

Projektbeskrivning: identifiering av träffögonblick vid skottrampsträning inom ishockey med hjälp av faltningsneuronnät

Examensarbete inom datalogi, grundnivå, 2018

Jonas Nockert, nockert@kth.se

Uppdragsgivare: Johnny Nilsson (GIH),

Handledare: Mårten Björkman (KTH),

Examinator: Lars Arvestad (SU)

Augusti 2018

Bakgrund

För att bli en bra målskytt inom ishockey uppmuntrar Svenska Ishockeyförbundet (2018) spelare att skjuta minst 100 skott om dagen. Tiden på isträningen räcker inte till detta och det är numera vanligt att klubbar och spelare på alla nivåer bygger skottramper (se figur 1) och använder dem för daglig träning.

Idrottsforskaren Johnny Nilsson har tillsammans med kollegor på Dalarna University filmat skottrampsträningar (figur 2) och manuellt analyserat resultatet för att få grundläggande statistiska mått vad gäller träffbilder. Denna metod har visat sig mycket tidskrävande, dels för att det snabbt blir väldigt många skott att analysera och dels för att det är svårare än det först verkar att bestämma träffpunkten med hög precision, något som kan ses i figur 3.

Nilssons problem gav 2017 upphov till ett MVK-projekt på KTH och en prototyp som visade att det bör vara möjligt att automatisera processen med



Figur 1: Exempel på skottrampsträning utomhus (YALE Womens Hockey's Blog).

precision som närmar sig motsvarande manuell analys om filmer med hög upplösning och hög frekvens används som källmaterial.

Ett av grundstenarna vad gäller att precist avgöra en pucks träffpunkt är att position måste bestämmas i tre dimensioner. Med ett tänkt plan parallellt med målburens framsida, längs mållinjen, så är det endast när en puck passerar planet (i rätt riktning¹) som dess koordinat ska registreras. Om registrering sker framför eller bakom planet så påverkas precisionen negativt.

En vanlig kamera fångar bara två dimensioner och även om det ibland är möjligt att återskapa tre dimensioner hos vissa objekt genom deras geometriska egenskaper så låter sig detta inte göras med en hockeypuck som rör sig 30 m/s. Med andra ord – även om det skulle forskas fram en perfekt algoritm för att följa en hockeypuck i två dimensioner så går det ändå inte att avgöra *exakt* när pucken passerar mållinjen² (se figur 4).

¹ Puckar kan t.ex. rulla ut eller träffa andra puckar inne i målburen och få dem att studsa



Figur 2: Bildruta från videoinspelning av skottrampsträning. Duken är en prototyp, anpassad för manuell analys. Kamerans placering bakom spelaren är inte optimal för automatisk analys då spelaren och spelarens klubba ibland skymmer träffpunkten. För automatisk analys är det bättre att placera kameran på sidan framför spelaren, i en vinkel mot målet.

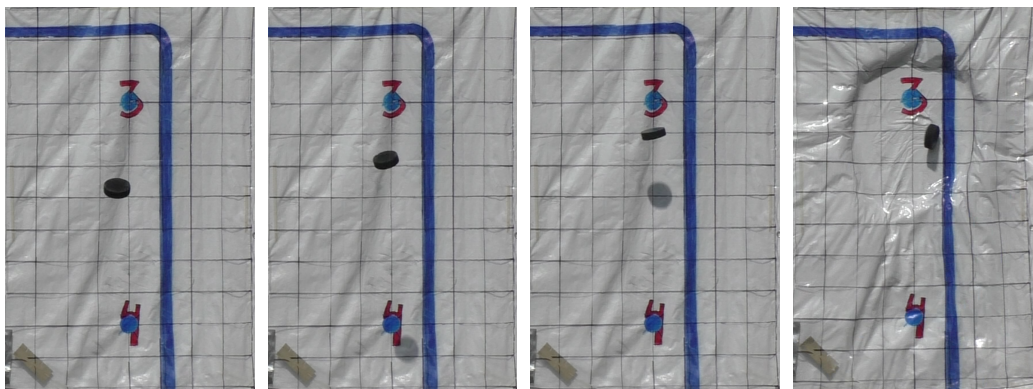
Nilssons lösning är att låta pucken träffa en tålig duk som motsvarar planet parallellt med mållinjen. En pragmatisk och kostnadseffektiv metod, väl anpassad till att skottrampsträning ofta redan genomförs med hjälp av duk (se figur 1 och 5). Övergripande skulle en automatiserad process då kunna brytas ned i tre steg, alla med avgörande påverkan på analysens kvalitet:

1. Hitta dukens koordinatsystem givet godtycklig kameraplacering.
2. Hitta bildrutan då pucken träffar duken.
3. Hitta puckens koordinater i denna bildruta utifrån ovanstående koordinatsystem.

Det här arbetet kommer fokusera på steg 2. Eftersom det visuellt är relativt lätt att se skillnaden mellan när pucken bara färdas framför duken och när den verkligen träffar (se figur 3 och figur 6) så verkar det rimligt att någon

ut.

²Givet att inte kameran är riktad längs mållinjen men då går det inte längre att avgöra puckens koordinat relativt målburens hörn.



Figur 3: Även manuellt kan det vara svårt att avgöra exakt var pucken träffade duken. Det gäller att försöka uppskatta avståndet i centimeter till den målpunkt som spelaren försökt träffa, här nummer 3. Rutnätet, 10×10 cm är till för okulär kvantifiering av träffdata (utsnitt ur träningsserie, filmad med videokamera i 60 fps).

form av datorseende skulle kunna vara lämpligt att använda.

Det finns dock flera komplicerande faktorer, följande har t.ex. observerats på filmer från skottrampsträning:

- Allt som rör sig är inte pucken som träffar duken. Om inget annat så rör sig pucken framför duken innan den träffar men det är också troligt att duken inte helt slutat röra sig efter föregående träff (se Nockert, 2018). Utomhus kan vind få duken att bölja. Inomhus kan vibrationer i golvet orsaka skakningsoskärpa (vilket innebär rörelse i hela bilden).
- Solljuset varierar över tid och skapar reflektioner i duken. Skuggor från träd, moln och fönsterbågar kan röra sig över duken. Humlor och löv kan flyga framför duken.
- Om pucken träffar ett hörn rör sig duken väldigt lite jämfört med en träff i mitten. Utan någon form av kalibrering är inte spannet känt och det är inte uppenbart hur det går att avgöra om en rörelse är tillräcklig för att motsvara en träff, speciellt som skottet helt kan ha missat duken.
- Form och storlek på en puck är inte visuellt konsistent under rörelse. I en viss betraktningvinkel ser den ut som en cirkel, i andra vinklar som en ellips eller en tunn rektangel. Det är på så sätt svårt att definitivt avgöra om något är en puck eller inte. Hårda skott gör att pucken får rörelseoskärpa även med högre inspelningsfrekvenser.



Figur 4: I två dimensioner är det svårt att bestämma var pucken korsar planet längs mållinjen och målburens framsida.

- Det kan finnas fler än en puck i bild. Puckar blir framförallt liggande runt målet men de kan också glida eller rulla på marken många sekunder efter de träffat duken.

På grund av puckens form sker studsens mot duken inte kontrollerat och därför är det viktigt att försöka identifiera en bildruta så nära tidpunkten då pucken först träffar duken.

Initialt verkade problemet kunna modelleras som ett (intressant) rörelsedetekteringsproblem där solljus, svängningar i duken och puckens flykt innan träff tillhör bakgrundsmodellen och träffbilden tillhör förgrund. Rörelsedetektion visade sig dessvärre vara ett relativt svårt område inom datorseende och det är inte triviala fall som måste hanteras här. Framförallt är inte syftet att tillförlitligt hitta *tidigaste* bildrutan där rörelse upptäcks och det är inte uppenbart hur en lösning med den här metoden skulle kunna vara till hjälp i letandet bakåt efter bildrutan av intresse.

Problemet verkar också kunna modelleras som ett binärt klassificeringsproblem där bildrutor antingen visar en duk som ännu inte träffats av pucken eller en duk som precis träffats av pucken. Ett faltningsneuronnät kan då tränas på dessa två situationer och ge en modell som svarar mot sannolikheten att en bild är en träff eller en icke-träff.

Givet att varje skott är tidsmässigt avgränsat från andra skott så är hypotesen att bildrutorna i princip skulle kunna behandlas sekvensiellt och första bildrutan som modellen klassificerar som träff vara bildrutan i vilken puckens position ska bestämmas. Hypotesen är också att bilderna i *båda* kategorierna kommer variera i termer av solljus, duksvängningar, puckar i rörelse, etc. att neuronnätet kommer bortse från detta i klassificeringen.

Syfte

Undersöka hur väl faltningsneuronnet svarar mot bestämning av tidpunkt för träff av hockey puck mot målduk (steg 2 ovan) jämfört med manuellt identifierade tidpunkter. Detta inkluderar att undersöka i vilken grad modellen blir invariant mot förändringar som visuellt skiljer sig från de orsakade av att en puck träffar duken.

Kan tidsstämplingen göras mer tillförlitlig under verkliga omständigheter bör kvaliteten på den automatiska analysen öka avsevärt. Framför allt finns en önskan om att minimera antalet identifikationer med stor tidsavvikelse, något som kan leda till att träffen placeras långt (meter snarare än centimeter) ifrån den faktiska träffpunkten.

Målet här är inte en perfekt algoritm utan en algoritm med kända prestanda gentemot noggrann manuell analys, samt statistisk referensdata så att förbättrade algoritmer kan jämföras med resultaten från den här studien i framtiden. Syftet, i förlängningen, är att möjliggöra forskning inom ishockeyträning baserad på stora mängder träningsdata över tid samt bilda för produkter för systematisk precisionsträning med hjälp av skottramp.

Metod och teknik

Arbetet är av utforskande karaktär och är tänkt att utmynna i en algoritm med kvantifierad prestanda. Arbetsmomenten består av datainsamling såväl som teoretiska och praktiska undersökningar:

- skapa referensdata genom att spela in filmer från skottrampsträning, noggrant manuellt analysera dem vad gäller tidpunkter för träff samt klassificera bildrutor som antingen träffar eller icke-träffar.
- hjälpa till att ta fram en duk som underlättar automatisk analys av skottrampsträning,
- med hjälp av Python, Tensorflow, Keras och OpenCV undersöka skapande av faltningsneuronnet för binär klassificering av bilder från skottrampsträning.
- sätta samman metoder för bildbehandling och bildanalys med neuronnet till en algoritm som kan valideras praktiskt genom applikation

på referensfilmer och jämföras med tidpunkter från manuell analys med hög temporal och spatial upplösning ("gold standard"),

Avgränsning

Det är inom ramarna för detta arbete inte rimligt att hysa någon förhoppning om att skapa en perfekt algoritm. Därför kommer i första hand högnivå-metoder som redan finns implementerade i Keras och OpenCV användas snarare än att utveckla specialanpassade metoder på låg nivå.

Arbetet utförs med antagandet att steg 1 hanteras så nära perfekt som möjligt och att steg 3 är relativt enkelt givet att bildrutan för träff är identifierad. Det antas med andra ord att steg 3 enbart behöver använda en tidpunkt/-bildruta som indata för att bestämma puckens position. På så sätt behöver beslut i det här arbetet inte beakta eventuell intern nytta i de andra stegen.

Planering/tidplan

Kursen kommer läsas i halvfart HT18. Kursen i vetenskaplighet som ingår i uppsatsarbetet slutfördes under VT18. Uppsatsen skrivs på engelska.

September

- Övergripande undersöka domänen för faltningsneuronnät och binär klassificering. Teori, metoder, problem och möjligheter i relation till ovanstående. Samla relevanta källor.
- Undersöka domänen kring skottrampsträning för att i sin tur, i samarbete med Johnny Nilsson, ta fram en målduk och metod för mätning som väger in den algoritmiska komplexiteten på en datorseendelösning (mycket av det är redan gjort under sommaren 2018).
- Skriva på uppsatsens bakgrund.
- Använda mobilkamera för att spela in filmer för att få initial tränings-, validerings- och testdata samt utvärdera utformning på målduken (mobil är den tänkta enheten för framtida träningsprodukter och borde också kunna vara ett enkelt och tillgängligt forskningsverktyg).
- Analysera filmer manuellt och klassificera bildrutor.

Oktober

- Skriva syfte och begränsningar.
- Vid behov justera duk och mätmetod baserat på resultatet så här långt. Spela in nya filmer med skickliga hockeyspelare, etablera kompletterande referensdatamängd. Jämföra med de tidigare resultaten.
- Låna duk av Nilsson för att kunna spela in filmer under naturliga förhållanden med syfte att etablera referensdata vid olika väder, olika tider på dygnet, etc. (möjligen går det att använda filmer inspelade augusti 2018).
- Undersöka angreppssättet från det tidigare MVK-projektet, dels med avseende på analysmetod och dels med avseende på kvalitativt mått

för testning som väger in både koordinatförskjutning och tidsförskjutning gentemot referensdata.

- Utgå från grundläggande, generella metoder för binär klassificering tillsammans med Python och Keras, för att få en bättre bild av vad som måste hanteras specifikt för domänen.
- Skriva på metoddel och avhandlingsdel.

November

- Fortsätta undersöka metoder för neuronnät med hjälp av referensdata (inspelade filmerna från september och oktober, samt filmer inspelade vid tidigare tillfällen), speciellt i avseende på fall som uppkommer under naturliga förhållanden.
- Kompletta algoritmen med neuronnät som central komponent.
- Sammanställa resultat i form av en jämförelse med manuellt analyserade filmer, både vad gäller sammantagen avvikelse och vad gäller utliggare och extremfall.
- Skriva metoddel, avhandlingsdel, diskussionsdel och slutsatser.

December

- Skriva avslutning och abstract.
- Färdigställa uppsats.

Januari

- Presentation innan VT19 börjar.

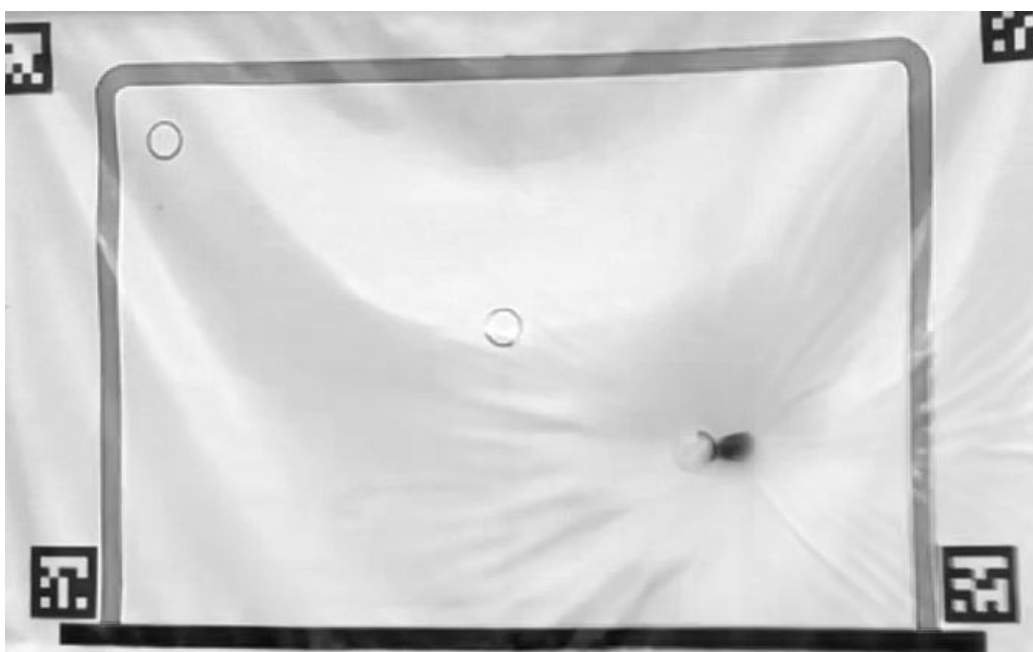
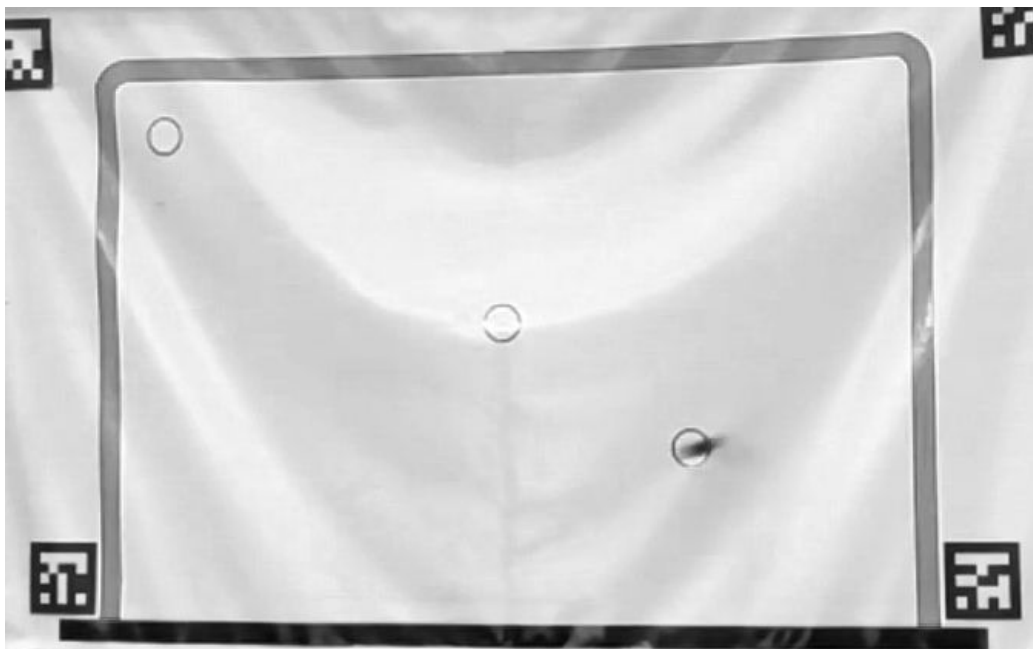
Referenser

Nockert, J. (2018). *Example of hockey shots on canvas for detection of puck hit location*. URL: <https://youtu.be/6ziLQnBb6bQ> (hämtad 2018-08-03).

Swedish Ice Hockey Association (2018). *Skottrampsträning*. Swedish Ice Hockey Association. URL: <http://www.swehockey.se/Hockeyakademin/Utbildningsmaterial/skottrampstraning/> (hämtad 2018-08-03).



Figur 5: Exempel på duk (hockeyshot.se).



Figur 6: Visuellt är oftast enkelt att skilja icke-träffar från träffar (utsnitt ur träningsserie, filmad med mobilkamera i 120 fps.).