

Tentamen i Robotteknik MPR211, 10 mars 2000

Lärare: Anders Boström ank 1526

Per Nyqvist ank 1293

Tillåtna hjälpmedel: Typgodkända kalkylatorer och alla formelsamlingar.

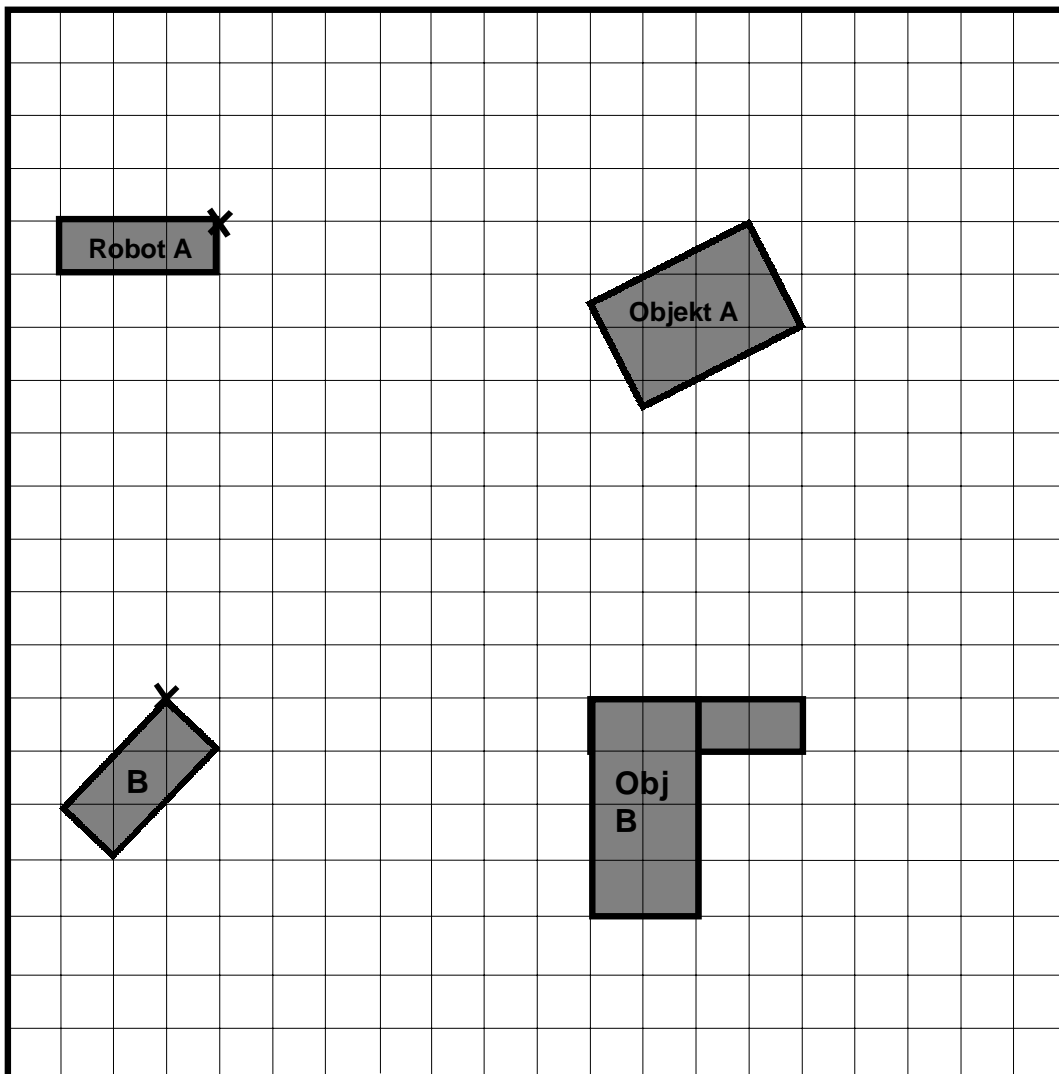
Betygslista anslås tisdag 28/3 på Robotlaboratoriets anslagstavla. Granskning sker hos Gunvor Johansson onsdag 29/3 kl 9-11 på inst. för prod teknik.

Betygsgränser: 30-39p=betyg 3, 40-49p =betyg 4 50-60p=betyg 5

- 1a Förklara vad som menas med "telemanipulator" och "servicerobot" och ge exempel på typiska användningsområden för dem. 2p
- 1b Beskriv tre drivkrafter/fördelar med:
• Online-programmering
• Offline-programmering 3p
- 1c Vad betyder förkortningen tcp och varför används denna funktion. 2p
- 1d Beskriv:
• hur en SCARA robot är uppbyggd,
• hur "SCARA"-effekten fungerar
• vad förkortningen SCARA står för. 3p
- 2a Förklara begreppen: absolutnoggrannhet och repeter Noggrannhet i samband med robotprogrammering, rita gärna en skiss. 2p
- 2b Förklara begreppet "error recovering" i samband med robotprogrammering ge ett exempel. 2p
- 2c Beskriv detaljerat hur en "harmonic drive" är:
• konstruerad, vilka delar ingår
• vad som är ingående och utgående axel
• hur den fungerar. 6p

- 3a I vilka tre huvudfunktioner delar man upp **NAVIGERING** av avancerade mobila robotar. Beskriv kortfattat vad som ingår i de olika nivåerna. 3p
- 3b I texten "Multiagent Teleautonomous Behavioral Control" beskrivs två metoder för att få en operatör att "interact with a reactive robot"
- "Operator as a schema"
 - "Operator as a behavioral supervisor"
- Förklara vad de bägge metoderna innebär och ge ett exempel för varje. 3p
- 3c **Expandera objekten** med hänsyn till de två rektangulära robotarna A och B till vänster om objekten enligt de två orienteringar på robotarna som de är ritade i. Använd den markerade referenspunkten i roboten vid expansionen. Det är principerna för expansion av objekt som är viktig, inte millimeter precision i figurens grova rutnät! Det går fint att skissa för hand i figuren! 4p

OBS det finns en kopia av figuren för inlämning längst bak!



- 4.a ROBCAD-laborationen användes CSG (Constructive Solid Geometry) för att modellera 3 st hål. Vad heter operationen som användes och förklara vad den innebär? 2p
- 4.b Till en IBM7545-robot kommer (slumpmässigt) 15 olika typer av föremål på ett transportband. Transportbandet stannar föremålen i en detekteringsposition där 4 st induktiva sensorer detekterar vilket föremål det är fråga om. Sensorerna är kopplade till varsin ingång i robotens styrsystem (ingång 1, 2, 3 och 4). Transportbandet ställer ingång 10 i robotens styrsystem när föremålen är klara för detektering (annars är denna ingång=0).

Skriv ett **optimerat** AML/E-program som ser till att roboten plockar bort föremål nummer 1, 5 och 15 (se tabell nedan) genom att anropa den fördefinierade subrutinen PLOCKA_BORT när dessa föremål detekteras. Om något annat föremål detekteras ska motsvarande utgångsnummer pulsas med pulslängden 1 sekund (utgången=1 under 1s), t ex om föremål nummer 14 detekteras skickas en puls (pulslängd 1s) på utgång 14. När ett föremål plockas bort eller om en puls genereras matar transportbandet automatiskt fram nästa föremål. 8p

Numrering av föremål:

Föremål Nummer	Värde på ingångar			
	Ingång 1	Ingång 2	Ingång 3	Ingång 4
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Fördefinierade rutiner (behöver inte deklaras):

PLOCKA_BORT(VAR);	Roboten plockar bort föremål nr VAR från detekteringspositionen.
-------------------	--

Befintliga kommandon och syntax:

Kommando	Beskrivning
WRITEO(DO,VAL);	Utgång DO sätts till värdet VAL.
TESTI(DI,VAL,HOPP);	Kontrollerar om en ingång (DI) har värdet VAL, vilket medför hopp till HOPP. Har ingången inte värdet VAL exekveras nästa instruktion.
HOPP;;	Markerar en hoppadress (label). Hopp får bara ske inom samma subrutin.
BRANCH(HOPP);	Ovillkorligt hopp till hoppadressen HOPP.

DELAY(TID);	Uppehåller exekveringen av programmet under TID sekunder.
NAMN: SUBR(VAR,VAR1..);	Definierar en subrutin med namnet NAMN och variablerna med namnen VAR,VAR1.. blir lokala.
NAMN(VAR,VAR1..);	Anropar subrutinen med namnet NAMN med variablerna VAR,VAR1...
END;	Markerar slutet på subrutin.

Programexempel:

-- Först definieras huvudsubrutinen
PROGEX:SUBR;

-- Därefter kommer subrutiner
SUB:SUBR(VAR);
PLOCKA_BORT(VAR);
END;

-- Sist kommer huvudprogrammet

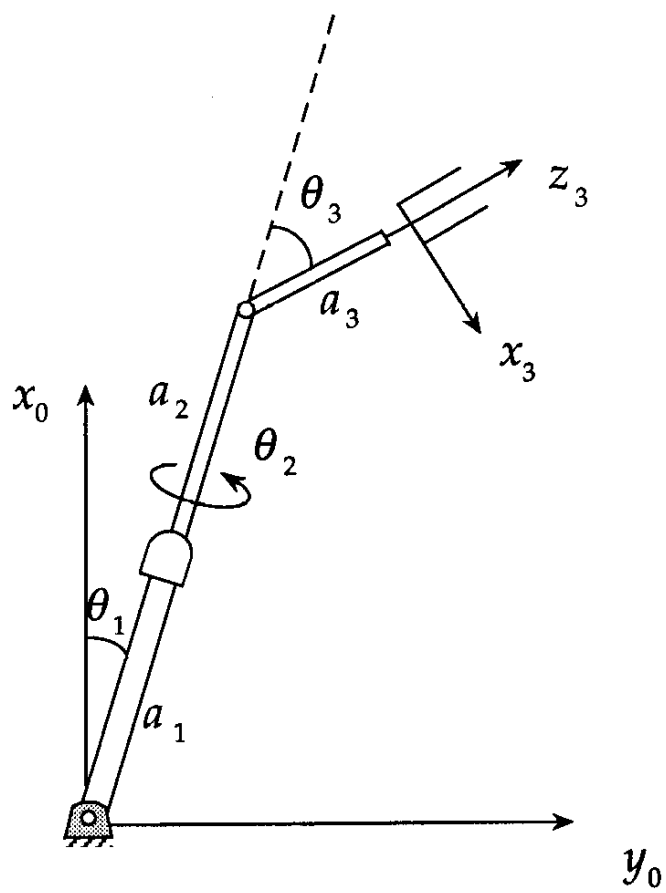
DELAY(2);
TESTI(12,1,SLUT);
BRANCH(SLUT);
SUB(1);
SUB(2);
WRITEO(12,0);
SLUT;;
END;

- 5 Roboten i figuren har tre länkvariabler; θ_1 , θ_2 och θ_3 . Vinkeln θ_2 är definierad så att y_3 - och z_0 -axlarna är parallella då $\theta_2 = 0$ (figuren visar just detta fall). Det får förutsättas att alla tre länkvariablerna kan anta såväl positiva som negativa värden.

a) Bestäm den homogena transformationsmatrisen. (8 p)

b) Redogör för innebörden av begreppet redundans. Kan redundans uppträda för den aktuella roboten, och i så fall hur?

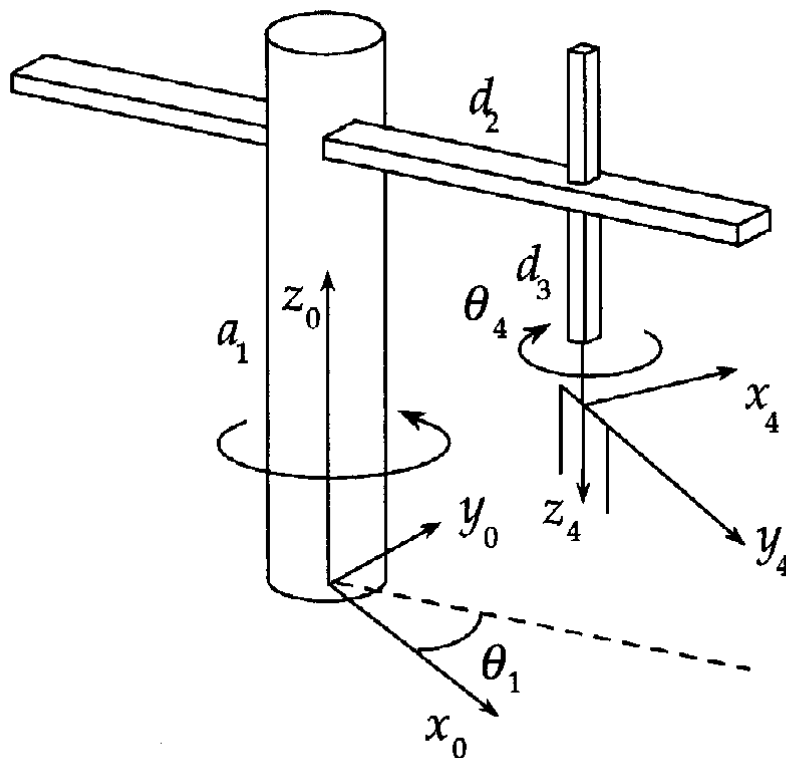
(2 p)



6. Roboten i figuren har fyra länkvariabler; θ_1 , d_2 , d_3 och θ_4 . För $\theta_1 = \theta_4 = 0$ är x_0 - och y_4 -axlarna parallella.

a) Bestäm Jacobimatrisen för roboten. (8 p)

b) Antag att man vill föreskriva hastigheten samt z_0 -komponenten av vinkelhastigheten för verktyget P för givna värden på de fyra länkvariablerna. Beskriv (utan att genomföra några beräkningar) hur man kan utnyttja Jacobimatrisen för att bestämma erforderliga värden på länkvariablernas tidsderivator. (2 p)



Rotationsmatriser

$$\text{Rot}(x, \theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

$$\text{Rot}(y, \theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix}$$

$$\text{Rot}(z, \theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Svarsblankett till fråga 3c

Namn.....Personnummer.....

