Bruk av Tracker

Introduksjon til Tracker

Tracker er et program for videoanalyse. Programmet har åpen kildekode og installasjonsfiler for forskjellige plattformer kan lastes ned herifra: http://physlets.org/tracker

I forsøket vi skal gjennomføre, bruker vi Tracker til å måle akselerasjonen til et legeme som ruller ned et skråplan, ved å be programmet "tracke" ("følge") objektet. Programmet vil da lage sammenhørende verdier av posisjon og tid, som vi så kan bruke til å bestemme akselerasjonen til objektet.

Det er laget 3 instruksjonsvideoer, som med fordel kan sees før man bruker Tracker:

- Introduksjon og manuell "tracking"/sporing
- Automatisk "tracking"/sporing
- Grafisk analyse av bevegelse

Videoanalyse i Tracker

- 1. Gjør et opptak av et legeme som ruller nedover et skråplan. Opptaket blir lettest å behandle i Tracker hvis du følger disse retningslinjene:
 - (a) Film objektet fra en avstand på 2-3 m, slik at du får filmet det over en tilstrekkelig lang strekning, og unngår perspektivfeil som kan oppstå når objekter filmes fra kort avstand.
 - (b) Plasser et objekt med kjent lengde langs skråplanet (f.eks. en meterstav), godt synlig i bilderuta.
 - (c) Dersom du ønsker å bruke vinkelmåleren i Tracker til å måle skråplanets helningsvinkel, lønner det seg å ha en horisontal referanselinje synlig.
 - (d) Bruk et objekt som gir god kontrast mot bakgrunnen.
 - (e) "Vanlig" video har 25 eller 29.97 (ca. 30) bilder i sekundet. Hvis kameraet ditt støtter flere bilder i sekundet (60/120 er vanlig), bruk dette.
- 2. Kopier videoopptaket inn på PCen, og åpne Tracker-programmet .

- Hent inn videofilen ved å trykke knappen *iller* hurtigtast Ctrl + 0.
- 4. Sjekk riktig "frame rate": Trykk på i og sjekk at programmet har valgt riktig antall bilder i sekundet (Frame rate) for din video. Avhengig av kamerainnstillingene du valgte for opptaket, kan 25/29.97/30/50/60/120 være riktige verdier.
- 5. Marker start og slutt: Videoen inneholder sannsynligvis "overflødig" materiale ved start og slutt. Dra avspillerkontrolleren □ til ønsket startsted (der objektet slippes), høyreklikk og velg Set start frame to slider. Dra så til ønsket sluttsted (like før det treffer underlaget), høyreklikk og velg Set end frame to slider.
- 6. Sett lengdeskala: Programmet må få informasjon om skala/størrelsesforhold i opptaket. Trykk på knappen ^{*40} [•] og velg New ▶ Calibration stick. Tast Shift+ klikk på den ene enden av tommestokken/linjalen som du har synlig i bildet, og Shift + klikk på den andre enden. Trykk på boksen for lengdeangivelse, og skriv inn den faktiske lengden på objektet, f.eks. 0.297 m.
- 7. Definér koordinatsystem: Trykk på for å legge inn et koordinatsystem. Spol videoen til bildet som viser at objektet slippes, og dra origo til objektets massesenter i startposisjonen. Roter koordinataksene ("tilt") ved å dra i krysset til høyre for origo, +, og la positiv x-akse ligge nedover langs skråplanet (slik at akselerasjonsverdiene blir positive).
- 8. Sette opp "tracking": Vi kan velge to former for "tracking": manuell og automatisk. I det som følger gjennomgås begge metodene.
 - (a) Manuell "tracking": Her følger vi selv objektet, og markerer objektets posisjon bilde for bilde.
 - i. Trykk på **X Create** og velg Point Mass.
 - ii. Det dukker opp et vindu Kater A. Høyreklikk på mass A, velg Name... og skriv inn et passende navn (f.eks. "kule").

- iii. Spol filmen til det bildet der objektet begynner å rulle og Shift + klikk på objektet du ønsker å følge - dette blir da markert.
- iv. Filmen vil automatisk hoppe til neste enkeltbilde, hvor du gjentar prosessen: Shift + klikk på objektet.
- v. Gjenta til du har markert alle enkeltbildene som utgjør opptaket.
- vi. Legg merke til at det på høyre side i programvinduet kommer en graf, samt en tabell med sammenhørende verdier for x(t) og y(t) - se under.



- (b) Automatisk "tracking": Her bruker programmet bildegjenkjenning til å følge objektet når det beveger seg over bilderuta. Det hender imidlertid at vi må gjøre visse manuelle justeringer for at programmet skal klare å finne igjen objektet i hver bilderute.
 - i. Spol filmen til det bildet der objektet slippes.
 - ii. I hovedmenyen velg Track, velg navnet på objektet i lista og velg Autotracker... Dette vil åpne et eget Autotracker-vindu - se under.



iii. Trykk Shift + Ctrl og klikk på objektet som skal følges. Det vil da komme fram en ramme rundt objektet - se figuren under:





- iv. Ved behov kan du justere størrelsen av sirkelen rundt objektet ved å klikke og dra i håndtaket for objektstørrelse. Den rektangulære ramma definerer "søkeområdet" der Tracker forsøker å finne igjen objektet som du markerte i utgangspunktet. Rammestørrelsen kan justeres med håndtaket nederst i høyre hjørne.
- v. Ved å trykke på knappen search vil programmet forsøke å følge objektet gjennom alle enkeltbildene innenfor start- og sluttpunktet for filmen, og lage en tabell med sammenhørende verdier for x(t) og y(t), samt en graf som beskriver bevegelsen.
- vi. Dersom Tracker har vanskeligheter med å finne igjen objektet (f.eks. ved dårlig fargekontrast mellom objekt og bakgrunn, eller fordi enkeltbildene er uskarpe), kan du få feilmeldinger som vist i figuren under:



- vii. (Venstre): Du kan akseptere Tracker sin "gjetning" med ______, eller markere manuelt hvor objektet befinner seg ved å trykke Shift og klikke på objektet. (Høyre): Hvis Tracker ikke finner objektet, kan du utvide rammen rundt objektet, eller manuelt angi objektets plassering med Shift + klikk på objektet. Får du mange slike feilmeldinger, er det lettere å bruke manuell "tracking".
- 9. Måle skråplanets helningsvinkel (hvis ønskelig): Dersom du ønsker å bruke Tracker til å måle helningsvinkelen (i stedet for å bruke en fysisk gradskive eller faktiske

lengdemålinger), velger du i hovedmenyen Track, New ▶ Measuring Tools ▶ Protractor. Dra vinkelspissen til ønsket posisjon, dra det ene vinkelbenet i horisontal retning og det andre langs skråplanet - den målte vinkelen vises da på skjermen. Se figuren under.



- 10. Grafisk analyse av bevegelsen: Nå som vi har x(t), skal vi be programmet tilpasse en posisjonsgraf til bevegelsen langs skråplanet, og så kan vi ut fra denne finne akselerasjonen a_x langs skråplanet.
 - (a) Som standard viser grafen x(t), som er det vi ønsker i dette tilfellet. Dersom en annen størrelse vises på y-aksen (f.eks. y(t)), trykk på variabelnavnet på y-aksen (f.eks. $\underbrace{\$}_{\text{og velg}}$ og velg $\underbrace{\$}_{\text{x position } \times \text{ component}}$).
 - (b) Høyreklikk på grafen og velg Analyze... Dette åpner vinduet som figuren under viser:



- (c) Trykk på knappen Analyze og velg Curve fits for å tilpasse en posisjonsgraf til datapunktene:
 - i. Vi vet fra kinematikken at posisjonsgrafen blir (ideelt sett) en parabel. Vi velger derfor Fit Name: Parabola, og programmet tilpasser en parabel x(t) = $At^2 + Bt + C$ - se figuren under:



- Programmet vil tegne inn den tilpassede parabelen med fargen spesifisert over.
- iii. For et legeme som ruller uten å gli fra en utgangsposisjon x_0 med startfart v_{0x} , er posisjonen gitt ved x(t) =

Fysikk bachelor ingeniør

 $x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_xt^2$ (med positiv x-akse langs skråplanet, slik vi har brukt i Tracker). Det er altså koeffisienten A foran t^2 -leddet for parabelen som gir oss a_x , slik at $\frac{1}{2}a_x = A \Rightarrow a_x = 2A$.

- iv. I eksemplet over får vi tallverdien $a_x = 2 \cdot 0,4215 \approx 0,84$ (enhetene bestemmes av hvilke enheter vi har lagt inn for lengdemålinger; vi valgte tidligere meter, slik at a_x har enhet m/s²).
- 11. Lagring og eksportering av filer: Tracker kan lagre forskjellige filformater, som fyller ulike formål:
 - (a) Hovedmeny File, Save Tab as...: dette lagrer en fil i formatet .trk, som er en ren XML-fil med informasjon om videoanalysen (datapunkter osv.).
 - (b) Hovedmeny File, Save Project as...: dette lagrer en fil i format .trz, som er en komprimert (zippet) fil som inneholder .trkfilen samt videofila, samt noen hjelpefiler.