

LÖSNINGAR TILL

Tentamen i Robotteknik MPR160 och MPR210, 18 december 1997

Lärare: Rolf Berlin, ank 1277 alt 070-799 24 89

Anders Boström ank 1526

Tillåtna hjälpmedel: Typgodkända kalkylatorer och alla formelsamlingar.

Betygslista anslås torsdag 8/1 på Robotlaboratoriets anslagstavla, samt på robottekniks hemsida <http://www.pe.chalmers.se/student/robot/>

Granskning sker hos Gunvor Johansson fredag 9/1 kl 10-12 på inst. prod teknik.

Betygsgränser: 30-39 p = betyg 3, 40-49 p = betyg 4, ≥ 50 p = betyg 5

uppgift 1-3b se kursbok och kopierat material.

3C							
"0"	fungerande robot						
"X"	ej fungerande robot						
"-"	ej använd robot						
	Full produktion						
"00 00"	"=UPPHÖJT.TILL(0,985;4)						0,9413
"X0 00"							
"0X 00"	Halv produktion						
"00 X0"	"=4*UPPHÖJT.TILL(0,985;3)*(1-0,985)						0,0573
"00 0X"							
"00 XX"	Halv produktion						
"XX 00"	"=2*UPPHÖJT.TILL(0,985;2)*UPPHÖJT.TILL(1-0,985;2)						0,0004
	Detta produktionsfall är ej realistiskt att använda						
Tillgänglighet för robotcellen: $0,941337+0,05734/2+0,00044/2=>$							0,9702
						"=>	97%

4

```
PROG:HUVUD
START
JOINT
JUMP(1,BAND1)
JUMP(2,BAND2)
JUMP(11,TANKA)
JUMP(START)
BAND1
CALL(KAROSS1)
JUMP(START)
BAND2
CALL(KAROSS2)
JUMP(START)
TANKA
CALL(DISPENSER)
END
```

```
PROG:KONTROLL
JUMP(22,FYLL)
JUMP(EJ_TOM)
FYLL
CALL(DISPENSER)
EJ_TOM
END
```

```
PROG:DISPENSER
REF(RAM1)
MOVE(REFILL)
IGEN
JUMP(33,FULL)
JUMP(IGEN)
FULL
MOVE(HOME)
END
```

```
PROG:KAROSS1
CALL(FOG11)
CALL(FOG12)
CALL(FOG13)
MOVE(HOME)
END
```

```
PROG:FOG11
CALL(KONTROLL)
REF(RAM1)
CALL(ETTAN)
END
```

```
PROG:FOG12
CALL(KONTROLL)
CALL(TVAAN)
END
```

```
PROG:FOG13
CALL(KONTROLL)
CALL(TREAN)
END
```

```
PROG:ETTAN
MOVE(START1)
SET(5)
LINEAR
MOVE(SLUT1)
RESET(5)
JOINT
END
```

```
PROG:TVAAN
MOVE(START2)
SET(5)
LINEAR
MOVE(SLUT2)
RESET(5)
JOINT
END
```

```
PROG:TREAN
MOVE(START3)
SET(5)
LINEAR
MOVE(SLUT3)
RESET(5)
JOINT
END
```

```
PROG:KAROSS2
CALL(FOG21)
CALL(FOG22)
CALL(FOG23)
REF(RAM1)
MOVE(HOME)
END
```

```
PROG:FOG21
CALL(KONTROLL)
REF(RAM2)
CALL(ETTAN)
END
```

```
PROG:FOG22
CALL(KONTROLL)
REF(RAM2)
CALL(TVAAN)
END
```

```
PROG:FOG23
CALL(KONTROLL)
REF(RAM2)
CALL(TREAN)
END
```

5a

$$\mathbf{A}_1 = \begin{vmatrix} \cos \Theta_1 & -\sin \Theta_1 & 0 & 0 \\ \sin \Theta_1 & \cos \Theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & a_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad \mathbf{A}_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\mathbf{A}_3 = \begin{vmatrix} \sin \Theta_3 & \cos \Theta_3 & 0 & a_3 \sin \Theta_3 \\ -\cos \Theta_3 & \sin \Theta_3 & 0 & -a_3 \cos \Theta_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad \mathbf{A}_4 = \begin{vmatrix} \sin \Theta_4 & 0 & \cos \Theta_4 & a_4 \cos \Theta_4 \\ \cos \Theta_4 & 0 & \sin \Theta_4 & a_4 \sin \Theta_4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

5b

Ett länkfäst system i toppen på varje länk k.

 z_k -axeln som rotationsaxel eller translationsaxel till länk k+1. x_k vinkelrät mot z_k och z_{k-1} , om dessa parallella x_k längs länk k y_k så högersystem.

6a

läget hos verktyget:

$$p_x = a_2 \sin \Theta_2 + a_3 \sin(\Theta_2 + \Theta_3)$$

$$p_y = d_1 + a_2 \cos \Theta_2 + a_3 \cos(\Theta_2 + \Theta_3)$$

Hastigheten

$$v_x = a_2 \omega_2 \cos \Theta_2 + a_3 (\omega_2 + \omega_3) \cos(\Theta_2 + \Theta_3)$$

$$v_y = \dot{d}_1 - a_2 \omega_2 \sin \Theta_2 - a_3 (\omega_2 + \omega_3) \sin(\Theta_2 + \Theta_3)$$

där

$$\omega_2 = \dot{\Theta}_2 \quad \omega_3 = \dot{\Theta}_3$$

6b

Verktygets vinkelhastighet

$$\omega = -(\omega_2 + \omega_3) \hat{e}_{z_0}$$

6c

$$J_{11} = \frac{\partial p_x}{\partial d_1} = 0 \quad J_{12} = \frac{\partial p_x}{\partial \Theta_2} = a_2 \cos \Theta_2 + a_3 \cos(\Theta_2 + \Theta_3) \quad J_{13} = \frac{\partial p_x}{\partial \Theta_3} = a_3 \cos(\Theta_2 + \Theta_3)$$

$$J_{21} = \frac{\partial p_y}{\partial d_1} = 1 \quad J_{22} = \frac{\partial p_y}{\partial \Theta_2} = -a_2 \sin \Theta_2 - a_3 \sin(\Theta_2 + \Theta_3) \quad J_{23} = \frac{\partial p_y}{\partial \Theta_3} = -a_3 \sin(\Theta_2 + \Theta_3)$$

$$J_{31} = \frac{\partial \omega}{\partial \dot{d}_1} = 0 \quad J_{32} = \frac{\partial \omega}{\partial \dot{\omega}_2} = 1 \quad J_{33} = \frac{\partial \omega}{\partial \dot{\omega}_3} = 1$$