

# Stabilisering av kameror

Patrik Hillner

*Datateknik*

*Fakulteten för naturvetenskaper och teknik*

*Åbo Akademi*

28.03.2016

# Referat

Denna kandidatavhandling kommer att gå igenom metoder för att stabilisera en kamera med olika mängder frihetsgrader. Frihetsgraderna kommer att ge frihet både för translativ rörelse och rotativ rörelse. Som störning för regleringen kommer jag att räkna med skakningar, m.m..

# Innehållsförteckning

Referat

Innehållsförteckning

1 Introduktion

2 Reglering

2.1 Störning

2.2 Stabilisering

3 Metodik

3.1 Vikter

3.2 Fjädrar

3.3 Motorer

3.3.1 Konstruktion

3.3.2 Funktion

3.4 Kombinationer av metoder

4 Sammanfattning

Referenser

# 1 Introduktion

Genom tiderna har man haft problem med att hålla ett objekt stabilt, utan skakningar, vare sig om man filmar en video, tar en bild eller håller en dricka i handen medan man rör på sig. Alltid blir det antingen skakig bild (även om man i dagens läge har stabilisering i objektivet) eller så spillar man lite dricka över kanten av glaset. Modellerna som behandlas i denna avhandling är olika metoder för att lösa detta problem. Genom att se på båda fallen, ser jag att båda har en gemensam faktor, d.v.s. att störningens ursprung är rörelse. Vad som alltså ska minimeras är det stabiliserade objektets rörelse.

Den största användningsområdet för stabilisering av kameror finns inom militären, media och underhållningsbranschen, men i dagens läge också inom privata marknaden, högt populäriserats av radiostyrda enheter såsom quadcopters.

I militärisk sammanhang används stabilisering av kameror där man vill ha en direktsändning på eller spela in vad som händer vid den ändan som t.ex. en fjärrstyrd enhet är från tiotals meters till flera kilometers avstånd eller styra på ett vapen med en kamera på. I media och underhållningsbranschen används stabilisering främst för att hålla en kamera stadigt riktad åt ett håll eller att hålla fokus på ett visst objekt man vill ta bild av eller filma. Filmstudior har alla sorters konstruktioner för att få så många vinklar som möjligt för att få just den perfekta bilden av scenen. Kameran kan vara fäst i en lyftkran, liten eller stor. Den kan vara fäst i en sele som man fäster på kameramannen så att han till exempel kan springa efter huvudkaraktären i en förföljning i en smal gränd där inget fordon ryms, eller fäst i en liten stabilisator som man kan bära med händerna ifall man vill att kameran följer efter en karaktär genom små utrymmen som till exempel ett öppet bilfönster.

## 2 Reglering

### 2.1 Störning

Störning kan komma från flera olika källor. Som störningar räknas upp bara de som med största sannolikhet kommer att framträda. Dessa är

- att hanteraren orsakar skakningar
- att objektet stöter mot något
- att leden når dens gränsvärde.

I teorin kunde man som störning räkna ett fall då objektet har för stor vikt, men i praktiken skulle man inte ens försöka stabilisera ett sådant objekt om inte konstruktionen tål tyngden av det.

## 2.2 Stabilisering

Det man ska göra för att stabilisera kameran är att först definiera i hur många frihetsgrader man vill kunna reglera det. I teorin behöver man sex frihetsgrader för att fritt kunna stabilisera ett objekt i en tredimensionell xyz-rymd och det samma gäller antalet leder på en arm [1], ifall det är en arm man reglerar. Sex frihetsgrader innebär att man har tre frihetsgrader för translativ rörelse och tre frihetsgrader för rotativ rörelse. Translativ rörelse betyder att man byter position, t.ex. i ett hus från ett rum till ett annat och rotativ rörelse betyder på att man snurrar.

För att stabilisera den rotativa rörelsen måste man ha ett slags gyroskop, vilket menar att kameran kan behålla sin orientering oavsett hur systemet rör sig (ifall systemet har tillräcklig antal frihetsgrader). En gyroskop fungerar på ett sådant sätt att en rotationsaxel är ortogonal mot dens bredvidliggande axlar och kan därför hållas mycket stabil då någon av axlarna roterar.

## 3 Metodik

Det finns flera olika metoder för hur man går till väga att stabilisera en kamera. Man kan använda sig av t.ex. vikter, fjädrar och motorer, vilka är de grundläggande metoderna som behandlas i denna avhandling. Par olika kombinationer av dessa kommer också att behandlas.

### 3.1 Vikter

Vikter används främst för rotativ stabilisering genom att ha massmedelpunkten så låg som möjlig. På det viset kan man ha kameran horisontell hur man än vänder på konstruktionen. Nackdelen med en sådan modell är att kameran roterar för mycket vid snabba translativa rörelser. Vikter används också för translativ stabilisering med mindre bommar. En bom har

kameran på ena ändan och en motvikt på andra ändan, där kameramannen kan justera vinkeln på kameran med olika spakar eller vev. Nackdelen med att använda en bom är att de ställen som kameran kan befinna sig på är ytan av ett halvklot.

## 3.2 Fjädrar

Fjädrar är bra för att dämpa krafter, därför används de främst för att stabilisera translativ rörelse. Fjädrarnas verkan märks bäst då man med snabba rörelser för konstruktionen fram och tillbaka kan se att kamerans translativa acceleration och retardation dämpas till en viss grad.

## 3.3 Motorer

Motorer har en roterande verkan och används oftast till att stabilisera orienteringen, men kan också med komplexa mekanismer implementeras även för translativ stabilisering. I flera rörelse- och positioneringssystem används borstlösa likströmsmotorer [2], även kallade borstlösa DC-motorer (eng. *brushless directive current motor*). För att bättre förstå dessa, behandlas dessa kort.

### 3.3.1 Konstruktion

För att kunna reglera en elmotor behöver man kunna veta dess position, d.v.s. i vilken vinkel rotorn befinner sig i förhållande till statorn. Rotorn är den roterande delen av en motor. Statorn är den del som är statisk i förhållande till underlaget den är fäst vid. Tänk dig ett flygplan med propeller. Där fungerar propellerna som den roterande delen, alltså är den fäst i rotorn. Konstruktionen på en elmotor kan variera mellan två olika sätt:

1. Statorn har en eller flera permanenta magneter och rotorn har flera spolar, alltså är den en borstad motor (eng. *brushed motor*).
2. Rotorn är uppbyggd med en eller flera permanenta magneter och statorn har flera spolar, alltså är den en borstlös motor (eng. *brushless motor*).

Borstade motorer har fått namnet från att då rotorn, med spolarna, roterar och spolarna ska få ström vid utsatt tidpunkt. För att spolarna ska få ström medan de roterar, kan man inte ha en kabel fäst i en spole för att ge ström, annars kan man inte teoretiskt ha rotorn att snurra i oändlighet. Vad man behöver i detta fall är då en kontakt mellan rotorn och kabeln, där kabeln rör en kontakt på rotorn med en så kallad borste.

Borstlösa motorer har fått namnet från att man undviker användningen av borstar, alltså istället för att ha spolarna rotera, roterar magneterna, d.v.s. att spolarna är på statorn. På detta vis får man en längre teoretisk livslängd för motoren.

Eftersom jag ska använda borstlösa DC-motorer för denna avhandling, ska jag av dessa två konstruktioner ha den senare varianten. Denna motortyp går även att dela in i s.k. *inrunner*- och *outrunner*-motorer. *Inrunner*-motorer har fått namnet från att rotorn är innanför statorn. Den har en mycket hög rotationshastighet men lågt vridmoment. *Outrunner*-motorer däremot fungerar enligt motsatt princip: rotorn är utanför statorn och har högt vridmoment medan rotationshastigheten lider. Dessa slutsatser kan dras med hjälp av lagen för tröghetsmoment och radien på rotorn. Eftersom man i videoproduktion vill inte ha någon ljud som interfererar med vad som filmas, vill man att motorerna är så tysta som möjligt. I [3] skrivs det att *inrunner*-motorer för mera ljud än *outrunner*-motorer, alltså väljer man helst den senare över den förra.

### 3.3.2 Funktion

För att motorn ska fungera behöver den åtminstone tre strömkablar, där två av kablarna ger ström åt spolarna och den tredje fungerar som en kontrollsignal [4]. Rotorns position ändras genom att ändra polariteten på spolarna i tur och ordning. För att kunna ändra polariteten på rätt spole i rätt ögonblick, ska regleringen ta i beaktande vad sensorn i motorn ger för signal om rotorns position. Regulatorn måste kunna reglera accelerationen och hastigheten på motorn med hjälp av dessa. Rajesh et al. använde en PID-regulator (proportionerlig-integrerande-deriverande, eng. *proportional-integral-derivative*) för att kontrollera en kamera i en motoriserad gyroskop som de hade fäst på ett obemannat flygande farkost [5, 6].

## 3.4 Kombinationer av metoder

De grundläggande metoderna är slutligen endast tre stycken: för rotativ stabilitet kan man endera använda vikter eller motorer och för translativ stabilitet kan man använda sig av fjädrar. Ifall man endast använder sig av en metod för stabilisering finner man inga problem då man använder sig av metoderna som lämpar sig för den rotationella stabiliseringen. Detta kan observeras då man ögnar igenom de billigare systemen på marknaden. Däremot då man använder endast fjädrar för att stabilisera kameran bildas det problem för att fjädrar fungerar bäst för stabilisering av translativ rörelse. För att endast stabilisera den translativa rörelsen behöver man, förutom fjädrar, även någon system av räls där kameran kan skjutas åt olika håll. För att kunna bättre stabilisera en kamera för både translativ och rotativ rörelse måste man kombinera dessa olika metoder.

Att kombinera vikter och fjädrar är en dålig idé, de sku endast arbeta mot varandra: fjädrarna kastar vikten mera åt sidorna så att kameran vinklar sig mera och vikten drar ner fjädrarna tillsammans med kameran. Däremot, då man väljer kombinationen av motorer och fjädrar, får man en mycket bra system. Motorn påverkas inte av yttre krafter som en vikt och kan därför arbeta tillsammans med fjädrarna för att få en mycket stabilt system med avseende på den translativa och rotativa stabiliteten. Många företag har kommit fram till samma slutsats, enligt mina observationer av dyrare professionella system på den internationella marknaden.

## 4 Sammanfattning

Den slutsats man kan dra av tidigare nämnda metoder och kombinationer av dessa, är att den metod där man kombinerar motorer, för rotativ stabilitet, och fjädrar, för translativ stabilitet, är det bästa valet för ett system vars ändamål är att stabilisera en kamera.

## Referenser

- [1] D. Tolani, A. Goswami, and N.I. Badler. *Graphical Models 62: Real-time Inverse Kinematics Techniques for Anthropomorphic Limbs*, Computer and Information Science Department, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, 2000. Sida 354
- [2] M. Gopal. *Control systems: principles and design*, 2nd ed. Tata McGraw-Hill, 2002. Sida 159
- [3] Ming-Hung Lu, Ming Une Jen. *Acoustic Characteristics Concerning Construction and Drive of Axial-flux Motors for Electric Bicycles*, Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27), 2013.
- [4] F. Jović. *Process Control Systems: Principles of design, operation and interfacing*, 2nd ed. CHAPMAN & HALL, 1992. Sida 72
- [5] Rajesh Ananda. *PSO TUNED PID CONTROLLER FOR CONTROLLING CAMERA POSITION IN UAV USING 2-AXIS GIMBAL*, International Conference on Power and Advanced Control Engineering (ICPACE), 2015.
- [6] Rajesh, Kavitha. *Camera Gimbal Stabilization Using Conventional PID Controller And Evolutionary Algorithms*, IEEE International Conference on Computer, Communication and Control (IC4-2015), 2015.