenata. Pokreti korisnika generišu upravljačke signale koji povećavaju snagu korisnika. Egzoskeletoni su napravili značajan pomak u oblasti tehnologije i biomehanike i nalaze primenu u medicini, industriji i sportu.

Srbija je tokom šezdesetih godina bila među vodećim zemljama u oblasti robotike. Na Institutu "Mihajlo Pupin" u Beogradu, razvijena je prva protetička šaka sa pet prstiju, što je bio prvi takav proizvod na svetu. Ova šaka, poznata i kao "Beogradska šaka", konstruisana je 1963. godine od strane profesora dr. Rajka Tomovića i profesora dr. Miodraga Rakića. Iako je šaka bila u mogućnosti da izvede samo dva osnovna pokreta - otvaranje i zatvaranje prstiju, upravljana mišićnim signalima,

imala je značajan uticaj na razvoj robotskih ruku širom sveta, iako nije pronašla primenu u medicinskoj praksi.

2.5 Budućnost robotske tehnologije

Robotika je doživela značajan eksponencijalni rast u pogledu istraživanja i primene, što je stvorilo obimnu i dinamičnu oblast koja se teško može pratiti u potpunosti. Razvoj novih tehnologija, kao što su mašinsko učenje i veštačka inteligencija, doveo je do transformacije robota iz jednostavnih mašina u kompleksne sisteme sa kognitivnim funkcijama. Ova transformacija je rezultirala time da roboti danas nisu samo naučna fantastika, već i ključni igrači u mnogim industrijama.

Uprkos ovom brzom rastu, treba napomenuti da postoje izazovi i prepreke pred budućnošću robotike. Visoki troškovi proizvodnje i održavanja, energetska efikasnost robota i zasićenost tržišta postaju sve veći faktori koji vrše pritisak na ovu industriju. Ovaj pritisak će verovatno dovesti do bitnih promena u oblasti robotike u budućnosti. Ključno je predvideti smer u kom će se razvijati robotika kako bismo usmerili naše napore u pravcu koji će doneti najveću korist. Industrija robotike je već u poslednjih deset godina omogućila otvaranje nekoliko miliona dodatnih radnih mesta i sada ima vrednost od oko 720 milijardi dolara. Robotika postaje nezaobilazna komponenta u brojnim industrijama, a primena inteligentnih robota će verovatno inicirati pojavu fenomena inteligentne automatizacije.

Primena veštačke inteligencije u robotici je doživela značajan napredak tokom početka 21. veka, proširivši se na različite oblasti. Dok je prvobitno postojala tendencija da se veštačka inteligencija smatra sposobnom za obavljanje bilo kog zadatka, ubrzo su postale očigledne njene granice u pogledu mehaničkih, energetskih i računarskih ograničenja. Na primer, složenost mehaničke konstrukcije robota dostigla je nivo koji nije održiv, a povećanje broja slobodnih stepeni pokretača rezultiralo je povećanim energetskim potrebama, što je negativno uticalo na trajanje baterije.

Pored toga, roboti su bili uspešni u obavljanju specifičnih zadataka, ali su se suočavali s računarskim izazovima u efikasnom prelasku između različitih vrsta zadataka. Ipak, kontinuirani razvoj u oblasti veštačke inteligencije i mašinskog učenja omogućava robotima da postanu sve pametniji. Oni su sposobni da bolje razumeju i komuniciraju sa svojim okruženjem, uče iz iskustava i prilagođavaju se novonastalim situacijama. Najvažniji cilj u razvoju robotske tehnologije je stvaranje robota koji mogu sigurno i efikasno sarađivati sa ljudima. Ovo se postiže kombinovanjem mehaničkih inovacija

sa naprednim algoritmima veštačke inteligencije, čime se osigurava da roboti postanu pouzdani partneri u različitim situacijama.

Sa aspekta tržišta, industrija je trenutno najisplativija oblast za primenu robota, zbog potrebe za sve naprednijim i bržim rešenjima u automatizaciji procesa. Ovo će i dalje ostati izuzetno profitabilna oblast u budućnosti. Pored industrije, oblasti poput medicine, hirurgije, zabave i domaćinstva takođe imaju veliki potencijal za komercijalnu primenu robotike. U nekim slučajevima, filozofija se menja sa nekoliko skupih rešenja naspram mnogo jeftinijih proizvoda, što otvara nove poslovne mogućnosti.

Istraživačka zajednica u oblasti robotike danas se fokusira na niz ključnih područja, uključujući humanoide, mikrobote i robotske mreže. Iako su ova područja od suštinskog značaja za napredna istraživanja i razvoj, isplativost njihove primene nije uvek očigledna i može varirati. Humanoidni roboti i kiborzi su nekada bili izuzetno atraktivni, ali njihova popularnost postepeno opada. Kopnena, podvodna i vazдушna bespilotna vozila, s druge strane, pokazuju tendenciju isplativosti u budućnosti. Ovi roboti imaju sve veću primenu u različitim industrijama, uključujući transport, nadgledanje, isporuku, i mnoge druge. Sa ekonomske perspektive, primena robotike u svemiru i vojsci često je samoodrživa jer se proizvodi i koristi za interne potrebe. Ove oblasti imaju potencijal za dugoročni rast i profitabilnost. Neki od obećavajućih segmenata u robotici uključuju egzoskeletone, medicinsku primenu i kolaborativnu robotiku. Investitore često motivišu marketinški razlozi i želja da stvore nove tržišne trendove. Osim toga, mikrorobotika je oblast u razvoju koja ima potencijal za precizne medicinske intervencije, istraživanje unutar tela, mikroskopske popravke i druge specifične zadatke.

Dok robotika i dalje ostaje istraživački izazov, kombinacija naprednih tehnologija i ekonomske održivosti čini je obećavajućim poljem sa širokim spektrom primena i potencijala za rast u budućnosti. Robotika je oblast koja privlači pažnju mnogobrojnih instituta i industrija. U poslednje vreme, posebno su zanimljive nove oblasti kao što su životna sredina i naizmenično napajanje. Iako se radi o novim tehnologijama, njihov potencijal nije još uvek u potpunosti jasan i merljiv. Teorijski, ove tehnologije imaju značajan cilj jer se suočavamo s izazovima visokih energetske troškova. Na primer, neurorobotika koristi neuromorfno računarstvo kako bi istražila primenu računarskih procesa sličnih moždanim procesima, što obećava smanjenje potrošnje energije u odnosu na aktuelne metode.

Takođe, važno je napomenuti sveprisutnost softverskih robota, koji postaju sve popularniji. Ovi računarski programi obavljaju zadatke bez potrebe za ljudskim posredovanjem, kao što su pretraživači na internetu. Iako su virtualni, ne smatraju se stvarnim robotima zbog nedostatka fizičkih karakteristika. Važno je napomenuti razliku između ovih softverskih robota i robotskog softvera koji se koristi za programiranje i upravljanje fizičkim robotima. Unapređeni roboti neće zameniti radnike, već će sarađivati sa njima. To mogu biti roboti koji rade uz radnike u fabrikama, bolnicama ili pružaju podršku osobama sa posebnim potrebama. Iako može doći do smanjenja broja radnika, biće potrebno više obučanih tehničara za programiranje, održavanje i popravku mašina. Radnici će se moći preusmeriti na oblasti kao što su programiranje i održavanje robota.

Robotska tehnologija će verovatno doprineti ekonomskom rastu i povećanju produktivnosti. Pojaviće se nove mogućnosti zapošljavanja i obrazovanja u različitim sektorima industrije. Potreba za obučanim kadrom će rasti, dok će teški fizički poslovi biti sve više obavljani od strane robota. Monotoni zadaci će se automatizovati, a sigurnost zaposlenih će se poboljšati, što će im omogućiti da se usmere na lično i profesionalno usavršavanje.

3. UTICAJ AUTOMATIZACIJE I ROBOTIZACIJE NA DIGITALNU TRANSFORMACIJU POSLOVANJA

U savremenom poslovnom svetu, digitalna transformacija poslovanja postala je neizbežna za opstanak i konkurentnost firme. Procesi automatizacije i robotizacije postali su ključni faktori u toj transformaciji. Automatizacija obuhvata proces automatske proizvodnje pomoću mašina, dok robotizacija predstavlja samo jedan od mnogobrojnih aspekata automatizacije, gde roboti izvršavaju zadatke.

Digitalizacija je esencijalni deo novih tehnologija jer pruža digitalnu osnovu koja omogućava ostvarivanje procesa automatizacije i robotizacije. Integracija i upravljanje digitalnim sistemima olakšava automatizaciju ponavljajućih poslova, čime se štedi vreme koje se može usmeriti na inovacije.

Digitalna transformacija poslovanja ima značajan uticaj na razumevanje potreba potrošača. Analiza podataka i veštačka inteligencija omogućavaju dublje razumevanje potrošačkih preferencija. Ovo poboljšava funkcije preduzeća i istovremeno unapređuje povezanost sa potrošačima putem personalizovanih proizvoda i usluga. Ovakav pristup povećava zadovoljstvo potrošača i konkurentske prednosti.

Pozitivan uticaj digitalne transformacije se takođe odražava u sektoru nabavke i logistike. Upotreba upravljačkih sistema i pametnih robota u nabavci omogućava efikasnije upravljanje zalihama i optimizaciju isporuka, smanjujući troškove i poboljšavajući efikasnost lanca snabdevanja.

Cena robota kontinuirano opada, omogućavajući njihovu sve širu primenu. Ipak, automatizacija i robotizacija donose izazove poput gubitka radnih mesta i visokih početnih ulaganja. Zaposleni često moraju proći kroz proces prekvalifikacije. Troškovi su značajni u oba slučaja, zahtevaju ozbiljna početna ulaganja, a problemi se često javljaju prilikom implementacije, što znači da je potrebno nekoliko godina da bi se ulaganja isplatila. Takođe, visoki su i troškovi dodatne specijalizacije radne snage za obavljanje novih radnih zadataka.

Niži troškovi proizvodnje obaraju cenu proizvoda i usluga, što čini jednu od glavnih prednosti za potrošače, koji kupuju više. To dovodi do uvećanja profita, što ima za posledicu veće poreze i rast kompetitivnosti.

Može se zaključiti da automatizacija i robotizacija imaju snažan i sveobuhvatan uticaj na digitalnu transformaciju poslovanja. Nove tehnologije omogućavaju firmama da budu efikasnije, bolje razumeju potrebe potrošača, napredovanje sektora nabavke i logistike, kao i poboljšanje kvaliteta proizvoda i usluga. Ne treba zanemariti ni izazove koje donose sa sobom, koji zahtevaju ozbiljan pristup i pametno rešenje. Primena novih tehnologija omogućava firmama ostvarivanje konkurentnosti i opstanak u digitalnom svetu. Automatizacija i robotizacija danas, a i u budućnosti, imaće dubok i širok uticaj na industriju i domaćinstva. Ovi procesi će rezultirati rastom bruto domaćeg proizvoda, profita i produktivnosti, što će biti od suštinskog značaja za društveno blagostanje. Daljnji razvoj ovih tehnologija otvoriće nove mogućnosti i povećati njihov ukupan uticaj na sve aspekte društva.

3.1 Uloga automatizacije i robotizacije u digitalnoj transformaciji poslovanja

Digitalna transformacija je postala imperativ u savremenom poslovanju, ključna za opstanak i uspeh organizacija u 21. veku. U okviru ove transformacije, automatizacija i robotizacija su postali glavni inicijatori promena u poslovanju, igrajući ključnu ulogu u oblikovanju novog poslovnog pejzaža.

Industrija 4.0, kao ključna komponenta digitalne transformacije, donela je mnogobrojne inovacije koje su izazvale značajne promene u poslovnom svetu, oblikujući organizacionu strukturu, način rada, komunikacije, proizvodnju i praćenje trendova. Ovaj rad se bavi ulogom i značajem automatizacije i robotizacije u digitalnoj transformaciji poslovanja, analizirajući njihove efekte na optimizaciju procesa, efikasnost, smanjenje troškova, kvalitet proizvoda i interakciju sa radnom snagom.

Automatizacija je ključni faktor u procesu digitalne transformacije poslovanja. Ovaj koncept obuhvata transformaciju neautomatizovanih tehnoloških procesa, mašina i alata u automatizovane, eliminišući potrebu za angažovanjem radne snage u rutinskim poslovima. Kroz primenu automatizacije, postižu se mnoge prednosti, uključujući optimizaciju proizvodnog procesa, povećanje efikasnosti i produktivnosti, smanjenje troškova i grešaka, kao i poboljšanje kvaliteta proizvoda.

Optimizacija proizvodnih procesa je ključni aspekt automatizacije. Implementacijom ovih tehnologija, poslovi se izvršavaju brže i efikasnije. Rutinski zadaci, koji bi inače izazivali zamor

radnika, sada se obavljaju bez prestanka. Ovo omogućava zaposlenima da se fokusiraju na kreativne i složenije zadatke, poboljšavajući time ukupnu efikasnost.

Takođe, efikasnost i produktivnost su značajno povećane zahvaljujući automatizaciji. Radni zadaci izvršavaju se mnogo brže nego što bi to bilo moguće ručno, što doprinosi povećanoj produktivnosti i boljem iskorišćenju resursa.

Smanjenje troškova je još jedan važan aspekt automatizacije. Kontrola i analiza troškova postaju precizniji, omogućavajući organizacijama da identifikuju i eliminišu potencijalne izvore nepotrebnih troškova. Automatizacija smanjuje potrebu za velikim brojem radne snage, posebno u rutinskim poslovima, čime se smanjuju i troškovi zarada i beneficija zaposlenih.

Smanjenje grešaka je ključno za očuvanje kvaliteta proizvoda i usluga. Ljudski faktor često može dovesti do grešaka u procesu proizvodnje ili pružanja usluga. Automatizacija eliminiše ovu varijabilnost, jer mašine nisu podložne ljudskim greškama. Ovo povećava kvalitet proizvoda i usluga, što je ključno za zadovoljstvo korisnika.

Robotizacija, kao i automatizacija, ima jednu od glavnih uloga u digitalnoj transformaciji poslovanja, koja je ključna za uspeh. Upotrebom naprednih tehnoloških rešenja, kao što su robotizovani procesi za automatizaciju rutinskih poslova ili automatizacija poslovnih sektora, dolazi do potpune transformacije procesa ili bar prilagođavanja novom poslovnom modelu. Ubacivanjem mašina umesto radne snage, povećava se produktivnost.

Tehnologija koja je neophodna za proces robotizacije, temelji se na razvoju veštačke inteligencije koja je sveprisutnija u različitim oblastima. Uz pomoć te tehnologije, roboti mogu samostalno da izvrše kompleksne radnje, kao i da funkcionišu u okruženju opasnom za čoveka.

Roboti su idealni za upotrebu u uslovima opasnim za čoveka jer ih zamenjuju prilikom direktnog izlaganja nepovoljnim uslovima kao što su visoko eksplozivni ili radioaktivni materijali. Roboti otporni na eksploziju su specijalno dizajnirani za rad u opasnim područjima gde se materijali mogu lako zapaliti ako su izloženi određenim uslovima. Roboti koji rukuju nuklearnim materijalom ili se primenjuju u blizini nuklearnog materijala, dizajnirani su da funkcionišu u radioaktivnim uslovima (Brumson, 2007).

Robotizacija napreduje sa razvojem efektora, senzora, kontrolera, inputima i ergonomskim dizajnom, čime se značajno povećava kvalitet proizvoda. Roboti novijih generacija su sve više

pokretljiviji, fleksibilniji, stabilniji i sposobniji da uče i komuniciraju sa ljudima. Takođe, poseduju i napredne softvere za prepoznavanje okruženja koji im omogućavaju da pozicioniraju objekte za delikatne operacije i da raspoznaju konkretan deo među velikim brojem uzoraka. Razvoj robotizacije pruža priliku i za veliko smanjenje troškova rada, veću fleksibilnost i skraćivanje proizvodnog procesa.

Automatizacija i robotizacija su glavni pokretači digitalne transformacije poslovanja, koja je ključ za uspeh. To je razlog zašto je transformacija uslovljena pažljivim integrisanjem ovih procesa u poslovanje i strategije, uz planiranje, obuku zaposlenih i praćenje performansi. Automatizacija nije samo tehnološka promena, to je transformacija organizacione kulture i načina na koji firma funkcioniše. Kad se govori o robotizaciji, ne misli se na zamenu robota za radnu snagu, već na njihovu međusobnu saradnju zarad ostvarivanja ciljeva.

3.2 Značaj automatizacije i robotizacije u digitalnoj transformaciji poslovanja

Značaj automatizacije i robotizacije u digitalnoj transformaciji poslovanja odnosi se na šire implikacije i prednosti koje automatizacija i robotizacija donose u kontekstu digitalne transformacije. Ovde se razmatraju prednosti kao što su povećana efikasnost, smanjenje troškova, poboljšano korisničko iskustvo i konkurentska prednost, koje donose ovi tehnološki aspekti transformacije.

U današnjoj informatičkoj eri, digitalna transformacija je postala neizostavan deo poslovanja, a automatizacija i robotizacija su njeni ključni saveznici. Kombinacija ovih procesa ima izuzetan značaj za digitalnu transformaciju, jer utiče na način poslovanja. Značaj ovih tehnoloških aspekata postaje još izraženiji s obzirom na njihov uticaj na tradicionalno poslovanje, otvarajući nove mogućnosti. Digitalna transformacija nudi dugoročnu perspektivu održivog poslovanja i neophodna je za postizanje i održavanje konkurentnosti na tržištu. Dobro implementirana transformacija poslovanja ne ide na štetu radne snage, već im obezbeđuje bolje usmeravanje na prioritete u poslovanju, prilagođavanje promenama u okruženju, odnosno agilnost i stvara bolje mogućnosti za dugoročni razvoj karijere, sticanje znanja i veština (Meske i Junglas, 2020). Digitalna transformacija nije jednokratni i jednostavan zahvat, već ozbiljna i temeljna promena u organizaciji i načinu tradicionalnog poslovanja. Ova promena se postiže korišćenjem digitalnih tehnologija i novih poslovnih modela, s ciljem unapređenja performansi organizacije i bržeg prilagođavanja okruženju. Stoga je, kao i kod svih strateških promena, neophodno aktivno učešće i odgovornost svih

relevantnih aktera u organizaciji, uz posvećenost digitalnoj transformaciji od strane vrhovnog menadžmenta.

Digitalna transformacija poslovanja se odnosi na proces primene digitalnih tehnologija za optimizaciju poslovnih procesa, poboljšanje kvaliteta proizvoda, razvoj novih proizvoda i stvaranje novih tržišta. Nije dovoljna samo primena, nego i integrisan pristup koji podrazumeva obuku zaposlenih, promenu organizacione strukture, kulture, upravljanje promenama i strategije za dugoročnu digitalizaciju.

U savremenom dobu tehnologije, automatizacija je ključna za brzo i precizno izvršavanje zadataka, bez potrebe za direktnom intervencijom radne snage. Kada se kombinuje sa robotizacijom, koja podrazumeva primenu fizičkih robota, postiže se znatno veća efikasnost i preciznost u poslovanju. Implementacija ovih tehnoloških dostignuća zajedno oblikuje inteligentnu automatizaciju. Inteligentna automatizacija, spajajući veštačku inteligenciju i mašinsko učenje, postaje sposobna za izvršavanje fizičkih poslova. Ovo se odnosi na dubinsku transformaciju poslovanja, pri čemu automatizacija i robotizacija nisu samo prolazni tehnološki trendovi, već globalni pokretači promena.

Jedan od izazova sa kojim se suočava implementacija ovih tehnologija jeste složenost i rizik procesa transformacije, što može obeshrabriti velike organizacije od redizajniranja, zamene ili unapređenja postojećih sistema. Automatizacija podrazumeva uvođenje i primenu softverskih tehnologija koje olakšavaju rad zaposlenima, dok robotizacija obuhvata upotrebu ekspanzivnih tehnoloških rešenja, uključujući robote i veštačku inteligenciju. Kolektivni doprinos ovih procesa ima izuzetan uticaj na funkcionisanje preduzeća i ostvarivanje postavljenih ciljeva. U nastavku će biti detaljnije razmotren značaj automatizacije i robotizacije za digitalnu transformaciju poslovanja, uz analizu ključnih ciljeva.

Primena automatizacije i robotizacije omogućava mašinama da brzo, jednostavno i bez grešaka izvršavaju jednostavne manuelne poslove. Ovo vodi ka smanjenju vremena potrebnog za proizvodnju i smanjenju troškova, uz istovremeno povećanje ukupne produktivnosti.

Koristeći automatizaciju i robotizaciju, digitalna transformacija omogućava bolju analizu i upotrebu podataka i informacija. Zahvaljujući veštačkoj i kognitivnoj inteligenciji, procesi prikupljanja, analize i obrade podataka postaju precizniji, omogućavajući bolje razumevanje poslovanja. Informacije postaju potpunije i relevantnije, što preduzećima omogućava preciznije sagledavanje svoje pozicije

na tržištu. Na osnovu ovih informacija, organizacijama je olakšano donošenje ključnih poslovnih odluka i personalizovanje svojih ponuda, čime se stiče konkurentska prednost. Personalizacija ponuda igra ključnu ulogu u poboljšanju korisničkog iskustva. Implementacijom virtuelnih asistenata pruža se brža i kvalitetnija podrška korisnicima, podstičući njihovo zadovoljstvo i lojalnost, što doprinosi dugoročnom uspehu. S obzirom na brz tehnološki razvoj, postiže se veća prilagodljivost, ključna za digitalnu transformaciju. Ovi procesi omogućavaju organizacijama da efikasnije reaguju na promene u poslovnom okruženju, koje sve češće proizlaze iz novih globalnih trendova.

Značaj automatizacije i robotizacije takođe se ogleda u podsticanju inovacija, otvarajući nove mogućnosti za kreiranje i razvoj proizvoda i usluga. Oslobađanjem radne snage od monotonih poslova, zaposleni dobijaju više vremena za kreativne aktivnosti i razvoj novih ideja, što podstiče stvaranje inovativnih proizvoda i usluga. Proces automatsizacije i robotizacije su od ključnog značaja za digitalnu transformaciju, obuhvatajući ne samo sektor proizvodnje, već i usluga. Primena savremene tehnologije doprinosi povećanoj efikasnosti, prilagodljivosti, podstiče inovacije i unapređuje upravljanje podacima i korisničkim iskustvom. Pravilna implementacija garantuje održivost na konkurentskom tržištu i postizanje uspeha.

3.3 Globalni trendovi automatizacije i robotizacije poslovanja

Današnji globalni trendovi automatizacije i robotizacije označavaju prekretnicu u digitalnoj transformaciji poslovanja, temeljno preoblikujući način izvršavanja poslovnih procesa, tržište rada i globalnu ekonomsku dinamiku. Automatizacija i robotizacija sve više dobijaju na značaju u globalnoj ekonomiji i svakodnevnom radu. Povećanje produktivnosti, konkurentnost i proizvodnja visokokvalitetnih proizvoda samo su neki od benefita koje donosi robotizacija. Postoji izraženo zadovoljstvo ljudi u vezi s korišćenjem robota i robotizacijom, naročito zbog njihove ekonomičnosti. Međutim, robotizacija nije samo zamena za ljudski rad, već predstavlja složenu društvenu pojavu koja zahteva temeljnu reorganizaciju poslovanja kompanija, stvarajući pri tome novi sistem vrednosti. Primećen je trend širenja robotike koji otvara nove mogućnosti za zapošljavanje visoko kvalifikovanih radnika, posebno u oblastima tehnologije i informatike, gde inženjersko znanje i veštine dolaze do izražaja.

U okviru proizvodnih preduzeća, automatizacija proizvodnje sve više prelazi na šira pitanja, kao što su poboljšanje kvaliteta i fleksibilnosti u samom procesu proizvodnje. Transformacija operativnih

procesa preduzeća obuhvata automatizaciju u segmentima kao što su procesi proizvodnje, istraživanje i razvoj i distribucija. Fokusiranje isključivo na upotrebu industrijske automatizacije kako bi se postigao veći stepen produktivnosti i smanjenja troškova više nije praktično, jer je neophodno osigurati prisustvo kvalifikovane radne snage koja je u mogućnosti da održava i upravlja ovim automatizovanim sistemima. Radna snaga mora posedovati određeno tehničko znanje o automatizaciji i robotizaciji, jer korišćenje robota često zahteva veštine programiranja i upravljanja njima. To dalje stavlja pred organizacije izazov da li da zapošljavaju stručnjake sa odgovarajućim veštinama ili da obezbeđuju obuku za postojeće zaposlene kako bi unapredili svoje tehničke kompetencije. Preduzeća koja se bave automatizacijom mogu pružiti pomoć tokom instalacije i podešavanja sistema, ali dugoročno, osposobljavanje i upravljanje robotima ostaje u domenu stručnog osoblja.

Iako globalni trendovi automatizacije i robotizacije donose mnoge prednosti, ne može se zanemariti da postoji i niz nedostataka koji utiču na primenu ovih procesa u poslovanju, naročito kada je u pitanju moguće smanjenje radne snage usled sveopšte automatizacije. Svaka značajna promena u organizaciji može izazvati stres među zaposlenima. Oni koji se bave novom tehnologijom možda će preuzeti nove odgovornosti i morati da steknu nova znanja u vezi sa tehnološkim konceptima. S obzirom na to da nisu svi zaposleni na istom nivou tehničke stručnosti, ovo može rezultirati otpuštanjem postojećih zaposlenih ili čak davanjem otkaza.

Pretpostavka da neće biti potrebe za ljudskom radnom snagom zbog brzine i doslednosti robota predstavlja glavnu zabrinutost zaposlenih, istovremeno predstavljajući značajnu pretnju tržištu rada. Međutim, ova pretpostavka nije tačna, a Amazon pruža konkretan primer, jer se stopa zaposlenosti brzo povećala kada je broj robota porastao sa 1000 na preko 45000. Očekuje se da će u bliskoj budućnosti mnogi zaposleni u fabrikama biti zamenjeni pametnim robotima, koji su efikasniji i jeftiniji za održavanje. Roboti kao radnici postaju sve privlačnija opcija za preduzeća jer eliminišu potrebu za isplatom plata, troškovima prevoza, porezima i doprinosima, regresima, odsustvima, godišnjim odmorima i sindikatima.

Iako robotizacija nudi brojne prednosti, posebno u domenu efikasnosti i smanjenja troškova, važno je napomenuti da se ova tehnologija još uvek razvija, a mnogi izazovi nisu potpuno razjašnjeni. Preduzećima nije lako doneti odluku o ulaganju u robotizaciju ili čekanju na dalji razvoj te tehnologije, s obzirom na visoke početne investicije koje zahteva. Stoga je neophodno razviti

sveobuhvatan poslovni plan prilikom razmatranja implementacije ove tehnologije kako bi se obezbedilo da su povracaji na investiciju održivi i opravdani, a rizik minimalizovan.

Jedan od ključnih aspekata koji se mora uzeti u obzir u eri automatizacije i robotizacije je kinematička bezbednost. Preduzeća su obavezna da pridaju posebnu pažnju ovom aspektu kako bi zaštitila svoje zaposlene od mogućih povreda usled rada sa automatizovanim sistemima.

Sa porastom broja umreženih uređaja u poslovnom okruženju, raste i rizik od cyber napada. Sve više uređaja povezanih na internetu stvara potencijalne tačke ulaska za hakere. Iz tog razloga, preduzeća moraju uložiti u neophodne bezbedonosne mere kako bi se zaštitila od cyber pretnji i očuvala integritet svojih sistema i podataka.

Globalni trendovi automatizacije i robotizacije oblikuju način na koji se poslovanje odvija, bez obzira na industrijsku granu. Ovi trendovi donose brojne prednosti, ali isto tako i izazove i nedostatke sa kojima se preduzeća suočavaju. Da bi se postigla uspešna integracija automatizacije i robotizacije, neophodno je da preduzeća pažljivo planiraju, pravilno obuče svoje osoblje i regulišu svoje procese. Na taj način, ovi trendovi mogu služiti za zajedničko dobro i doprineti napretku društva.

3.4 Društveni aspekti automatizacije i robotizacije

Prihvatanje automatizacije i robotizacije od strane društva predstavlja ključni korak u tehnološkoj evoluciji, s obzirom na njihov snažan uticaj na radne i životne procese. Ovi tehnološki napretci donose brojne prednosti, kao što su povećana produktivnost i preciznost, ali takođe postavljaju ozbiljna društvena pitanja i izazove.

Prvenstveno, automatizacija i robotizacija imaju dubok uticaj na tržište rada. Povećana sposobnost mašina i softvera da obavljaju sve složenije zadatke izaziva zabrinutost oko gubitka radnih mesta za ljude. Važno je naglasiti da ovi tehnološki procesi stvaraju i nove poslove i zahtevaju ljudsku interakciju u mnogim aspektima.

Drugo, njihov uticaj na veštine i obrazovanje je od suštinskog značaja. Sa tehnološkim napretkom, nastaju potrebe za novim veštinama kako bismo se efikasno nosili sa promenama u radnom okruženju. Obrazovni sistem mora da se prilagodi kako bi pripremio ljude za rad sa automatizacijom i robotima, podstičući razvoj oblasti kao što je STEM (nauka, tehnologija,

inženjering i matematika) obrazovanje. Ove promene će oblikovati društvo u godinama koje dolaze i zahtevaju holistički pristup kako bi se obezbedilo da tehnologija služi zajedničkom dobru i unapredi društvo.

Automatizacija i robotizacija imaju dubok uticaj na produktivnost i efikasnost. Mašine i roboti mogu kontinuirano raditi bez potrebe za odmorom, smanjujući mogućnost grešaka i povećavajući kvalitet proizvoda i usluga. To pozitivno utiče na ekonomsku konkurenciju i rast, ali takođe izaziva zabrinutost u vezi sa dugoročnim posledicama po ljudsku radnu snagu. U kontekstu društvene interakcije, robotika igra ključnu ulogu u različitim oblastima. Roboti se koriste u zdravstvu kako bi pružili podršku pacijentima, u obrazovanju za asistenciju deci sa posebnim potrebama i među starijim stanovništvom za pomoć u svakodnevnim aktivnostima. Ovi uređaji poboljšavaju kvalitet života, ali takođe postavljaju etička pitanja, uključujući privatnost i odnos između ljudi i mašina.

Kada se radi o etici, automatizacija i robotizacija postavljaju niz pitanja o odgovornosti i moralu. Kako mašine postaju sve sposobnije za donošenje odluka, pojavljuje se pitanje ko je odgovoran za greške ili nesreće koje se dogode. Ovo zahteva razmatranje etičkih smernica i zakonskih okvira kako bi se osigurala odgovornost i sigurnost u korišćenju ovih tehnologija.

Automatizacija i robotizacija su ključni elementi savremenog društva koji oblikuju način rada, učenja i razmišljanja o etici i društvenim promenama. Iako donose brojne prednosti, od produktivnosti do poboljšanja zdravlja i obrazovanja, neophodno je pažljivo razmatranje njihovih društvenih aspekata kako bi se osiguralo da se tehnološki napredak koristi za dobrobit svih članova društva.

4. PRIMERI IZ PRAKSE

4.1 Automatizacija i robotizacija u industriji

Implementacija automatizacije i robotizacije predstavlja revolucionarni korak u razvoju procesa proizvodnje. Ovi procesi uključuju upotrebu različitih tehnoloških sistema i uređaja, kao što su programi za kontrolu, senzori, roboti i veštačka inteligencija, što je ključno za transformaciju industrije.

Primena logičkih kontrolera i sistema za automatsko upravljanje i nadzor mašina u stvarnom vremenu čini bitnu komponentu automatizacije. To omogućava brže reagovanje na eventualna odstupanja u proizvodnji. Sa druge strane, robotizacija uključuje upotrebu industrijskih robota koji su sposobni za samostalno izvršavanje različitih zadataka. Ovi inovativni pristupi menjaju industrijsku paradigmu i postavljaju nove standarde u produktivnosti i efikasnosti.

Industrijski manipulatori, prema definiciji Robot Institute of America, su programabilni i multifunkcionalni mehanizmi namenjeni pomeranju materijala, delova, alata i specijalizovanih uređaja. Njihova multifunkcionalnost je rezultat višestrukog broja sloboda u kretanju. Glavna svrha industrijskih manipulatora je obavljanje repetitivnih zadataka sa izuzetnom brzinom i preciznošću.

U 20. veku, preciznost i repetitivnost, posebno na pokretnoj traci, bili su ključni za masovnu proizvodnju i uspeh industrijskih manipulatora. Njihova efikasnost zavisila je od mehaničkih karakteristika manipulatora i programiranja koje im je omogućavalo da izvršavaju zadatke tokom dužeg vremenskog perioda sa minimalnim korekcijama. Važno je istaći da manipulatori tada nisu morali razmišljati o okolini jer su radili u usko specijalizovanoj proizvodnji.

Međutim, sa razvojem tehnologije, industrijski manipulatori su se dalje razvijali, postajući sve pametniji i sposobniji za interakciju sa dinamičnim okruženjem. Danas, igraju ključnu ulogu u modernoj proizvodnji, omogućavajući efikasnost i preciznost u raznolikim sektorima. Istaknuto je da se transformacija u industriji oslanja na automatizaciju i robotizaciju, čineći njihovu osnovu. Produktivnost, efikasnost i kvalitet su ključne prednosti ovih procesa. Implementacija nosi i izazove koji zahtevaju pažljivo upravljanje i kontrolu. S obzirom na neprekidan tehnološki razvoj, industrija mora pratiti inovacije kako bi zadržala konkurentske prednosti.

4.2 Automatizacija i robotizacija u trgovini

Primena automatizacije i robotizacije nosi sa sobom očigledne promene u sektoru trgovine. Ove promene su od velikog značaja i mogu se posmatrati na mnogo različitih nivoa. Trgovina se ističe kao jedna od najprilagodljivijih privrednih grana kada je reč o prilagođavanju novim tehnologijama. Najznačajniji aspekt automatizacije u trgovini ogleda se u lancu snabdevanja i upravljanju zalihama, dok veštačka inteligencija igra ključnu ulogu u kontekstu robotizacije. Ovi tehnološki napretci donose promene koje će i dalje oblikovati budućnost trgovine.

Lanac snabdevanja je kompleksan sistem koji povezuje različite poslovne funkcije i procese kako unutar, tako i izvan preduzeća. U cilju brže i preciznije distribucije proizvoda, neophodna je primena automatizovanih mašina i robota. Sistemi za upravljanje zalihama omogućavaju praćenje i upravljanje tokom pakovanja i otprema u skladištima, čime se znatno poboljšava efikasnost i brzina snabdevanja kupaca. Pomoću robota za skladištenje i pakovanje, zaposleni postižu bolju efikasnost i bržu isporuku proizvoda.

Veštačka inteligencija ima ključnu ulogu u personalizaciji korisničkog iskustva. Pametni sistemi analiziraju podatke o potrošačima, identifikujući njihove preferencije i zahteve. Na temelju ovih informacija, pružaju personalizovane ponude i preporuke koje direktno povećavaju zadovoljstvo kupaca. Ovi aspekti čine esencijalni deo modernizacije lanaca snabdevanja u digitalnom dobu.

Neophodno je istaći i prednosti koje donosi elektronska trgovina, čiji prosperitet direktno zavisi od automatizacije i robotizacije. Elektronska trgovina oslanja se na algoritme za razmenu podataka, prognoziranje potražnje i održavanje poslovnih odnosa. Automatizovani sistemi isporuke dodatno pojednostavljaju logistiku. Prelazak na digitalni oblik poslovanja, međutim, stavlja veći naglasak na sigurnost podataka zbog povećanog broja transakcija.

Implementacija ovih tehnoloških inovacija ima ključan uticaj na trgovinu. Nove tehnologije obezbeđuju veću efikasnost, unapređene usluge i veće zadovoljstvo potrošača. Automatizacija i robotizacija će dalje oblikovati trgovinu, promeniti način kupovine, poslovanja i prodaje. Ova evolucija postavlja osnove za budućnost trgovine u digitalnom dobu.

4.3 Automatizacija i robotizacija u poljoprivredi

U modernom vremenu, kada digitalna transformacija ulazi u sve spektre društva, ne sme se zaobići sektor poljoprivrede, koji trenutno trpi veliki pritisak. U nedostatku radne snage za obavljanje teških fizičkih poslova, primena automatizacije i robotizacije može znatno redizajnirati tradicionalne načine poljoprivrednih poslova. Nove tehnologije olakšavaju i ubrzavaju obavljanje većine poslova, ali je i dalje potrebno dosta ulaganja jer je samo određeni deo ovih poslova automatizovan.

Automatizovani alati, mašine i roboti sastoje se od senzora, sistema za upravljanje i praćenje procesa. Multifunkcionalnom analizom mogu da prate stanje zemljišta, poslove đubrenja, setve i žetve. Sistemi za navodnjavanje se sastoje od senzora koji prate vremenske uslove i vlažnost zemlje, na osnovu kojih može da se automatski prilagodi navodnjavanje. Postoji i unapređena kontrola koja koristi sisteme za analiziranje zemljišta. Na osnovu dobijenih podataka, može se videti da li postoji potreba za dodatnim pesticidima ili đubrivom. U modernoj poljoprivredi se primenjuju i roboti koji se mogu koristiti za automatizovanu berbu voća i povrća. Korišćenje ovakvih robota u velikoj meri smanjuje troškove i potrebu za radnom snagom.

Robotizacija u poljoprivredi uvodi dronove i različite vrste kopnenih robota koji obavljaju zadatke. Dizajnirani su tako da mogu da prikupljaju podatke pomoću senzora, a pomoću automatizovanih sistema mogu se dobiti pravovremeni i verodostojni podaci. Podaci imaju direktan uticaj na poslovanje jer predstavljaju ključan faktor u odlučivanju. Dronovi poseduju najnovije senzore i kamere visoke rezolucije koji pomažu u nadgledanju i prikupljanju podataka brzo i efikasno. Zbog pouzdanosti i pravovremenosti informacija koje pružaju, zaposleni mogu da reaguju na vreme i spreče veću štetu.

Pomoću dronova i robota mogu se videti temeljni podaci o zemljištu i zdravlju useva. Mnoge organizacije za hranu i poljoprivredu upozoravaju da se veliki procenat useva izgubi, što izaziva veliki problem, pa je svaka informacija koju pružaju automatizovani roboti od velikog značaja. Uzimaju se uzorci zemljišta i PH vrednosti, jer se na osnovu toga može videti koje đubrivo treba da se koristi, u kojim količinama, kao i najbolje vreme za sadnju. Rezultat primene su redukcija troškova, porast prinosa i održavanje kvaliteta i plodnosti zemljišta.

Roboti se najčešće napajaju na električnu energiju, a ne koriste fosilna goriva, što je slučaj sa mašinama. Poseduju daljinski pristup za upravljanje, a uz pomoć senzora i tehnologije mogu da

mapiraju prostor na kome rade, čime se precizno evidentira mesto gde je zasađena svaka biljka. Takve informacije su značajne kako bi kasnije mogle da se obave akcije đubrenja i zaprašivanja. Analiziranjem podataka i poređenjem rezultata dobijenih u fazi žetve, dobija se realna slika o uspešnosti poslovanja.

Automatizacija i robotizacija su promenile način na koji se danas obavljaju poslovi u poljoprivredi, čime se obezbeđuje porast produktivnosti i održivosti. Nove tehnologije omogućavaju poljoprivrednicima da unaprede kvalitet svojih proizvoda i budu konkurentni na tržištu. Poljopriveda ima potencijal za dalje usavršavanje tehnologija, jer razvojem mogu da se postignu viši nivoi efikasnosti i inovacija.

4.4 Automatizacija i robotizacija u medicini

Medicinska industrija se neprestano razvija i transformiše kako bi pružila bolju i efikasniju negu pacijentima. U poslednje vreme, automatizacija i robotizacija su postali ključni faktori koji obećavaju revoluciju u medicini.

Automatizacija i veštačka inteligencija igraju ključnu ulogu u dijagnostici i praćenju bolesti. Napredni algoritmi su sposobni da analiziraju velike količine podataka, kao što su slike, laboratorijski rezultati i istorije pacijenata. Na osnovu dobijenih informacija mogu se brže i tačnije postaviti dijagnoze. Jedan od primera je sposobnost veštačke inteligencije da prepozna patološke promene na rendgenskim snimcima radi brže identifikacije povreda i bolesti, poput raka.

U ovom radu će se analizirati kompanija Visaris, koja posluje u oblasti digitalnog rendgenskog snimanja. Visaris je evropski lider u oblasti digitalnog rendgenskog snimanja i toka dijagnostike.

Kompanija je osnovana 2003. godine, sa sedištem u Beogradu. Već 2004. godine razvijeni su prvi proizvodi Visaris Diagon i PACS, softveri za očitavanje i arhiviranje medicinskih slika, usklađeni sa DICOM standardima. DICOM standardi su standardi za komunikaciju i upravljanje informacijama o medicinskim slikama i podacima. Prva instalacija pomenutih proizvoda bila je u Južnoj Africi.

Projekat za izgradnju prvog srpskog digitalnog rendgen aparata Vision X, uspešno je završen 2005. godine na Institutu za ortopedsku hirurgiju „Banjica”. Nakon što su već ispunili ISO standarde, prvi CE znak je dobijen 2006. godine. U periodu između 2008. i 2012. godine, Visaris je privremeno napustio program fluoroskopije i usmerio svoj razvoj na radiografiju kako bi se prilagodio razvoju

Wi-Fi panel detektora. Vision Familija uređaja je 2012. godine ušla u novu fazu ubrzanog razvoja, uz dodatne napredne softverske funkcije poput spajanje slika.

2017. godine razvoj proizvoda uključuje pokretanje Vision Air serije sistema cevnih dizalica koji će uključivati sofisticiranu dinamičku tehnologiju ravnog panela, uključujući fluoro tehnike i 3D slike. Prema podacima iz 2022. godine, 1856 proizvodnih instalacija besprekorno radi u 30 zemalja i šest kontinenata.

Strategija kojom se Visaris vodi jeste ponuda najnovijih tehnologija i rešenja najvišeg kvaliteta, čime se stiče poverenje i poštovanje saradnika. Strateški cilj za naredne 3 godine je uspostavljanje Visarisa kao međunarodnog proizvođača rendgenskih zraka visokog kvaliteta, lidera u inovacijama, konkurentnosti i bezbednosti. Dobijanje stabilnog OEM partnera za snabdevanje je jedan od ključnih ciljeva kompanije sa fokusom na svetske brendove prvog nivoa.

Kombinacija akademskih, istraživačkih i razvojnih i praktičnih sposobnosti u uskom segmentu radiološkog tržišta omogućava da ostvaruju značajnu ulogu u primeni AI tehnologije, kojoj se trenutno teži. Takođe, razvoj mašina za dinamičku polidijagnostiku je pravac koji će transformisati statičke rendgenske sobe u sobe za više dijagnostike, koje mogu masovno povećati broj procedura koje se danas obavljaju.

Odeljenje za istraživanje i razvoj kreiralo je mehaniku, elektroniku i softver. Dugogodišnji razvoj omogućio im je da danas u svojoj bogatoj ponudi imaju niz digitalnih rendgenskih sistema uključujući konzole za digitalnu radiografiju (DR) i kompletne DR sobe, kao i potpuno integrisana rešenja za proces i dijagnostiku. Pored toga, pružaju OEM usluge istraživanja i razvoja u oblastima dizajna rendgenskih zraka, toka rada snimanja, kontrole sistema, robotike i obrade slika.

Rendgen aparat je medicinski uređaj, koji korišćenjem rendgenskih zraka, omogućava dobijanje snimaka određenih delova tela. Od presudnog je značaja u oblasti medicinske dijagnostike, jer omogućava neinvazivno ispitivanje unutrašnjih tkiva i organa pacijenta.

Komponente rendgenskih sistema čine sistemi za snimanje, pozicioniranje i upravljanje. Sistem za snimanje se sastoji od rendgenske cevi, koja koristi generator za napajanje i kućišta koje sadrži detektor, AEC i rešetku protiv rasejanog zračenja. Po principu rendgenskog snimanja, rendgenska cev stvara zrake i preko kolimatora ograničava zračno polje. Zraci prolaze kroz telo i projektuju

snimanu anatomiju na površinu detektora koji meri absorbovanu količinu X zraka. Generator obezbeđuje napon rendgenskoj cevi i kontroliše izračenje i parametre zračenja.

Jedan od glavnih ciljeva Visarisa je razvoj inovativnih rendgena koji mogu da integrišu napredne tehnologije, kao što je veštačka inteligencija. Zato je Visaris 2007. godine počeo da razvija i proizvodi sopstvenu mehaniku, što je dovelo i do razvoja potpuno novog i motorizovanog sistema cevni dizalica. Deceniju kasnije, razvoj proizvoda uključuje pokretanje Vision Air serije sistema cevni dizalica koji će uključivati sofisticiranu dinamičku tehnologiju ravnog panela, uključujući fluoro tehnike i 3D slike. Oblasti rada koju obuhvata Vision Air su radiografija, fluoroskopija, serijsko snimanje, procedure mijelografije i standarde za postizanje ultra niske doze zračenja.



Slika 4.4.1. Vision Air

Vision Air je najsavremeniji, univerzalni plafonski uređaj, sposoban za praktično sve radiografske preglede sa jednim, visokokvalitetnim, ravnim detektorskim sistemom. Zasnovano na potpuno programabilnom, automatizovanom robotskom sistemu sa inteligentnom kontrolom pozicioniranja, sistem ce se neprimetno transformisati iz funkcionalnosti vertikalnog rendgenskog postolja u stoni sistem. Air sistem ima namenski korisnički interfejs za pozicioniranje na cevi i fiksnu, jednostruku suspenziju i tilting sto za pacijente sa pločom stola koja je specijalno napravljena od ugljeničnih vlakana.

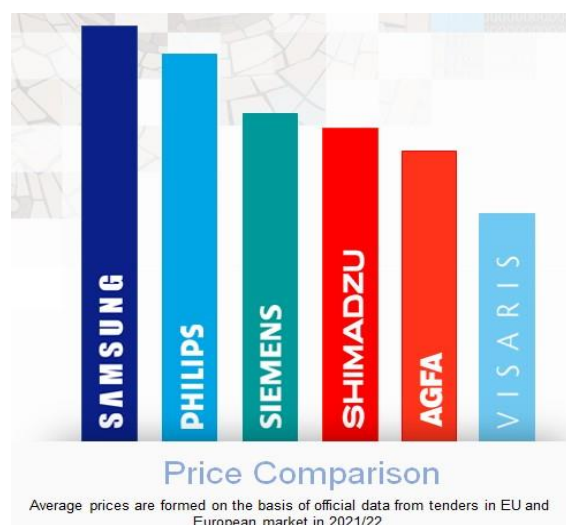
Uređaj uključuje dvostruki robotski sistem, motorizovani sto za pacijente koji ide iz ležeceg u stojeći položaj, cev i detektor sa rotacijom od 360 stepeni, automatsko poravnanje detektora i cevi, fiksni 43x43 detektor montiran na robotsku ruku na plafonu za statično i dinamičko snimanje, konzolu sa cevastim bočnim ekranom osetljivim na dodir, kao i dodatne Wi-Fi detektore, podržane od strane sistema.

Vision Air predstavlja revoluciju u digitalnom rendgenskom snimanju, pružajući mogućnost statičke i dinamičke slike. Značajna prednost ovog sistema je što pored standardnih radiografskih, poseduje i pun opseg funkcionalnosti modaliteta u fluoroskopiji, eliminišući potrebu za posebnim uređajima za ove dijagnostičke preglede. Robotska automatizacija smanjuje ručne radne korake, povećavajući preciznost pozicioniranja uređaja, što za rezultat ima brži radni tok, manji rizik, pouzdanost operatera i savršeno usklađene slike.

Fokus je na pacijentima, povećavajući njihovo zadovoljstvo i smanjujući rizik od povreda. Dovoljno je samo da pacijent leži na stolu i uređaj će uraditi ostalo, zahvaljujući pristupu od 360 stepeni. Kombinuje se visoka preciznost i široka pokrivenost, smanjujući opterećenje tehničara i poboljšavajući iskustvo pacijenata. Kao rezultat toga, i tehničari će imati koristi.

Razvoj novog proizvoda je proces kojim preduzeće lansira novi proizvod ili uslugu na tržište, za šta je potrebno imati dobro osmišljenu strategiju i plan za lansiranje proizvoda na tržište. Strategija obuhvata određivanje datuma i procenjivanje proizvoda, istraživanje tržišta, ciljne grupe i konkurencije, smišljanja i sprovođenja promocije, kao i završno lansiranje novog proizvoda ili usluge. Lansiranje ovog proizvoda je izvršeno simultano u Srbiji, Švedskoj i Čikagu.

U konkretnom slučaju, završetak razvoja proizvoda pokazuje da je projekat Vision Air iznosio preko 1.1 milion evra. Za sam razvoj i prototipove bilo je potrebno izdvojiti 300.000 evra, a za interna i eksterna testiranja 80.000 evra, koliko su koštale i potrebne dokumentacije i registracije. Razvoj obuhvata i troškove promocije, kao što su studije, marketing i lansiranje, koji su iznosili 330.000 evra. Najveći deo troškova odnosio se na angažovanje radne snage, što je iznosilo 400.000 evra.



Slika 4.4.2. Poređenje cene konkurenata

Od ključnog je značaja istaći da sa pojavom nove vrste rendgena kao što je Vision Air, javlja se i ekskluzivni tržišni segment. Pored Visarisa, samo su Siemens i Canon uspeli da razviju i proizvedu ovu vrstu rendgena, ali u svojoj ponudi nemaju tilting sto. Cene im se kreću od 250.000 evra za radiografsko rešenje do 600.000 evra sa punim opcijama, dok Visaris nudi korisnicima svoj proizvod po ceni od 180.000 do 360.000 evra.

ZAKLJUČAK

U današnjem poslovnom svetu, digitalna transformacija je postala ključna komponenta za opstanak i uspeh organizacija. Automatizacija i robotizacija predstavljaju neizbežan deo ovog procesa, donoseći sa sobom značajan uticaj i značajne promene u načinu na koji se poslovanje odvija. Ovaj rad je detaljno istražio uticaj i značaj automatizacije i robotizacije u digitalnoj transformaciji poslovanja i došao do niza zaključaka.

Prvo, važno je napomenuti da automatizacija i robotizacija donose poboljšanja u efikasnosti i produktivnosti. Uvođenjem pametnih sistema, organizacije mogu automatizovati rutinske zadatke, oslobađajući ljudske resurse za više vrednosne aktivnosti. Ovo smanjuje operativne troškove i omogućava organizacijama da budu konkurentnije na tržištu.

Drugo, automatizacija i robotizacija takođe poboljšavaju tačnost i preciznost u izvršavanju zadataka. Mašine i roboti mogu izvršavati zadatke bez grešaka i konzistentno, što je od suštinskog značaja u oblastima kao što su proizvodnja, logistika i zdravstvo. Ovo smanjuje rizik od ljudskih grešaka i povećava kvalitet proizvoda i usluga.

Treće, automatizacija i robotizacija otvaraju nova radna mesta i zahtevaju nove veštine. Dok se neki poslovi automatizuju, stvaraju se potrebe za stručnjacima koji mogu da upravljaju i održavaju automatizovane sisteme. Ovo znači da se radna snaga mora prilagoditi promenama u tehnologiji i sticanju novih veština.

Četvrto, bezbednost i zaštita podataka postaju kritični aspekti u eri automatizacije i robotizacije. Sa sve većim brojem povezanih uređaja i sistema, organizacije moraju ozbiljno razmotriti mere zaštite kako bi sprečile cyber napade i zloupotrebe podataka.

Peto, automatizacija i robotizacija omogućavaju organizacijama da pruže bolje korisničko iskustvo. Kroz personalizaciju i brzu isporuku usluga, organizacije mogu zadovoljiti rastuće potrebe potrošača i ostvariti veću lojalnost klijenata.

Iako automatizacija i robotizacija donose mnoge prednosti, one takođe postavljaju izazove. Pitanja o etici, privatnosti i društvenim posledicama treba pažljivo razmotriti kako bi se osiguralo da tehnologija služi opštem dobru.

Zahvaljujuci detaljnoj analizi ovog master rada možemo zaključiti da su automatizacija i robotizacija ključni faktori u digitalnoj transformaciji poslovanja. Njihov uticaj i značaj su neosporni, nudeći organizacijama priliku za unapređenje efikasnosti, tačnosti i konkurentnosti. Međutim, uspeh u ovom procesu zahteva sveobuhvatan pristup, uzimajući u obzir tehničke, ekonomske, društvene i etičke faktore. Organizacije koje uspešno integrišu automatizaciju i robotizaciju u svoje poslovanje će imati prednost u digitalnom dobu i ostvariti održiv rast i konkurentske prednosti.

LITERATURA

Knjige

1. Bleuler, H., Bouri, M., Mondada, F., Pislá, D., Rodić, A., Helmer, P. (2016). New Trends in Medical and Service Robots. University of Cassino and South Latium.
2. Murphy R. (2019). Introduction to AI Robotics. Bradford Books.
3. Owen W. (2021). AI Robotics 101. Discover The Science And Technology Of The Future.
4. Shaw R., Ghosh A., Balas V., Bianchini M. (2021). Artificial Intelligence for Future Generation Robotics. Elsevier.
5. Spremić M. (2017). Digitalna transformacija poslovanja. Sveučilište u Zagrebu. Ekonomski fakultet.
6. Stankić, R. (2013). Projektovanje informacionih sistema. Ekonomski fakultet, CID
7. Stankić, R. (2021). Poslovna informatika. Ekonomski fakultet, CID
8. Turban, E., Pollard, C., Wood, G. (2015). Information Technology for Management: Digital Strategies for Insight, Action and Sustainable Performance (10th Edition). Wiley.
9. Turban, E., Pollard, C., Wood, G. (2021). Information Technology for Management: Deiving Digital Transformation to Increase Local and Global Performance, Growth and Sustainability (12th Edition). Wiley.
10. Vukobratović, M., Stokić, D. (1990). Upravljanje manipulacionim robotima: Analiza/ Sinteza/ Vežbe. NIP Tehnička knjiga.
11. Vukobratović, M., Stokić, D., Kirćanski, N., Kirćanski, M., Hristić, D., Karan, B., Vujić, D., Đurović, M., (1986). Uvod u robotiku. Institut "Mihajlo Pupin".

Članci

1. Ebert, C., Duarte, C. H. C. (2018). Digital Transformation. *IEEE Software* 35(4):16-21.
2. Gobble, M. (2018). Digitalization, digitization, and innovation. *Res. Technol. Manag.* 61(4), 56–59.
3. Hofmann, P., Samp C., Urbach, N. (2020). Robotic Process Automation. *Electronic Markets, The International Journal on Networked Business* 30(1), 99-106.
4. Kohli, R., Melville, N. (2019). Digital innovation: a review and synthesis. *Inform. Syst. J.* 29(1).
5. Kootstra, G., Wang, X. & Blok, P.M. (2021). Selective Harvesting Robotics: Current Research, Trends, and Future Directions. *Curr Robot Rep* 2, 95–104.
<https://doi.org/10.1007/s43154-020-00034-1>.
6. Pagliarini, L. (2017). The future of Robotics Technology. *Journal of Robotics, Networking- and Artificial Life*, Vol. 3, No. 4, 270-273.
<https://www.researchgate.net/journal/Journal-of-Robotics-Networking-and-Artificial-Life-2352-6386>
7. Sapaty, S. P. (2015). Military Robotics: Latest Trends and Spatial Grasp Solutions. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence (IJARAI)*, Vol. 4, No. 4, 9-18.
8. Stankic, R. (2018). Digitalizacija poslovanja u funkciji razvoja nacionalne ekonomije. *Zbornik radova EKONBIZ*, str. 10-19.
<http://www.ekonbiz.ues.rs.ba/ojs/article/view/87/92.html>
9. Stankic, R. (2022). Digitalna transformacija kao ekonomski izazov u uslovima ubrzanih globalnih promena. *Novi Ekonomist*, str. 20-26.
<http://www.noviekonomist.info/ojs/article/view/103.html>
10. Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: a review and a research agenda. *J. Strateg.Inf. Syst.* 28(2), 118–144.

Internet strane

1. Anandan, M. T (2015). Robots and Healthcare Saving Lives Together. <https://www.automate.org/industry-insights/robots-and-healthcare-saving-lives-together>
2. Bieller, S. (2021). The role of robots in healthcare. <https://ifr.org/post/the-role-of-robots-in-healthcare-part2>
3. Brown, S. (2020). A new study measures the actual impact of robots on jobs. It's significant. <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/a-new-study-measures-actual-impact-robots-jobs-its-significant>
4. Brumson, B. (2007). Chemical and Hazardous Material Handling Robotics. <https://www.automate.org/industry-insights/chemical-and-hazardous-material-handling-robotics>
5. Brumson, B. (2011). Robotics in Electronics. <https://www.automate.org/industry-insights/robotics-in-electronics>
6. Council for Agricultural Science and Technology (CAST), (2020). Ground and Aerial Robots for Agricultural Production: Opportunities and Challenges. CAST, 70. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1732&context=biosysengfacpub>
7. Dizikes, P. (2020). How many jobs do robots really replace? <https://news.mit.edu/2020/how-many-jobs-robots-replace-0504>
8. Gihleb, R., Giuntella, O., Stella, L. & Wang, T. (2020). Industrial Robots, Workers' Safety, and Health. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/227199/1/dp13672.pdf>
9. Lin, P., Bekey, G. & Abney, K. (2008). Autonomous Military Robotics: Risk, Ethics, and Design. San Luis Obispo: California Polytechnic State University. http://ethics.calpoly.edu/onr_report.pdf
10. Moore, S. (2021). Advances in Automation: The Future of Robotics in Healthcare. AZoRobotics. <https://www.azorobotics.com/Article.aspx?ArticleID=422>.
11. Mittal, V. (2020). Why Military Exoskeletons Will Remain Science Fiction. <https://www.forbes.com/sites/vikrammittal/2020/08/17/military-exoskeletons-science-fiction-or-science-reality/?sh=354c6200a69e>

12. Russo, A. (2020). Recession and Automation Changes Our Future of Work, But there are Jobs Coming, Report Says.
<https://www.weforum.org/press/2020/10/recession-and-automation-changes-our-future-of-work-but-there-are-jobs-coming-report-says-52c5162fce/>
13. Roldán, J. J. , Cerro, J. d. , Garzón-Ramos, D., Pablo Garcia-Aunon, P., Garzón, M., de León, J., & Barrientos, A. (2017). Robots in Agriculture: State of Art and Practical Experiences. In (Ed.), Service Robots. IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.69874>
14. Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond.
<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
15. Visaris
<https://visaris.com/visaris-history/>
16. Wallen, J. (2008). The history of the industrial robot.
<http://www.control.isy.liu.se/>