Exempel

Styrning av industri-robotar

Numeriska algoritmer och implementering på signalprocessor

En industrirobot är försedd med motorer i varje led. Med hjälp av dessa kan man flytta arbetsverktyget i rummet, genom att ändra vinklarna i varje led. Förenklat kan roboten beskrivas som i figuren nedan.

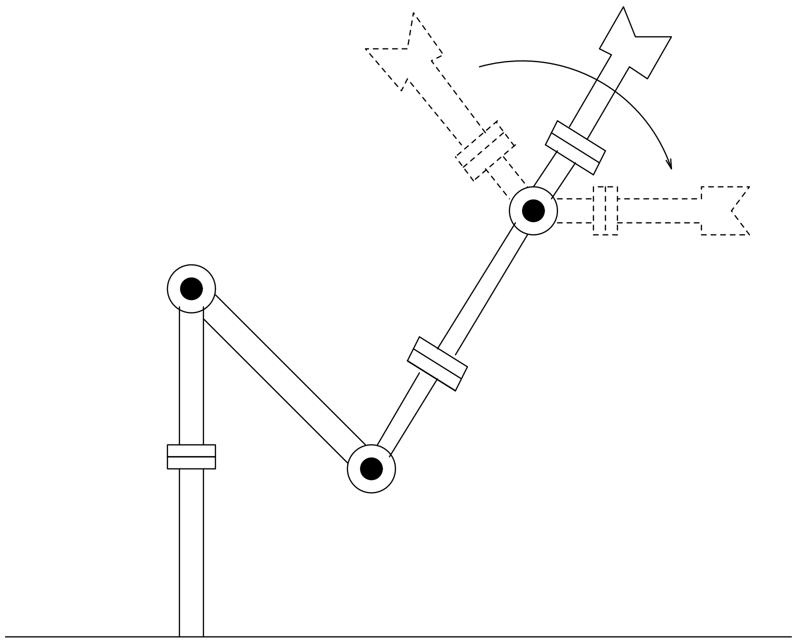

Figure 1: Industrirobot Puma.

Arbetsverktygets läge är en position i rummet och en tre-dimensionell orientering av verktyget, dvs en vektor $x \in \mathbf{R}^6$. Vektorn x är en icke-lineär funktion av vinklarna:

$$x = F(\theta) \tag{1}$$

Vektorn θ har lika många komponenter som antalet leder i roboten. För att göra en stor förflyttning av verktyget i rummet längs en viss bana delar man upp banan i mindre delar. Sedan beräknar man vilken vinkelförändring som krävs för att åstadkomma en liten förflyttning genom att lösa ett system av typen (1).

Följande aspekter är intressanta:

- **Icke-lineärt system** Lösning av icke-lineärt system av ekvationer genom reduktion till ett lineärt system (i princip Newton-Raphsons metod).
- **Lineärt system** Lösning av det lineära systemet: minsta kvadratmetoden. Numeriska svårigheter uppstår p g a att det lineära systemet blir singulärt i vissa robotlägen.
- **Realtidskrav** Beräkningarna ska utföras på mindre äm 50 ms.
- **Signalprocessor** Implementering av algoritmerna på en snabb signalprocessor. T ex utnyttja pipeline-aritmetik effektivt.
- **Språk** För att få tillräckliga prestanda krävdes att algoritmerna skrevs i assembler som rak kod, dvs utan loopar. Portabilitet är ett problem.

Automatisering av industriella processer leder till ökad användning av matematiska modeller och numeriska algoritmer. För effektiv implementering krävs kunskaper om samspelet mellan algoritm, programmeringsmiljö och hårdvara.

(Doktorsavhandling av Bertil Waldén vid MAI, LiTH, januari 1994. Samarbete med ABB Robotics.)