

Robotika

1. Zgodovina robotike

Avtomatizacija zahtevnih nalog brez posega človeka se je v industriji začela z **obdelovalnimi avtomati**, ki so z mehansko izvedeno logiko svojo funkcijo izvajali samodejno. S prihodom elektronike in pozneje računalnikov so **se avtomati prelevili v sodobne računalniško vodene (CNC) obdelovalne stroje**.

Podobno je bilo na področju sestavljanja, kjer je prvotno mehansko vodeno gibanje začela zamenjevati pnevmatika, elektronika in programirljiva logična krmilja. V avtomatizaciji imajo čedalje večjo vlogo tudi roboti. **Največ se uporabljajo za strego strojem, za varjenje, barvanje, sestavljanje, pakiranje, brušenje, optično kontrolo itd.**

Razvoj robotike se je pričel v avtomobilski industriji, zdaj pa si skoraj ne moremo več predstavljati industrijske panoge, ki bi nemoteno delovala brez robotske podpore.

Robotika se vse bolj **razvija tudi na neindustrijskih področjih kot so, zdravstvo, raziskovalno delo, vojaška tehnologija, svet zabavne tehnologije, in pa tudi doma, v gospodinjstvu.**

Obstaja še **ogromno možnosti za izboljšave**, npr. na področju krmiljenja robotov, umetnega vida in inteligence, robotske dinamike in kinematike.

Razlogi za avtomatizacijo in robotizacijo:

- **zniževanje stroškov,**
- **razbremenitev človeka,**
- **zagotavljanje zmogljivosti/kakovosti proizvodnje**

Avtomatizacija pa vpliva tudi na skrajšan čas izdelave in večjo zmogljivost, **eden izmed pomembnih razlogov za uvajanje robotizacije pa je tudi škodljivo in monotono delo.**

Dobri **dve petini robotov sta namenjeni stregi strojem**, približno **ena petina varjenju in ena šestina montaži**. Sledijo še **uporaba robotov za nanos lepil in drugih mas za lakiranje**. Približno pet odstotkov robotov izvaja operacije, kot so **brušenje, poliranje, rezanje, odstranjevanje srha** in podobno.

2. Glavni razlogi za uvajanje robotike

Industrijske robote **uporabljamo tako rekoč že v vseh proizvodnih procesih**. Tudi mobilni roboti in roboti z možnostjo lastnega odločanja se čedalje bolj uveljavljajo, sploh na novejših področjih.

Področja, kjer se roboti najbolj uporabljajo so:

- strojna obdelava;
- varjenje (točkovno, obločno, lasersko, ...);
- kontrola kvalitete in merjenja;
- raziskovalno delo;
- kmetijstvo;
- medicina;
- vojska;
- sestava elektronskih komponent in vezij;
- obdelava plastičnih snovi;
- barvanje, nanašanje zaščitnih premazov, emajliranje;
- delo z nevarnimi snovmi;
- skladiščenje;
- itd.

VZROKI

Glavni vzroki za uvajanje robotizacije so tehnični, ekonomski in sociološki. Ti vzroki so med sabo vedno povezani, če ne neposredno pa vsaj posredno.

Tehnični vzroki za uvajanje robotizacije so:

- ✓ večja zanesljivost delovanja;
- ✓ enakomernost oziroma hitrost dela;
- ✓ adaptivnost (hitro spreminjanje izdelkov);
- ✓ večja kvaliteta izdelka;
- ✓ večja natančnost izdelka;
- ✓ ergonomija (dolgotrajno delo, velika bremena);
- ✓ večja zadostitev tehničnih zahtev kot pri človeku.

Med **ekonomske vzroke** prištevamo:

- ✓ večji zaslužek oziroma dobiček zaradi večje produktivnosti;
- ✓ nižanje produkcijskih stroškov;
- ✓ hitrejšo obračanje kapitala;
- ✓ pomanjkanje delovne sile;
- ✓ racionalizacija (uspeh v boju proti konkurenci);
- ✓ krajša amortizacijska doba;
- ✓ večja rentabilnost.

Sociološki vzroki pa so:

- ✓ neprimerno delovno okolje kot so vročina, strupi, umazanija, ...;
- ✓ večanje življenjskega standarda s tem, ko človeku ni treba opravljati monotoni del;
- ✓ povečani varnostni ukrepi;
- ✓ strožja zakonodaja.

POMEMBNE KOMPONENTE

Ko se odločimo **robotizirati neko delovno mesto ali neko delovno nalogo**, moramo upoštevati sledeče komponente:

- **izbira prave in uspešne prve aplikacije**(Ko izbiramo nalogo, ta ne sme biti prezahtevna, saj se lahko zgodi, da tehnično in kadrovske nalogi ne bomo kos.)
- **izbira in določitev robota, ki bo najučinkoviteje zadostil našim zahtevam**(Izbrati moramo optimalni tip robota. Pri tem moramo upoštevati zahtevano število prostostnih stopenj, obliko in lastnosti nameščenega orodja oziroma prijemala, obliko delovnega prostora ter nosilnost)
- **določitev paralelnega delovnega mesta**(V primeru robotizacije že obstoječega delovnega mesta poskušamo to delovno mesto obdržati v operativnem stanju. Vsako podvajanje operacij namreč predstavlja dodatne stroške. Če pa robotiziramo delovno operacijo, ki se nahaja sredi delovnega procesa, potem je smiselno razmišljati o paralelnem (ročnem) delovnem mestu.)
- **hitrost proizvodnje**(Roboti načeloma delajo sicer počasneje kot človek, a veliko enakomernejše. Pomembno je, da izdelamo kvalitetno analizo časov oziroma določitev časa cikla robota kot tudi celotne robotske celice ali linije.)
- **ekonomska upravičenost**(Z robotizacijo pričakujemo pozitivne učinke, kar pomeni večjo produktivnost, manjši izmet, kvalitetnejše izdelke ipd. Včasih je pametno pred uvedbo večjega števila robotov postaviti testno robotsko celico, ki služi za učenje tehničnega kadra.)
- **kompleksnost avtomatizacije**(Preproste rešitve vodijo tudi k lažjemu obvladovanju situacije, ta pa k manjšim stroškom zagona in vzdrževanja)
- **prva inštalacija**(Če nimamo ustreznega kadra za vzdrževanje, ga moramo zaposliti. Robot, ki ne opravlja svoje funkcije, je nekoristen)
- **časovno trajanje uvedbe**(Predvideti moramo delovno dobo delovanja robota, saj pomembno vpliva na amortizacijo vloženih sredstev)

- **naklonjenost okolja**(Ljudje se posebej v okoljih, ker niso vajeni delati skupaj z roboti, pritožujejo nad njimi in jih sabotirajo, saj jih je strah pred izgubo delovnega mesta. Pomembno je, da zaposlene psihološko dobro pripravimo na delo z njimi.)
- **podpora vodstva**(Vodilni kader v podjetju mora absolutno podpirati uvedbo novih tehnologij, drugače je vse skupaj nesmiselno in samo izguba časa.)

3. Vrste robotov v naši okolici

Področje robotike se v dobi hitrega razvoja in novih tehnologij uveljavlja poleg industrijskih robotov tudi na področjih, kot so medicina, vojska, gospodinjstvo in vsepovsod, kjer se pojavlja tudi potreba po tem, da se človeku olajša delo in življenje.

V osnovi so vsi omenjeni roboti zasnovani tako, da **v povezavi s človekom in okolico avtonomno opravljajo svoje funkcije**.

Sestavljeni so iz **mehanske konstrukcije, električnega pogona, nadzornega sistema in ustreznih tipal, ki zaznavajo spremembe fizikalnih veličin v okolici**.

Veliko omenjenih sistemov izhaja iz razvojnega okolja vojske in podobnih organov, kjer razvijajo zmogljive sisteme za moderno bojevanje.

INDUSTRIJSKI ROBOT

Instalirajo in uporabljajo se v **industrijskih aplikacijah, kjer so delovni pogoji za človeka slabi**, to pomeni, kjer se pojavljajo plini, visoke temperature, velike mase in ponavljajoče monotono delo. Glavni razlog za uporabo industrijskih robotov je torej **razbremenitev človeka**, pomembni dejavnik pa so tudi konkurenčnost, kakovost in prihodek podjetja. Industrijski roboti se uporabljajo za **strego in manipulacijo, paletizacijo, varjenje, barvanje, meritve in druge avtomatizirane aplikacije**. V Evropi so med znanimi proizvajalci Kuka, ABB, Yaskawa Motoman, Fanuc, Mitsubishi, Reis, Staubli, Kawasaki, Otc, Denso, Nachi, Epson, Skilled, RRR, Hyundai in ostali.

MOBILNI ROBOT

Poznamo mobilne robote, ki **sledijo črni črti na podlagi, se avtonomno pomikajo v labirintu in se jih uporablja za reševanje**. Namenjeni so predvsem spoznavanju robotike med učenci, dijaki in študenti. V ta namen se organizirajo različna lokalna, regijska in državna tekmovanja.

AVTONOMNI AVTOMATIZIRANI VOZIČEK

Uporablja se v industriji za **prevoz materiala iz določenega proizvodnega sklopa proizvodnje v drugi proizvodni sklop**. Deluje **popolnoma avtomatizirano**. To omogoča **nadzorni sistem in ustreznega senzorika**, ki zaznava ovire v okolici ter senzorika za vodenje (GPS, sledenje vodniku v podlagi, sledenje črti, ...).

ROBOTSKI SESALNIK

Je **avtonomni robot**, ki se giblje v prostoru in **sesa prah ter manjše smeti**. Sestavljen je iz **mehanske konstrukcije, robotskega krmilnika ter kontaktnih in ultrazvočnih senzorjev**, ki zaznavajo stene in ovire. Omogoča avtonomno gibanje v prostoru, programiranje delovnih ciklov in samodejno polnjenje akumulatorske enote.

ROBOTSKA KOSILNICA

Je glede na način delovanja **zelo podobna robotskemu sesalniku**. Avtonomno se **giblje po zelenici in kosi travo zelenice**. Običajno moramo okoli zelenice napeljati posebno žico, ki jo kosilnica s pomočjo senzorjev zazna in tako **določi svoje delovno območje**. Sodobne robotske kosilnice imajo tudi **solarni modul za polnjenje akumulatorske enote**.

HUMANOIDNI ROBOT

Po svoji **konstrukciji in izgledu je zelo podoben človeku**. Sodobni humanoidni robot, kot je npr. Honda Asimo se je **sposoben gibati podobno kot človek**, poleg tega pa lahko teče s hitrostjo 6 km/h. Smernice razvoja robotov se razvijajo **v smeri asistiranja človeku pri vsakdanjih opravilih**. Robot lahko pred seboj pomika voziček s hrano, lahko nosi pladenj, pločevinke, skodelice in podobno. Poleg tega **razpoznava govor in mimiko človeka**. **Konstrukcija robota je zelo zapletena**, saj je zelo težavno zagotoviti usklajeno gibanje sklepov, posebej **problematična je hoja po stopnicah**. V ta namen je potrebno meriti naklon (žiroskop) in pozicijo v prostoru (strojni vid-kamere). Glede na to, da nas lahko robot prime za roko, lahko ugotovimo, da **ima zelo precizno mehaniko roke ter ustrezno senzoriko**. Cel sistem nadzoruje tehnološko zelo dovršen krmilni računalnik.

ROBOT VARNOSTNIK

Namenjen je varovanju v večjih trgovskih središčih. **Avtonomno se giblje v prostoru in zaznava vnaprej programirane nevarne in nepredvidljive situacije**. V primeru kraje, nevarnosti in podobnih okoliščin robot varnostnik **posreduje varnostno opozorilo** v varnostni center, kjer dogajanje preko kamere spremljajo varnostniki.

ROBOTSKI PES

Spada v področje **zabavne elektronike**. Predvsem Japonci so napravo vzeli zelo resno, saj nekaterim **nadomešča žive hišne ljubljence**. Ljudje ki živijo v velikih mestih in manjših stanovanjih, kjer je zelo problematično biti lastnik žive živali. Naprava **zaznava mimiko lastnika in se odzove nanj ter na njegov glas**. Lastnika zmore animirati in zabavati s posebnimi triki, poleg tega pa **ima funkcijo nočnega varovanja stanovanja**.

MEDICINSKI KIRURŠKI ROBOT

Robot za izvajanje operacij je voden **preko posebne haptične naprave**, ki jo upravlja kirurg, z njo **vodi posamezno os in robotska orodja**. Kamera mu **omogoča primerno povečavo**. Prednost omenjenega sistema je **hitrejše okrevanje bolnika**, ker se operacija izvaja preko posebnih cevk, v katera so vstavljena robotska orodja. Zaradi tega je veliko **manj rezov in ran**, posledično pa bolnik **hitreje okreva**

MEDICINSKI NANOROBOT

To področje je še v razvoju. Prevladuje ideja, da bi **nanorobote vbrizgali v kri**, kjer bi popravili določeno celico, odmašili žilo itd. Nanorobot je **sestavljen iz nanomehanskih sklopov, pogona, senzorike in napajalne enote**. Največje probleme še vedno povzroča zagotavljanje napajanja robotu.

ROBOTSKA - BIONIČNA NOGA

Noga ima svoje **napajanje, mehansko konstrukcijo, elektromotorski pogon ter ustrezno krmiljenje in senzoriko**. Na zdravi nogi je **v stopalu poseben senzor in oddajnik**, ki na robotsko nogo **oddaja informacije**, ki so potrebne za premikanje le-te. Robotska noga se **premika v obratnem režimu kot zdrava noga**, omogoča pa tudi aktivno **hojo po stopnicah**.

ROBOTSKI PRIPOMOČEK ZA HOJO

Sistem so v začetku razvili **za vojaške namene**. **Povečal bi moč in zmogljivost vojakom** pri hoji in teku. Podobno napravo se lahko uporabi **za invalide**, ki so hromi od pasu navzdol. Na noge je potrebno **namestiti posebne nastavke**, ki omogočajo hojo.

ROBOTSKA ROKA NA INVALIDSKEM VOZIČKU

Uporablja se kot **pripomoček za pomoč invalidom** pri določenih opravilih, ki jih brez pomoči ne bi bili sposobni opraviti. Pri **invalidih tetraplegikih**, ki so od vratu navzdol hromi, pa je ta aplikacija še posebej dobrodošla in uporabna. V tem primeru razvijajo sistem, kjer **oseba vodi robota s pomočjo možganskih valov**. Na glavi ima poseben nastavek, ki tipa in zaznava možganske valove, **kombinacija v naprej določenih misli pa pomeni določen gib robotske roke**.

ŽUŽKOBOT

Roboti, ki posnemajo obnašanje in delovanje živali, so **uporabni predvsem za raziskovanje na težje dostopnih mestih**, kot so kanalizacija, ruševine ali pa planeti, kot je Mars. Poznamo žužkobote, robote kače, leteče muha robote in druge.

VOJAŠKI ROBOT

Večina sodobne tehnologije izvira iz vojaškega okolja, v vojaški industriji so razvili tudi **posebne vojaške robote**. Lahko se uporabljajo za deaktivacijo bomb in min, za reševanje ali pa preprosto nadomestijo vojaka v boju. Vodení so preko posebnega **brežžičnega sistema in kamere**, preko katere spremljamo dogajanje.

MOLZNI ROBOT

Avtomatizacija in robotika **se čedalje bolj aplicirata tudi na področju kmetijstva**. Molzni robot, **avtonomno pomolze kravo**. Krave zaporedoma **vstopajo v posebno enoto**, robot pa se jim približa in **zazna pozicijo odvzema mleka**. Avtomatsko **namesti sesalni sistem in pomolze kravo**. Sistem hkrati na podlagi črtne kode vpiše v **bazo podatkov**, katero kravo molze in **zmeri količino pridobljenega mleka**. Poznamo tudi sodobne traktorje, ki **avtonomno orjejo njivo** s pomočjo GPS-sistema. Kmet določi koordinate obdelovalne površine, traktor pa nato avtonomno po vnaprej določenem algoritmu opravi svojo funkcijo.

ROBOT ZA POLNJENJE REZERVOARJA GORIVA

Ta pristop se aplicira **predvsem v avtomobilski industriji**. V končni fazi izdelave je potrebno dotočiti gorivo **za namen logistike in dostave do kupca**. To opravi posebni robot, ki iz črtne kode **razbere** ali gre za dizelski ali bencinski motor, nato pa **avtonomno dotoči nekaj litrov goriva**.

4. Roboti v medicini

ROBOT DA VINCI

V zadnjem času se je zelo razvila tudi robotika na področju **medicine**. Robot Da Vinci, je robot s **štirimí rokami in s kamero**, s katero upravljalec robota **spremlja dogajanje med operacijo**.

Sistem robota sestavljajo:

- kirurška konzola;
- robotski stolp;
- stolp za prenos slike in
- instrumenti.

Na kirurški konzoli upravljalec vidi **10x povečano 3D sliko**. Gibanje instrumentov je še toliko bolj natančno zaradi vgrajenega filtra, ki **preprečuje da bi se tresenje rok prenašalo na tresenje robotske roke**. Obračanje in premikanje instrumentov je **fleksibilnejše kot pri človeški roki**, pri načrtovanju so sledili **naravnemu gibanju rok**, in ga celo presegli.

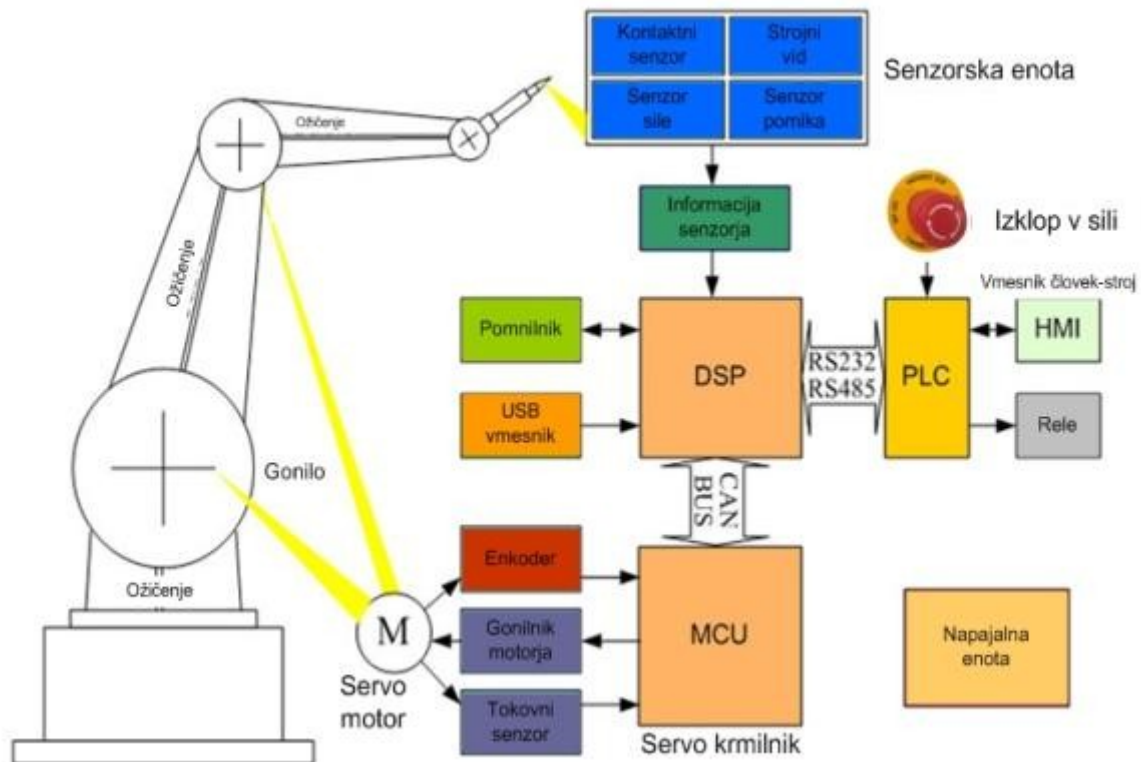
Do leta 2003 so izdelovali **robota s tremi rokami**, nato pa so mu dodali **četrto roko - ta nosi kamero**. Operater vse štiri roke vodi s **kirurško konzolo**

Prednost robotskih operacij je v tem, da sta pri večjih operativnih posegih **potrebna le dva kirurga** in ne trije kot pri klasičnih posegih. V medicini pa so z robotom Da Vinci opravili **prvi poseg leta 1999**. Uporablja se tudi v Splošni bolnišnici Celje.

5. Robot

Robot je s tehničnega vidika sistem, sestavljen iz treh glavnih delov:

- mehanskega dela, kamor spadajo segmenti, motorji in zavore;
- informacijskega dela, ki zajema računalnik, krmilnik in sistem vodenja;
- senzorjev, kot so senzori sile, pospeškov, hitrosti, pomika, umetni vid, idr.



Vsak robot vsebuje mehanski in informacijski del, medtem ko ni nujno, da vsebuje tudi senzorje.

V načelni delitvi se roboti delijo v tri skupine:

- ✓ antropomorfne, to so človeku podobni roboti;
- ✓ neantropomorfne, ki imajo obliko strojev;
- ✓ lokomocijske, ki vsebujejo elemente hoje.

Trije aktualni zakoni robotike (po Isaacu Asimovu) so:

- **ROBOT NE SME POŠKODOVATI ČLOVEKA, NITI ZARADI SVOJE NEAKTIVNOSTI DOPUSTITI, DA BI ČLOVEŠKO BITJE UTRPELO ŠKODO.**
- **ROBOT MORA IZVRŠEVATI UKAZE, KI MU JIH DAJO ČLOVEŠKA BITJA, RAZEN V PRIMERU, KO BI LE-TE KRŠILE ZAKON.**
- **ROBOT MORA ŠČITITI SVOJ OBSTOJ, RAZEN ČE BI TO KRŠILO PRVI IN DRUGI ZAKON.**

6. Glavne lastnosti robota

Glavne lastnosti robota so **fleksibilnost, reprogramabilnost in adaptivnost**, kar pomeni, da lahko namembnost in uporabo relativno enostavno spremenimo.

OSNOVNA ZGRADBA ROBOTA

Poznamo kartezično, cilindrično, sferično, kombinirano, scara in paralelno zgradbo robota. Industrijski roboti so najpogosteje kombinirane zgradbe.

7. Uporaba industrijskih robotov

Industrijski roboti so **uveljavljeni že v skoraj vseh proizvodnih procesih**. Na novejših področjih pa se v veliki meri uveljavljajo **roboti z možnostjo lastnega odločanja**, mobilni roboti ipd. Uporaba robota je omejena na področja, kjer delo zahteva inteligentne odločitve ter vzorce kreativnosti.

VARJENJE

Za manipulacijo varilnih orodij je uporaba industrijskih robotov pomembna in se zato zelo hitro razširja. Poznamo **dve metodi robotske tehnike varjenja: točkovno uporovno varjenje in električno varjenje z elektrodami**.

TOČKOVNO UPOROVNO VARJENJE

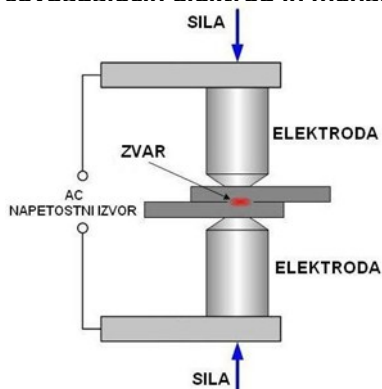
Programer mora upoštevati **operacije tipičnega točkovnega varjenja, ki si sledijo po naslednjem vrstnem redu**:

- Postavitev vrhov elektrod na pravo mesto s pravo orientacijo;
- Stisk elektrod (klešč);
- Varjenje;
- Zadrževanje;
- Odmik elektrod (razteg klešč);
- Odmaknitev klešč oz. Premaknitev le-teh v drugo točko

V robotiki se točkovno uporovno varjenje uporablja v proizvodne namene takrat, **kadar hočemo združiti več pločevinastih elementov v enega**.

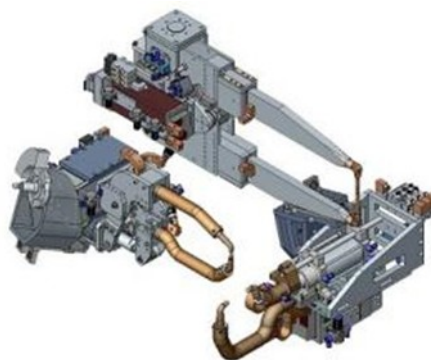
Pločevinaste komponente morajo biti že **predhodno pritisnjene ena ob drugo**. Točki, kjer se pločevini stikata (**ležita ena na drugi**), robot z elektrodami **približa varilne klešče**, bakreni elektrodi klešč pa **stisneta pločevinasti komponenti v zeleni točki uporovnega vara ter spustita tok skozi elektrodi in obe plasti pločevin**. Pri tem morajo biti bakrene klešče skupaj s hladilnimi telesi **dovolj hladne, da se ne začneta taliti**, medtem ko se **stalita obe plasti pločevine**, in sicer **le v točki, kjer se elektrodi dotakneta površine obeh pločevin**. Ko se elektrodi odmakneta, **se tok skozi pločevino prekine in se prične rekristalizacija raztaljenega materiala pločevin**. Pri **ponovni vzpostavitvi kristalne mreže** zavarjenega mesta obeh kosov pločevin, **zvar trdno drži skupaj oba kosa pločevine**.

Varilne klešče z elektrodami imenujemo tudi **varilne pištole** in so večinoma sestavljene iz **sovpadaiočih elektrod in mehanizma klešč**. Poznamo več vrst varilnih pištol. **C-varilna pištola ima elektrodo, kleščna varilna pištola**



←Princip točkovnega varjenja

Kleščna in c-varilna pištola →



ELEKTRIČNO VARJENJE Z ELEKTRODAMI

Za varjenje po konturah se uporablja električno varjenje z elektrodami oziroma **MIG (metal InertGas)** varjenje in je **bistveno bolj zahtevno kot točkovno varjenje**. To je varjenje metalov v **inertni zaščitni atmosferi**. Proces varjenja sestoji iz **povzročanja električne iskre med žico elektrode in materialom varjenca**. **Toplota iskre tali tako varilno žico elektrode kot sam material varjenca in zaliva razpoko med omehčanima kosoma obeh varjencev**.

Po rekristalizaciji nastopi trden var med obema varjencema in ju s tem združi v enoviti kos.

Varilno žico s **konstantno hitrostjo** podaja posebna avtomatska podajalna naprava, podajanje poteka **v smeri razpoke med varjencema**.

Mešanica inertnega plina običajno vsebuje 85% argona in 15% ogljikovega dioksida

Tovrstno varjenje je še dodatno zapleteno, ker se mora **po celotni konturi varjenja določati tudi natančna orientacija varilnega orodja in hitrost gibanja vrha varilnega orodja** (hitrost gibanja vrha varilnega orodja mora sovpadati s hitrostjo pomika varilne žice) in **ne samo položaja vrha varilnega orodja v danem trenutku**.

Razvit je tudi zapleten vizualni sistem, ki **ugotavlja lego varilne razpoke in sam avtomatsko popravlja konturo varjenja**, ki je trenutno na vrsti. Tak vizualni sistem **zmore nadomestiti zgolj manjša (nekaj mm) odstopanja** od predprogramirane varilne konture.

STROJNA OBDELAVA

Tipične aplikacije strojne obdelave z roboti so:

- ulivanje v kalupe;
- rezanje pločevine;
- brušenje;
- poliranje;
- vrtanje in
- rezkanje.

Te aplikacije pogosto zahtevajo manualno delo človeške delovne sile v težkih delovnih okoljih, zato se je tudi **uporaba robotov pri teh aplikacijah najprej obnesla ne samo zaradi ekonomskih, ampak predvsem zaradi socialnih zakonitosti**

V splošnem velja, da se roboti uporabljajo za strojno izdelavo v primerih, ko:

- Delovna naloga zahteva velik delovni prostor;
- Veliko (skoraj človeško) spretnost (gibljivost) v točki orodja;

- Zapleteno delovno obliko;
- Majhno natančnost dela in
- Relativno majhne sile na vrhu orodja.

IZBIRA ROBOTA ZA STROJNO OBDELAVO

Poznamo dva tipa robotov za strojno obdelavo:

- robot s človeškimi karakteristikami in
- robot s strojnimi karakteristikami

PALETIZACIJA

Paletizacija je po pakiranju prva **sodobna transportna tehnologija**, ki se je v teku stoletnega razvoja **razvila skoraj v vseh industrijsko razvitih državah**. Namen procesa paletizacije je **na paletah povezati posamezne manjše, kosovne tovore v večje tovarne enote in s tem omogočiti neprekinjeno verigo v procesu distribucije od surovinske baze do končnih potrošnikov**. Paleta se uvajajo v proizvodne, transportne, skladiščne in distribucijske postopke, pri čemer njihova množična uporaba **močno vpliva na racionalizacijo proizvodnih procesov, večanje produktivnosti ob hkratnem zmanjševanju stroškov**.

Paleta je **namensko izdelana (najpogosteje lesena) podloga**, na katero se **po ustaljenih pravilih zлага kosovni tovor** (na primer kartonaste škatle, vreče, bale, zaboje) z namenom oblikovati večje, **standardizirane tovarne enote**, s katerimi **varno, enostavno, hitro in racionalno** manipuliramo in izvajamo **transport**.

CILJI PALETIZACIJE

Glavna cilja paletizacije sta **zbiranje, združevanje raznovrstnega kosovnega blaga v večje, standardizirane manipulacijsko transportne enote tovara** in povratni tok praznih palet.

Posledično dosežemo tudi:

- **pospeševanje manipulacij in prevoza tovara;**
- **zmanjševanje ali popolna izključitev fizičnega dela v procesu manipuliranja s tovorom;**
- **povečevanje izkoriščenosti skladiščnih zmogljivosti, kapacitet transportnih in blagovno trgovskih centrov;**
- **optimalno izkoriščanje prometne infrastrukture;**
- **povečevanje hitrosti, varnosti in racionalizacije procesa prometnih storitev;**
- **povečevanje delovnega učinka;**
- **zniževanje stroškov.**

ROBOT S ČLOVEŠKIMI KARAKTERISTIKAMI

Znan tudi pod imenom **procesni robot**. Ker je namenjen **nalogam, ki so sicer prilagojene človeku**, je tudi **enake velikosti kot človek, je antropomorfen**, kar mu omogoča skorajda spretnosti človeškega delavca.

Najpomembnejša spretnost, ki se zahteva od takšnega robota je, da **vrh robota (orodja) sledi zapletene zvezne krivulje** v svojem delovnem prostoru, kar zahtevajo delovna opravila, kot so **pršenje, rezkanje, odrezovanje** itd. Procesni robot mora biti tudi **vsaj tako hiter kot človek pri enakem opravilu**.

ROBOT S STROJNIMI KARAKTERISTIKAMI

Ima karakteristike podobne strožnici (**majhni delovni prostor, velika natančnost in ponovljivost, natančnost pri velikih obremenitvah, trdnost in slabša spretnost - ni prilagodljiv raznolikim nalogam**).

Večji ko je delovni prostor in hkrati **več, kot je prostostnih stopenj, bolj je mehanizem robota elastičen** in tem **slabša je natančnost in ponovljivost**.

CNC-stroji (primer robota s samo strojnimi karakteristikami) s svojimi 2-3 prostostnimi stopnjami in do **desetkrat manjšim delovnim prostorom**, imajo natančnost in ponovljivost **+/- 0.003 mm proti cca 0.5 mm** pri robotih s človeškimi karakteristikami.

Ker ne dosegajo tako visoke natančnosti se procesni roboti **ne morejo uporabljati za strojne obdelave, ki zahtevajo veliko silo** za izvajanje izdelave. (npr. rezkanje, brušenje...), Imajo pa **bistveno večjo spretnost kot npr. CNC-stroj** (procesni roboti imajo 3 prostostne stopnje kar omogoča **dosego vsake točke znotraj delovnega prostora** ob hkratni poljubni orientaciji orodja.)

Roboti za strojno izdelavo **so primerni za aplikacije, kjer je potrebno orodje (rezkar, sveder, itd.) prenašati po velikem delovnem prostoru, po zapletenih krivuljah** nad površino obdelovanca in izvajati operacije dela **s spretnostjo človeka**.

APLIKACIJE UPORABE ROBOTA PRI STROJNI OBDELAVI

- **Vrtanje** (ena najpogosteje opravljenih delovnih nalog robotov pri strojni izdelavi. Zahteva čim natančnejše pozicioniranje vrha orodja nad površino obdelovanca pod pravilno orientacijo.)
- **Rezkanje** (je delovna naloga, ki je podobna vrtanju, pri čemer mora robot slediti zadani krivulji na površini robota in odrezovati material)
- **Finiširanje in poliranje** (sta nalogi, ki sta podobni rezkanju z razliko, da ne sledi zgolj krivulji, ampak celotni površini obdelovanca.)
- **Rezanje pločevine z laserjem** (je naloga, kjer vrh orodja čim natančneje sledi zadani krivulji.)
- **Brušenje** (je bistveno bolj zapletena operacija kot prej navedene naloge. Na tržišču se pojavljajo bolj ali manj zapletene aplikacije brušenja z ali brez senzorjev sile, ki merijo silo)
- **Razpršno barvanje z robotom** (Najstarejša znana aplikacija uporabe robota v industrijskem okolju je uporaba robota za razpršno barvanje. Še danes je zelo razširjena, predvsem zaradi težkih delovnih pogojev za človeka, ki vladajo pri takšnih delovnih nalogah, je tudi vzrok za pomembno inovacijo na področju robotike → teachbyleading/teachbyslowing (učenje z vodenjem))

PROGRAMSKA TEHNIKA »UČENJE Z VODENJEM«

Vsi roboti, ki jih uporabljajo za aplikacije razpršnega barvanja, so programirani s tehniko **»učenje z vodenjem«**. To **programiranje izvaja programer** (operator) robota v **posebnem načinu delovanja**, kjer med programiranjem operater vodi vrh robota **s posebno kljuko**, ki je pritrjena **tik zraven razpršilne pištole**. Robotska roka **v tem primeru pasivno sledi kljuki** in s tem **spremlja gibe operaterja**, ki za premikanje robotske roke ne rabi bistvene sile. **Operater izvaja gibe**, ki so potrebni za barvanje, **robotski krmilnik pa si natančno zapomni položaje in orientacijo pištole v danem trenutku delovnega cikla**.

Po končanem programiranju s postopkom učenje z vodenjem je **robot sposoben ponoviti »naučene« gibe in jih neskončno ponavljati**. Takšno vodenje vrha robota v neposredni bližini robota je lahko neprijetno in nevarno opravilo, zato so razvili **lahko učno roko** (kot robotska, le brez servomotorjev), ki učni postopek s tehniko učenja z vodenjem **še olajša**.

UPORABA HAPTICNIH NAPRAV V ROBOTIKI

Haptika je znanost združitve čutila dotika in nadzora računalniških aplikacij skozi odtipanje narejenega. Haptika je zelo mlada veda, ki v prihodnosti **veliko obeta**. Samo področje haptike se deli na več področij, in sicer:

- **človeška haptika** se ukvarja s študijem človeških čutil in njihovo uporabo, razvoj je usmerjen v čim boljšo interakcijo med strojem in človekom.
- **strojna haptika** se ukvarja z načrtovanjem strojev, ki nam dajo občutek narejenega. Haptična naprava daje človeku informacijo o tem, kaj se dogaja v virtualnem svetu. Zelo pogosta aplikacija je teleoperiranje robota na daljavo. Naša želja je dobiti čim ostrejši občutek o tem, kaj se dogaja v virtualnem prostoru.
- **računalniška haptika** se ukvarja z razvojem programskih orodij, ki nam dajo občutek v virtualnem okolju, je veja znanosti, ki nam omogoča modeliranje tridimenzionalnih objektov.

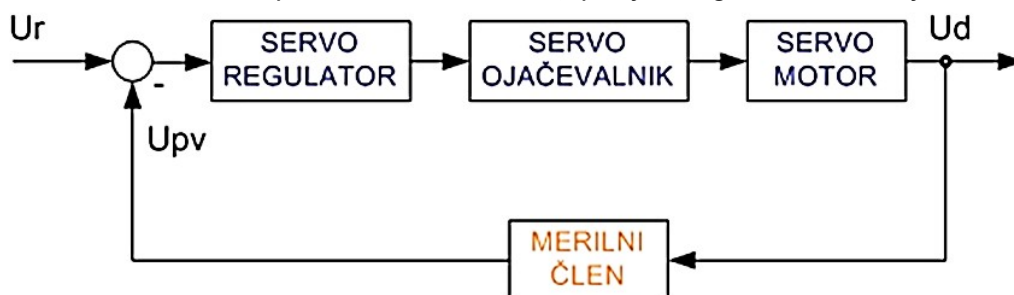
Primeri uporabe haptične naprave:

- Uporaba v zobozdravstvu → izdelava dentalnih pripomočkov
- Uporaba v medicini → simulator (npr. za dajanje injekcije pacientu)

8. Pogon in transmisija industrijskega robota

Osnovni elementi pogona robota so:

- servo regulator;
- servo ojačevalnik;
- servomotor z gonilom;
- merilni člen (optični enkoder, resolver), pritrjen na gred servomotorja.

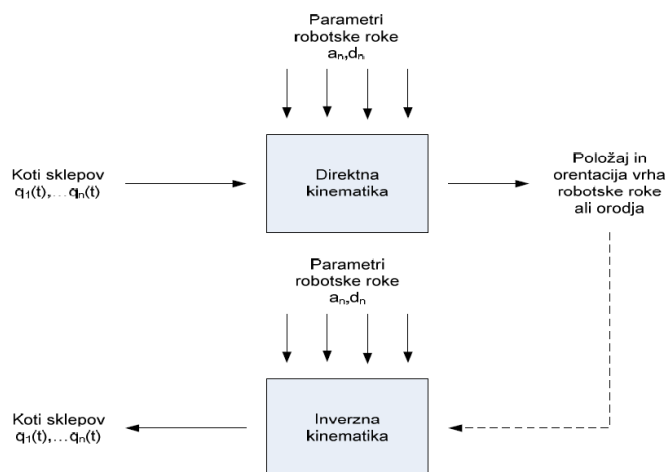


Robotska kinematika, ki jo sestavljajo rotirajoče in/ali translacijske osi, **omogoča gibanje robota**.

Posamezno os posredno preko harmonskega gonila poganja električni DC- ali AC-servo motor, za katerega je značilna **majhna masa** in posledično **majhen vztrajnostni moment**. Ker robota pozicioniramo, je **na posameznih oseh tudi merilni sistem**, s katerim **merimo položaj posamezne osi**. Industrijski robot je običajno **voden po matematično določeni poti** (matrika inverzne kinematike), zato mora imeti robot ustrezen krmilnik poti in hitrosti oziroma **servoregulator**.

Kinematika je veja mehanike, v kateri preučujemo gibanje, ne da bi se zanimali za vzroke gibanja. Za obvladovanje robotskega manipulatorja moramo poznati njegovo kinematiko. V splošnem se pri kinematiki robotskega manipulatorja srečujemo z dvema vrstama problemov:

- **direktno kinematiko**,
- **inverzno kinematiko**.



kinematika robotske roke ↗

Robotu podamo zunanje koordinate, krmilnik robota pa mora na podlagi zunanjih koordinat (x,y,z,

r,p,j) izračunati kote (q) pomika posameznih osi. Temu lahko rečemo tudi **direktni(vrh robota)** in **inverzni(posamezne osi robota)** kinematični model robota.

Servoregulator je naprava, ki omogoča **ročno ali avtomatizirano** vodenje servomotorja. Funkcije servoregulatorja so **zagon** (vklop in omogočitev pogona, »drive enable«) in **zaustavitev motorja**, **določanje smeri vrtenja** el. motorja, nastavitvev in **regulacija hitrosti**, nastavitvev **navora** in **zaščita pred preobremenitvijo**.

Servoojačevalnik je običajno sklop servoregulatorja, ki **signal ojača na nivo, primeren za vodenje določenega servomotorja**

Pojem servomotor oziroma **servopogon** se nanaša na električni motor, **pri katerem merimo dejansko hitrost vrtenja ter pozicijo oziroma kot pomika gredi motorja**. Merimo lahko tudi **nazivni tok in posredno navor motorja**. Poznamo **AC- in DC-servomotorje**. **Meritev pozicije gredi** je običajno izvedena z optičnim inkrementalnim dajalnikom stanja (**enkoderjem**).

Poznamo različne vrste električnih motorskih pogonov:

ENOSMERNI MOTOR S PERMANENTNIMI MAGNETI

- enostavno vodenje
- nazivna moč od 100 W do 10 kW
- nazivna hitrost vrtenja od 1000–3000 min⁻¹
- nazivni pospešek motorja in mehanizma je določen z nazivnim momentom in vztrajnostjo motorja in delovnega mehanizma
- elektromehanska časovna konstanta znaša 15–150 ms, nazivni pospešek pa 1–1,5 rad/s²

ENOSMERNI MOTORJI POSEBNE IZVEDBE

- večji pospešek
- manjša vztrajnost rotorja
- zamenjava mehanskega komutatorja z elektronskim (brez ščetk, BLDC-motor)

SINHRONSKI MOTORJI S PERMANENTNIMI MAGNETI

- brezkontaktni elektronsko komutiran enosmerni motor
- z merilnikom položaja, ki generira signale za elektronski komutator
- glede na zgradbo armature statorja lahko imajo trapezni ali sinusni profil vodenja

ASINHRONSKI MOTORJI

- manjše dimenzije in teža
- robustni, poceni in enostavni za vzdrževanje
- bolj zapleteno vodenje (frekvenčna regulacija)
- metoda vodenja – vektorska, neposredno nastavljanje momenta.

KORAČNI MOTORJI

- hitri odziv in natančnost pozicioniranja (določeno s številom korakov na obrat)
- potrebujemo krmilnik koračnih motorjev

Poleg električnih motorjev se za pogon robotov uporabljajo tudi:

- **Pnevmatski pogoni**
 - poceni
 - uporaba za translacijska gibanja
 - primerni za eksplozijska okolja
- **Hidravlični pogoni**
 - slabost: vzdrževanje, pod vplivom obremenitve ne ostanejo v položaju

- dražji
- uporaba za translacijska gibanja

- višje sile in visoka hitrost
- slabost: vzdrževanje in puščanje olja