

# Rörelsestyrd tankrengöring

Ett examensarbete utfört av Mattis Wahlby, avdelningen för Industriell Elektroteknik och Automation, vid Lunds Tekniska Högskola

Föreställ dig följande scenario: Det är dags för veckostädning av din lägenhet. Du vet att det är smutsigast i hallen och skulle därför vilja lägga mest tid där. Men din rumskompis har bestämt att du måste lägga lika mycket tid i alla rum oavsett om det behövs eller inte. Låter det effektivt?



Figure 1: En tank i processmiljö

Samma problematik återfinns vid rengöring av stora tankar. I ett bryggeri måste en tank rengöras mellan varje sats liksom ett tankfartyg måste rengöra sina tankar inför nästa uppdrag. Med existerande rengöringssystem placeras ett rör, med ett munstycke i änden, i tanken. Munstycket fördelar sedan någon typ av rengöringsvätska, ofta vatten, på tankens insida tills den anses vara ren. För tankar med klibbigt innehåll används en jetstråle som med hjälp av en konstant rörelse hos munstycket skapar ett sprutmönster på tankens insida. Problemet uppstår när vissa delar av tanken är smutsigare än andra, likt lägenheten i ingressen. För att spendera mer tid där det behövs måste hela tanken rengöras under längre tid.

Det här examensarbetet fokuserar på att lösa problemet genom att göra det möjligt att anpassa sprutmönstret så att de delar av tanken som behöver mer rengöring får det, utan att hela tanken måste rengöras. Genom koppla en motor till varje rörelseriktning och låta en industri-PC (PLC) styra motorerna enligt ett mönster som skapas av användaren kan vilka sprutmönster som helst bildas.

---

## Maskinen

Det rent mekaniska problemet har, i den här prototypen, lösts genom att modifiera en existerande rengöringslösning, Gunclean Toftejorg . Den fungerar på ett liknande sätt som prototypen (figur 2) men munstyckets rörelse drivs av en turbin som hämtar sin kraft från vattenflödet som används för rengöringen. Genom att modifiera växellådan och koppla en motor till varje rörelseriktning, horisontellt och vertikalt, ges möjlighet till styrning av munstycket, motion control.

## En algoritm löser problemet

För att avgränsa problemet modelleras tanken som en perfekt cylinder. Ett koordinatsystem byggs upp från centrum av tanken i nivå med munstycket. Punkterna som bygger upp sprutmönstret definieras utifrån rotationsvinkel i horisontella planet (yaw vinkel), vertikalt och horisontellt avstånd till punkten från centrum av tanken. Genom att utnyttja grundläggande trigonometriska formler kan avståndet mellan munstycke och punkt beräknas, även om detta är placerat mitt i tanken.

Punkterna konverteras sedan till användbara värden för motorerna. Genom att beräkna hur många varv varje motor måste snurra kan man på förhand justera hastigheten på den motor som har minst antal varv att röra sig. Med minskad hastighet når båda motorerna, och därmed munstycket, punkten samtidigt både vertikalt och horisontellt. En "rät" linje skapas därmed mellan de två punkterna.

Ett annat centralt problem är att jetstrålens hastighet, där den träffar tankens insida, varierar beroende på strålens längd. En konstant hastighet på munstycket kommer alltså inte att leda till en konstant s.k. perferihastighet. Detta löses genom att definiera en maximal perferihastighet och sedan hela tiden beräkna strålens nuvarande längd. Sedan beräknas den nuvarande perferihastigheten och jämförs med maxgränsen. Om den överstigs sänks den till en nivå som gör att den alltid hålls under maxgränsen.



Figure 2: Gunclean Toftejorg. Högst upp syns motorerna ovanpå växellådan, längst ner syns munstycket som "ritar upp" sprutmönstret

---

## Resultat

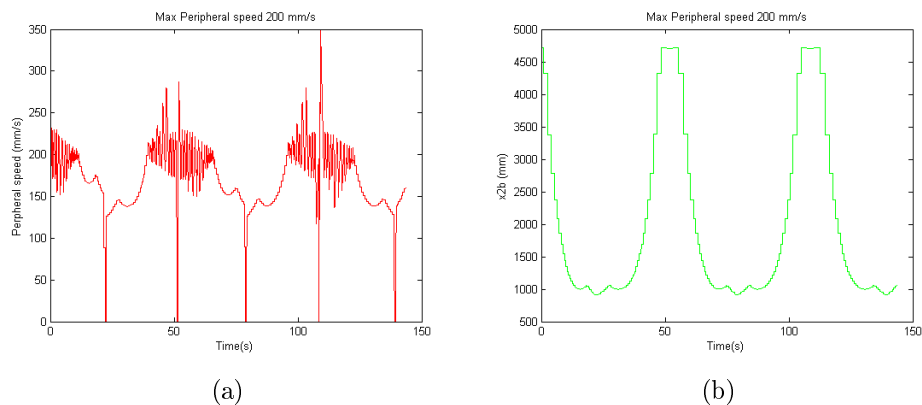


Figure 3: Variationer i perferihastighet jämfört med jetstrålens längd. Graferna visar processen under de fem första punkterna.

Figur 3 visar signalerna för jetstrålens längd samt perferihastigheten. Här har en maxgräns på 200 mm/s lagts till och det syns i figur 3a att hastigheten håller sig runt den gränsen. Variationerna beror på en otillräcklig reglering men märks endast när signalerna studeras, inte på den faktiska perferihastigheten. Om man jämför de två figurerna syns även att det är då jetstrålen är längre som maximal perferihastighet uppnås, medan perferihastigheten håller sig under maxgränsen för kortare avstånd. Detta beror såklart helt på vilken maxgräns som anges av användaren.

I framtiden finns stor potential för produkten. Med små förändringar i algoritmen kan tankar med andra geometrier rengöras och med en bättre reglering kan precisionen ökas ytterligare. Genom att använda detta system finns stora vinster att göra, både miljömässiga och ekonomiska. Kortare och mer effektiv tvättning leder till mindre energi och vattenförbrukning samtidigt som tanken kan komma tillbaka i drift snabbare.

Även om lösningen är bra kan du tyvärr inte använda den där hemma i lägenheten, i alla fall inte om du vill ha någon rumskompis kvar efter städningen.