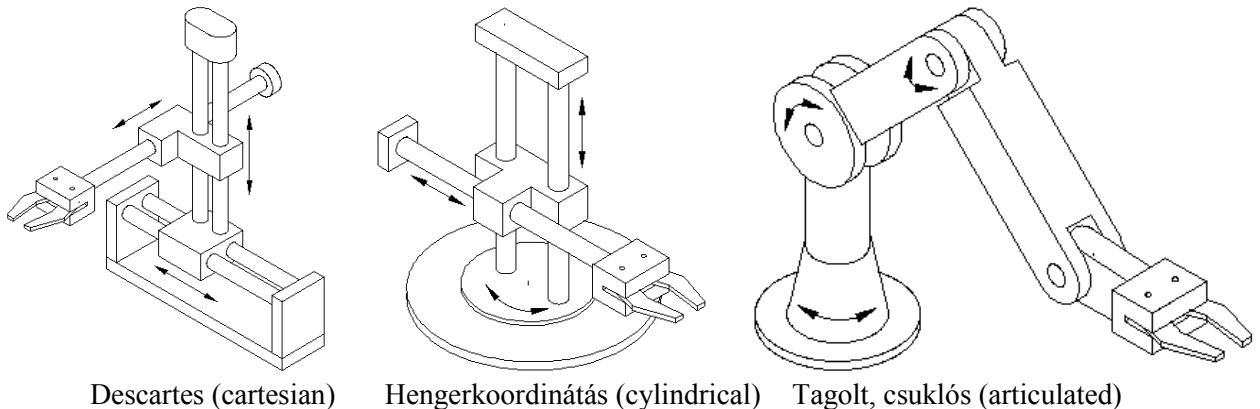


Zárthelyi feladatok megoldása
a Robotirányítás rendszertechnikája c. tárgyhoz
 2009. november 4.

- 1) Hogyan osztályozzuk a robotokat
- felépítésük (csuklótípusok) szerint ? (Mutasson be legalább 3 példát!)
 - mozgásuk irányítása (a mozgási pálya tervezése) szerint ?

Megoldás:

- a) Aszerint, hogy az egyes szegmensek milyen csuklókkal épülnek egymásra, a csuklótípusokat egyetlen betűvel jelezve (R = rotációs, T = translációs), betűsorokat adunk meg az egyes robottípusok jellemzésére. Az egyes láncolatoknak saját elnevezéseket is adtak, így megkülönböztetünk pl. **TTT** = Descartes (derékszögű koordinátás) kart, **RTT** = hengerkoordinátás robotkart, **RRR** = tagolt (csuklós) robotkart (természetesen a betűk száma megegyezik a csuklók számával, a fenti példák mindegyikében 3 csukló szerepel).



- b) **Pont-pont irányításról** beszélünk, ha a robothajtások számára csak a következő elérendő pont (pozíció, szöghelyzet) adott, és nincs előírva a robot végberendezésének pályája a start- és célpozíció között. Ilyenkor minden egyes tengely csuklószabályozója alapjelként megkapja a következő elérendő pont megfelelő csuklókoordinátáját, a csuklók eredő szabályozási transzienseitől függő trajektória mentén fog a robotkar mozogni. Ez az irányítási mód akkor okozhat gondot, ha a robot környezetében akadályok találhatók, és az egyébként elérhető kezdő és végpont között nem közlekedhetünk tetszőleges úton. A trajektória természetesen függ az egyes csuklók mozgásának sebességétől is.

Folytonos pályairányítás esetén a pályát tervező irányítórendszer már folyamatos interpolációt végez a közbenső pályapontok meghatározása érdekében. A legelterjedtebb a két végpont (sarokpont, tartópont) egyenesen történő összekötése a robot környezetéhez rögzített koordinátarendszerben. Vegyük figyelembe, hogy egy ilyen egyszerűnek tűnő előírás is mennyire komoly számítási feladatot ró az irányító rendszerre, hiszen ez eredőben lineáris mozgás a a geometriát leíró trigonometrikus összefüggések következtében biztosan nem lineáris szöghelyzet-változást kíván meg a a rotációs csuklókat mozgató motoroktól.

(5 pont)

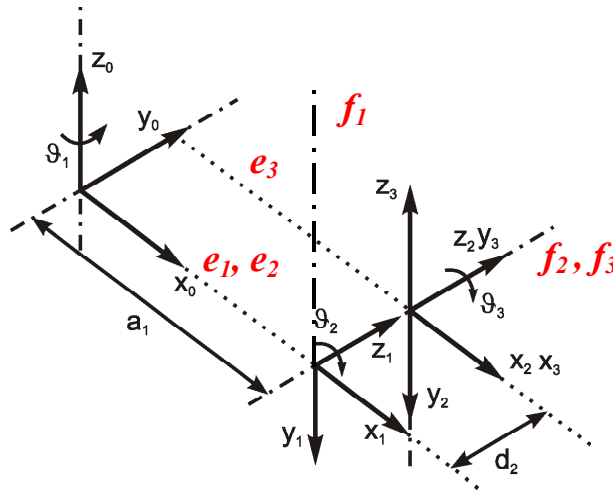
- 2) Töltse ki a táblázatot az alábbi ábrán látható 3 szabadságfokú robotkar Denavit-Hartenberg paramétereivel, röviden indokolja az egyes lépéseket !

Megoldás:

- ϑ_i az a szög, amellyel a z_{i-1} körül el kell forgatni x_{i-1} tengelyt úgy, hogy az e egyenesbe kerüljön. e -t úgy definiáltuk, hogy átmegy K_{i-1} origóján, párhuzamos x_{i-1} -vel, így merőleges z_{i-1} -re. ϑ_i a z_{i-1} tengely körül jobbszavar szabály szerint pozitív értékű
- d_i az a távolság, amennyivel az e egyenest el kell tolni z_{i-1} mentén, hogy x_i -be kerüljön. z_{i-1} irányába pozitív értékű
- a_i az a távolság, amellyel z_{i-1} és x_i metszéspontját x_i mentén el kell tolni ahhoz, hogy K_i origójába kerüljön. x_i irányába pozitív értékű
- α_i az a szög, amellyel az f egyenest el kell forgatni x_i körül ahhoz, hogy z_i tengelybe kerüljön. f -et úgy definiáltuk, hogy átmegy K_i origóján és párhuzamos z_{i-1} -gyel. α_i az x_i tengely körül jobbszavar szabály szerint pozitív értékű

A DH paraméterek sorra:

- e_1 = első pontozott vonal ($\parallel x_1$), $\vartheta_1 = \vartheta_1$, $d_1=0$, $a_1=a_1$, f_1 =első függőleges pont-vonal ($\parallel z_0$), $\alpha_1 = -90^\circ$
- e_2 = első pontozott vonal ($\parallel x_2$), $\vartheta_2 = \vartheta_2$, $d_2= d_2$, $a_2=0$, f_2 =első fekvő pont-vonal ($\parallel z_1$), $\alpha_2 = 0^\circ$
- e_3 = hátsó pontozott vonal ($\parallel x_3$), $\vartheta_3 = \vartheta_3$, $d_3=0$, $a_3=0$, f_3 =első fekvő pont-vonal ($\parallel z_2$), $\alpha_3 = +90^\circ$



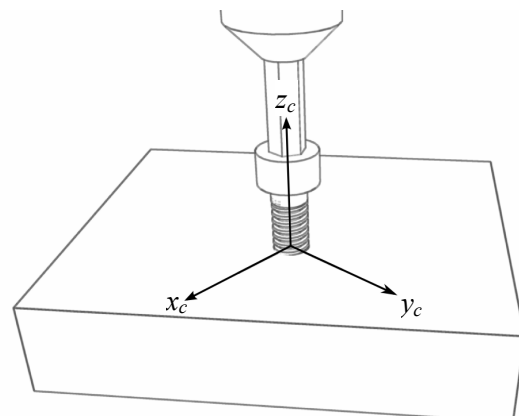
Sorszám	Csukló-változó	α_i	a_i	ϑ_i	d_i
1	ϑ_1	-90°	a_1	ϑ_1	0
2	ϑ_2	0	0	ϑ_2	d_2
3	ϑ_3	$+90^\circ$	0	ϑ_3	0

(20 pont)

- 3) Szerelőrobot segítségével egy p menetemelkedésű, imbuszfejű csavart akarunk becsavarni egy menetes furatba. Tegyük fel, hogy a csavar már a furatban van, csavarjuk be a csavart ω_u szögsebességgel! (Tekintsünk el a súrlódástól.) A feladat geometriai elrendezését és a felvett engedékenységi kereteket az alábbi ábra tartalmazza.
- Mely sebesség (szögsebesség) és erő (nyomaték) irányokban lépnek fel természetes korlátozások, és mely irányokban kell mesterséges korlátozásokat előírni (a megfelelő oszlopba tegyen X-et)!
 - Határozza meg az egyes sebesség-, szögsebesség-, erő-, és nyomatékkomponensek értékét!
 - Mely irányokban alkalmazunk pozíció-, és melyekben erőirányítást? Adja meg az irányítás szelektációs mátrixát! (1=pozícióirányítás)

Megoldás:

	Természetes korlátozás	Mesterséges korlátozás	Érték
v	X		0
v_x	X		0
v_y		X	$p\omega_u$
ω_x	X		0
ω_y	X		0
ω_z		X	ω_u
f_x		X	0
f_y		X	0
f_z	X		0
τ_x		X	0
τ_y		X	0
τ_z	X		0



Pozícióirányítási irány(ok): v_z , ω_z

Erőirányítási irány(ok): f_x , f_y , τ_x , τ_y

A szelekcíós mátrix:

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(15 pont)

4) Mik az inkrementális adók leglényegesebb

- előnyei ill. hátrányai más pozícióérzékelési módszerekhez képest? Milyen következményekkel járnak ezek a hátrányok?
- Hasonlítsa össze az impulzus-jeladókat és az un. analóg (vagy szinuszos-) jeladókat (előnyök/hátrányok)!
- Adja meg két blokkvázlat formájában, milyen fokozatok szükségesek az előző kérdésben szereplő két inkrementális adó-típusnak egy számítógéphez való illesztéséhez?

Megoldás:

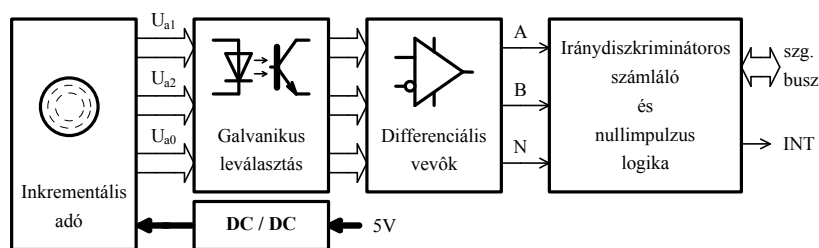
Az inkrementális adók

a) előnyei:

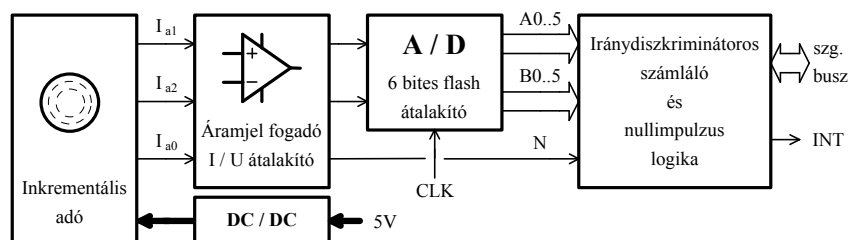
- igen nagy pontosság (kb. 100 ... 50000 imp/fordulat)
- tökéletes reprodukálhatóság
- nagy megbízhatóság (zárt dobozban optikai vagy mágneses elven alapuló megoldás, csak a tengely és a jelvezetékek vannak kivezetve)
- a kiszolgáló elektronika biztosíthatja a jelvezetékek terhelhetőségét és zavarérzékenységét

hátrányai:

- a jelekből nem nyerhető abszolút pozíció információ
 - impulzusvesztés végzetes a pontosság szempontjából
 - járlékos (hardware) integrátor szükséges (sebesség!)
 - bekapcsolás után nincs pozíció információ
 - bármely információ nyeréséhez a tengely mozgatása szükséges
 - járlékos probléma a kihelyezett elektronika tápenergiával történő ellátása
 - jelvezetékek száma nagy
- b) Az analóg jeladók közvetlenül az érzékelő jelét vezetik ki, ezt felerősítve és nagysebességű A/D-átalakítón feldolgozva több, mint 1 nagyságrenddel nagyobb felbontás érhető el, mint az impulzus-jeladók esetében. Hátránya viszont a költségesebb illesztés, a galvanikus leválasztás sokkal nehezebb (analóg jel + a linearitás nagyon fontos!), a kivezetett jel sokkal zajérzékenyebb. A feldolgozóegység iránydiszkriminátora bonyolultabb logikát tartalmaz, mint az impulzusadó esetében.
- c) impulzusjel-adó illesztés blokkvázlata



analóg jeladó illesztés blokkvázlata



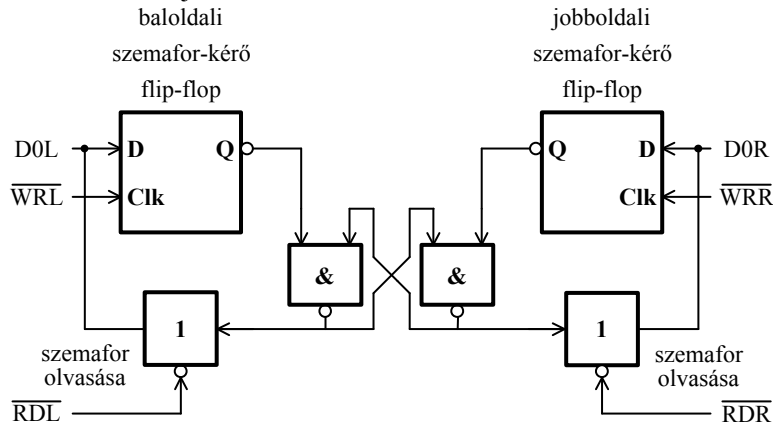
(10 pont)

- 5) Többprocesszoros rendszerekben kommunikációs memóriaként az egyik legnagyobb sebességű és legkényelmesebb megoldás a kétportos (dual-port) RAM-ok alkalmazása. Hogyan támogatják ezek az áramkörök a következő esetek kezelését:
- egyidejű írási hozzáférés történik mindkét oldalról ugyanahhoz a cellához (ütközés) ?
 - megszakításkérés kiváltása az ellenkező oldalon / megszakításkérés nyugtázása saját oldalon ?
 - szemaforkezelés (tanult blokkvázlat, működés) ?

Megoldás:

A kulcsszavak az egyes esetekben:

- WAIT generálással – ennek a kezelése kötelező kétportos RAM-ok esetén ! A standard megoldás, hogy a WAIT (BUSY) jelekkel a később jelentkező processzor hozzáférési ciklusát várakozásra kényszerítjük (WAIT ciklusok beiktatása). Amennyiben valamelyik mikroprocesszornak vagy mikrokontrollernek nem lenne WAIT fogadó bemenete, akkor megszakításkérést kell generálni a (sikertelen) hozzáférést követően, és garantálni kell, hogy a processzor megismétli a hozzáférési ciklust.
- A kommunikációs sebesség növelése érdekében a RAM-ok megfelelő celláinak írásával a processzorok megszakításkérést tudnak kiváltani a túloldalán található egységénél. Ezzel a támogatással a kétportos RAM-ok szükségtelenné teszik a kezelő processzorok számára az adatterületek folyamatos ellenőrzését (polling), hogy érkezett-e számukra adat a túloldalról, illetve megtörtént-e az adatok átvétele a túloldali processzor egység által. Erre a célra általában a kétportos RAM-ok fizikailag legnagyobb című két memóriacelláját tüntetik ki a gyártók. A cella írása megszakításkérést vált ki a túloldalán, a túloldalról történő olvasása pedig nyugtázást jelent, és a megszakításkérés visszavételét eredményezi.
- RS-hez hasonló flip-flop / szemafor, foglalni kell - ellenőrizni a foglalást, a végén fel kell szabadítani, fontos, hogy a szemaforok nem jelentenek fizikai védelmet a memóriaterületnek !



(10 pont)

- 6) Mi zajlik le a NOKIA-PUMA 560-as robotban a kalibrálás során ? Mely egységek vesznek részt ebben a folyamatban és mikor kell kiadnia erre a parancsot ?

Megoldás:

Bekapcsolás után kell elvégezni (továbbá a hajtásszabályozás bármi okból történt leállása után – túlterhelés, ütközés, vészleállás), mivel a pozícióérzékelő inkrementális adóknak ilyenkor nincs kezdőértéke. Az ezekkel egybeépített potenciométerek meg tudják adni, melyik körülfordulásban található az adott csukló, csupán a nullimpulzusok megkeresése a feladat. Ehhez a robot minden csuklóját meg kell mozdítani, de csak kismértékű mozgítás szükséges a potenciométeres megoldás miatt.

A résztvevő egységek: a központi vezérlő (ide csatlakoznak a potenciométerek, mivel így csak egyetlen A/D-átalakító szükséges, a hajtásvezérlő processzorok és kártyák (a mozgatáshoz mindenképpen szükségesek, de a nullimpulzusok is ide érkeznek be ill. a beállítandó számlálók is itt található) ill. az őket összekapcsoló buszrendszer

(10 pont)

- 7) Mit hajt végre az ARPS BASE és FRAME utasítás (argumentumok, eredmény)?

Megoldás:

A BASE utasítás az alap koordináta-rendszert áthelyezi (transzformálja). Argumentumai: 3 távolság ($\Delta x, \Delta y, \Delta z$) és a z tengely körüli elforgatás szöge ($\Delta \theta$).

A FRAME utasítás keretet (koordináta-rendszert) hoz létre három, opcionálisan négy koordináta pontból. Az argumentumok: origó, x tengely egy pontja, xy sík egy pontja, az opcionális negyedik egy új origó. Az eredmény koordináta pont; pozíciója a keret origója, orientációja adja meg a tengelyek irányultságát.

(5 pont)

- 8) Egy NOKIA-PUMA robottal palettázást végeznek. Hogyan lehet megírni a programot, hogy az elmozdult paletta esetén is egyszerűen használható legyen? (Nem programot, hanem a megoldás lényegét kérjük leírni.)

Megoldás:

- a) Ha a paletta vízszintes maradt, használható a BASE utasítás. Pl. BASE 0,0,0,30. Azaz a paletta 30 fokkal fordult el, az origó helyben maradt. Ez utóbbi tetszőleges, hiszen a paletta kiinduló pontját úgyis be kell tanítani. A szög viszont fontos, hiszen a tengelyek irányában tologatjuk (SHIFT) a pontokat.
- b) Általános esetben a FRAME utasítással felvesszünk egy új koordinátarendszert a paletta tengelyeivel megegyező irányultsággal a paletta jellegzetes pontjainak betanításával (lásd 7. feladat) nyert pontokból. Ebben a keretben kell betanítani a paletta kiinduló pontját kombinált (relatív) pontként. Ezt abszolút pontként tologatva (SHIFT) az új keret tengelyeinek irányában helyeződik át, tehát az eredeti program használható.

(3+7 pont)

- 9) A BASE utasítás használatához ismerni kell az elfordulás szögét az alap koordinátarendszer z tengelye körül. Hogyan lehet ezt meghatározni a robot segítségével? (Esetleg egy szögfüggvényeket ismerő zsebkalkulátort igénybe lehet venni.)

Megoldás:

- a) Betanítjuk a paletta sarokpontját pl. A néven, továbbá ehhez képest a paletta x tengelyének egy pontját kombinált pontként A(B) néven. CHANGE B utasítással lekérdezzük B-t, $\alpha = \arctg(y/x)$.
- b) A paletta jellegzetes pontjainak betanításával (lásd 7. feladat) nyert pontokból a FRAME utasítással meghatározunk egy keretet, amelynek iránya megegyezik a paletta tengelyeinek irányával. Ezt a CHANGE utasítással lekérdezzük, α a keresett elfordulás.

(7+8 pont)

<i>Feladat megoldási idő:</i>	90 perc			
<i>Használható segédanyag:</i>	kiadott utasításkészlet, kalkulátor (PDA, mobil és notebook nem!)			
<i>Maximális elérhető pontszám:</i>	100 pont		0 - 44 pont :	elégtelen (1)
<i>Értékelés:</i>	45 - 59 pont :	elégséges (2)	60 - 74 pont :	közepes (3)
	75 - 89 pont :	jó (4)	90 - 100 pont :	jeles (5)