

EVALUERING AV GALIL DMC-4080 SOM STYRSYSTEM AV STEWART PLATTFORMEN

Författare: Christer ENGBLOM

Introduktion

När laddade partiklar accelereras utsänds elektromagnetisk strålning. Denna strålning, även kallad *synkrotronljus* när det är elektroner som färdas i relativistiska hastigheter i en cirkulär bana, uppvisar en mycket stark intensitet och variation i våglängd. Detta fysikaliska fenomen utnyttjas i *synkrotronljusanläggningar* i olika forskningssyften. SOLEIL, just söder om Paris i Frankrike, är just en sådan anläggning. Det senaste året har SOLEIL utvärderat nästa generation av styrsystem som

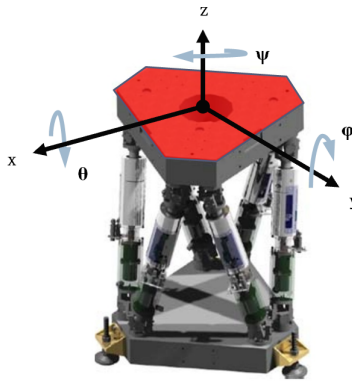


Figur 1: T.v, SOLEIL, en synkrotronljusanläggning söder om Paris i Frankrike. T.h, Styrsystemet Galil DMC-4080.

ska ersätta den mest nyttjade i anläggningen – Galil DMC-2182. Nästa generation av regulatorer i samma serie, Galil DMC-4080, är en av dessa. Detta examensarbete har i syfte att utvärdera hur väl DMC-4080 styr en parallelrobot av typ *Stewart Plattformen* med μm och μRad upplösning.

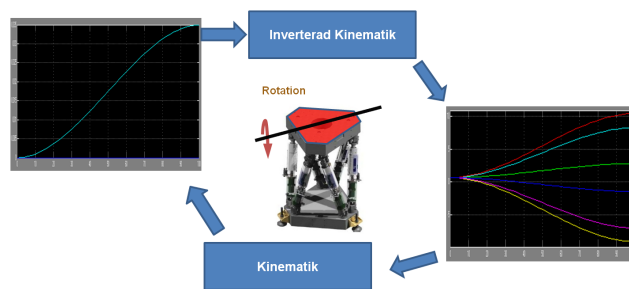
Stewart Plattformen & Problemsammanställning

Stewart Plattformen är en parallelrobot som kan producera rörelse i sex frihetsgrader som innefattar tre translationer samt tre rotationer runt samma axlar. Figur 2 illustrerar robotens rörelsefriheter samt uppläggning; sex styck prismatiska axlar mellan en bas- och positioneringsplatta vars individuella längder kontrolleras i komplexa kombinationer för att åstadkomma robotens samtliga rörelser. Denna typ av robotuppställning ger möjlighet till högre grader av styrka, styvhet, kompakthet och



Figur 2: Stewart Plattform med markerade frihetsgrader.

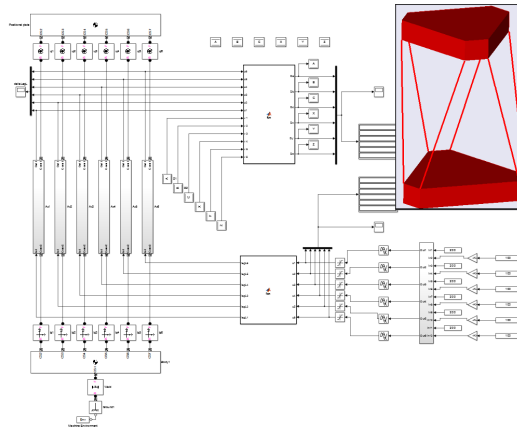
precision än vad flesta andra konstruktioner av samma antal frihetsgrader ger. Den har dock sina begränsningar; roboten kan t.ex. för specifika positioner och/eller områden förlora sin styrbarhet. Det är den komplexa konstruktionen som ger upphov till dessa så kallade *singularitetspunkter* och är inte lätta att hitta med beräkningsmedel. Det är viktigt att korrekt kunna definiera ett arbetsområde som är *fritt* från singularitetspunkter. För att kunna kontrollera roboten behövs även en matematisk funktion som sammankopplar frihetsgraderna med robotens axel-längder, dvs *inverskinematik*. För återkoppling i systemet behövs det omvända: *kinematik* som sammankopplar axel-längderna till frihetsgraderna. Figur 3 illustrerar hur de kinematiska konvertionerna fungerar: man vill här att roboten ska rotera enligt grafen till vänster, inverskinematiken konverterar detta till vad axel-längderna borde vara. Återkopplingen är att de kinematiska ekvationerna konverterar vad axel-längderna egentligen är till rotation.



Figur 3: Inblick i hur kinematiska beräkningarna fungerar.

Simuleringar & Implementering

Robot-plattformen hade sitt eget styrsystem vars kinematiska ekvationer kunde extraheras från dess programkod och implementeras till en simulerings-miljö som skapats utifrån de dokumenterade ritningarna för att på bästa sätt efterlikna den verkliga modellen. Reglering av roboten kunde då testas

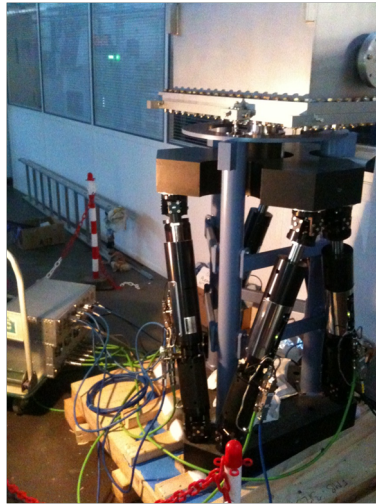


Figur 4: MATLAB Simulering. Rutan upp till höger visar en 3D-modell av roboten.

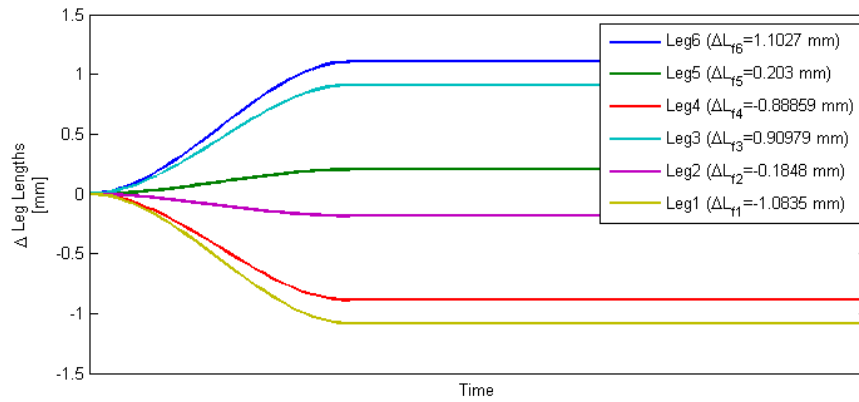
säkert och gav utrymme för optimering av kinematiken och testning av robotens arbetsområde. Full övergång till det nya styrsystemet kunde påbörjas när samtliga test gav tillfredsställande resultat. Eftersom programkod var närmare hårdvaran på regulatorn än i simuleringen var koden tvungen att optimeras ytterligare; målet var att krama ut så mycket prestanda så möjligt från den men ändå behålla den upplösning och precision på μm - och μRad som roboten borde ha. Kablar, kontakter samt drivare fick adapteras och installeras till roboten, se Figur 5.

Resultat

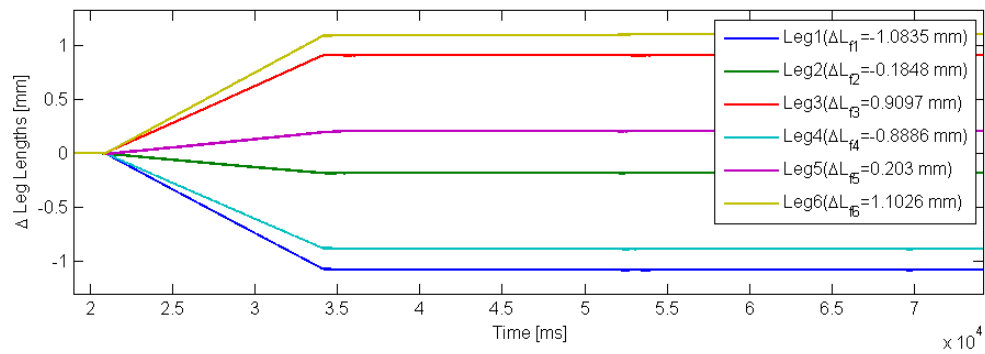
Figurerna 6-7 visar ett exempel med axel-förskjutningar på roboten (under samma rörelse) i en simulering motsvarande när DMC-4080 kontrollerar roboten i verkligheten. I detta fallet är det enda som skiljer sig hastigheterna och accelerationerna; start- och slutdestinationerna är densamma! Faktum är att Galil DMC-4080 är funktionsduglig som ett styrsystem av en Stewart Plattform när det kommer till statisk positionering (punkt-till-punkt) med μm - och μRad upplösning över arbetsrummet som roboten var gjord för. Detta förutsatt att det inte finns några större tidsbegränsningar på positioneringen; den linjära rörelsen i Figuren 7 tar i verkligheten cirka en minut. Regulatorn lämpar sig kanske inte så väl för dynamisk positionering, dvs att hålla sig inom full upplösning och precision under rörelse, vilket beror mest på långsam bearbetning av de kinematiska ekvationerna



Figur 5: Stewart Plattform vid full installation av Galil DMC-4080.



Figur 6: MATLAB Simulering av en linjär rörelse 4 mm i x-riktningen.



Figur 7: Galil DMC-4080 styr roboten i en linjär rörelse 4 mm i x-riktningen.

vilket ger en dålig frekvens på återkopplingen. En annan restriktion är att lasten på roboten helst borde vara statisk och inte påverka konstruktionen (ingen flex), de kinematiska ekvationerna antar att den mekaniska konstruktionen är helt styv och tar inte flexande med i beräkningarna.

Referens & Fördjupad Läsning

- C. Engblom, "Evaluation of Galil DMC-4080 as a Controller of Stewart Platform", ISSN 0280-5316 ISRN LUTFD2/TFRT-5946-SE, Lunds Universitet, 2013
- Läs mer om synkrotronljus och dess anläggningar på:
<<http://www.alltomvetenskap.se/nyheter/synkrotronen>>
- Läs mer om SOLEIL Synchrotron på <<http://www.synchrotron-soleil.fr/>>
- Läs mer om Stewart Plattformen och parallelrobotar på:
<<http://www.parallemic.org/Reviews/Review007.html>>