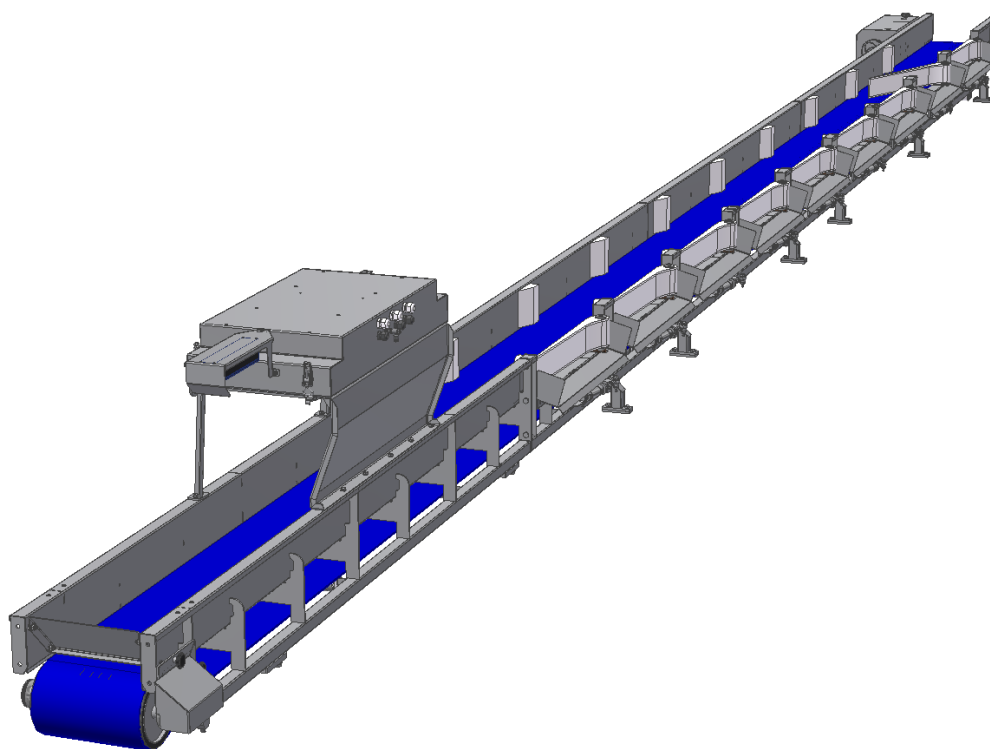


Arts-og størrelsesortering av fisk ved bruk av bildeteknologi

Rapport utarbeidet av: Eivind Storøy, 30.06.2020



Innhold

Sammendrag	3
Innledning	3
Problemstilling og formål.....	4
Prosjektgjennomføring	5
Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon	7
Hovedfunn	9
Leveranser:	9

Sammendrag

I dette prosjektet som har pågått i 2016-2020 var målet å gjenkjenne torsk, hyse og sei ved hjelp av bildetebehandlingsteknologi, og deretter sortere i binger etter art og størrelse. For å kunne gjennomføre dette var vi avhengig av singulert fisk, som også var en del av oppdraget. Gjennom prosjektet har vi utforsket mange ideer og bygd flere konsepter. Roboconcept var inne i starten av prosjektet, men ble byttet ut av Optimar sine egne eksperter på maskinlæring (vision). Vi har etter flere runder med konseptutvikling og testing kommet frem til et ledende konsept, som vi har utviklet til en ferdig prototyp.

I selve artsgjenkjenningsprogrammet ligger treffprosenten på 99,5%. Hva som til slutt ligger i bingene avhenger litt av regelmessig renhold av utstyr slik at 3D scan av fisk blir riktig, og om man har montert riktig skjerming på sensorer. Men det avhenger også av at fisken er singulert, da avskrapere ikke kan plukke ut en av to som ligger med overlapp, eller ved siden av hverandre. Kapasiteten på systemet er 1 fisk/sek.

Summary

We have been working on this project from 2016 to 2020. The purpose of the project was to determine the species and length of fish, using machine vision. The scope of species is cod, haddock, and pollock. A key factor for the system to work, is that the fish comes single into the system. In this project we have explored a lot of ideas and built several concepts. In the start of the project an external provider for the species prediction was involved, but later we replaced them with our own experts on machine learning and machine vision. After testing of several different concepts, we now have a working product.

The species recognition program now has a 99,5% accuracy on predictions. The end result in the bins are dependent multiple factors, like cleaning of the camera lenses. It is also important that the fish appear single on the conveyor, since the scrapers cannot handle fish side by side, or very close. Capacity on the system is 1 fish/sec with a fish length up to 800mm.

Innledning

Om bord i forskjellige fiskefartøy er det store behov for sortering av fisk etter art og størrelse. Dette gjelder trålere som kjører filet eller HG men også linebåter og snurrevad.

På trålere med filetlinje er det viktig å få både riktig art og størrelse på fisken som skal fileteres. For å få god utnyttelse av filétmaskinen må maskinen stilles inn for hver størrelse. På større båter løses dette ved å ha flere maskiner der hver maskin er innstilt til en størrelse. Sortering gjøres tradisjonelt av en rullsorterer som gir en ganske grov sortering.

På trålere med HG er det også viktig å få riktig art og størrelse. Der blir fiskene ledet i vertikale fryserer som inneholder forskjellige vektclasser. Dersom fisk kommer i feil vektclass, kan det gå utover markedsprisen på fisken.

På linebåter og snurrevad er det også behov for sortering etter fisken er bløgget. Det er da hel fisk som blir sortert etter art og størrelse.

Dersom det benyttes en marin vektgraderer må denne mates av to operatører. De tilrettelegger fisken i matesystemet, og bestemmer arten ved å legge fisken i korrekt matelomme. Deretter tar styresystemet til graderen over. Fisken blir fraktet over en vekt og informasjon om vekt og art benyttes til å sende fisken til ønsket lagringsbinge. Systemet er kostbart, manuelt og krever to operatører.

Det er stor interesse blant norske redere til å få utvikle et system som både kan gjenkjenne arten og bestemme størrelsen på fisken. Det vil da være mulig å spare de to operatørene som i dag betjener sorteringssystemet.

Prosjektet har som omfang å singulere den hodekappede fisken før den kommer til bildebehandlingsmodulen. Fisken blir da transportert singulert gjennom bildebehandlingsmodulen. Deretter skal bildebehandling avgjøre art og finne størrelse på fiskene. I løpet av ca 0,5 sek skal systemet bestemme art, størrelse og bestemme hvilken bingefisken skal sorteres i. Graderen vil da skånsomt skyve fisken i riktig bingefisken. Operatør kan da bestemme art og størrelse fra sitt skjermpanel og velge hvilken bingefisken ønsker resultatet i.

Prosjektgruppe:

- Emil Dale Bjørlykhaug
- Daniel Kvam
- Marius Nedrelid
- Vidar Pettersen

Styringsgruppe:

- Inge Halstensen
- Terje Hareide
- Eivind Storøy
- Ole André Tomren
- Erik Westre (historisk tilknytning)

Av prosjektdeltakere har det vært mange flere – takk for alle små og store bidrag.

Problemstilling og formål

Å gjenkjenne og sortere hvitfisk (torsk, hyse og sei) på art og størrelse ved bruk av bildebehandlingsteknologi.

Fordele de ulike sorteringene til egne binger.

Delmål

- Å utvikle programvare som setter sammen flere bilder av en fisk, tatt sekvensielt mens fisken transporteres forbi, til å bli et nytt bilde.
- Å foreta singulering av fisk slik at fisk leveres enkeltvis inn til bildebehandlingen.
- Å gjenkjenne fiskeart basert på bilde.
- Å fastsette størrelse basert på bilde.
- Å sortere fisken ned på binger basert på informasjonen fra bildebehandlingssystemet.

Prosjektgjennomføring

2016: Tidlig i prosjektet hadde vi en klar arbeidsfordeling mellom Optimar og Roboconcept. Optimar skulle utvikle singulering av fisk, lage transportører til systemet samt avskraping i binger. Optimar skulle også stå for automasjon/pls/skjermpaneler av systemet. Roboconcept skulle da utvikle artsgjenkjenningsmodulen med både hardware og software som skulle sende data til vårt styresystem. I tillegg til dette hadde Optimar ansvar for at fisken kom singulert til artsgjenkjenningsmodulen. Testing av singulering med transportører og børster for å kunne skape et gap mellom fiskene ble satt i gang. Samtidig ble Roboconcept engasjert til å lage artsgjenkjenningsmodul som skulle settes på vår transportør.

2017: Testene fra året før ble videreført med singulering. Det viste seg å være meget komplisert å få til dette på en mekanisk metode der vi får en bulk av fisk som skal singuleres en og en. Noe av de største utfordringene var at stor og liten fisk av forskjellig art som går i hverandre, er vanskelig å singulere med en mekanisk løsning. Etter avtale med Halvstensen ble vi enige om at singulering gjøres i hodekapperen, der en og en blir matet manuelt. Denne blir deretter holdt singulert helt frem til kameramodulen. Vi gjennomførte tester på land med torsk, hyse og sei, med brukbare resultater på størrelse, men mindre bra på art. Vi hadde likevel håp om at dette ville forbedre seg med læring av systemet. Det ble også testet avskraping og timing av det på land med gode resultater.

Det ble gjennomført installasjon av to linjer om bord i Granit i løpet av høsten 2017. Det ble satt i gang testing på prøvetur med varierende resultat. Det viste seg at artsgjenkjenningen ikke var optimal ennå.

2018: Det var flere turer på Granit både med personell fra Optimar og Roboconcept for å få anlegget opp å gå med en tilfredstillende artsgjenkjenning. Vi hadde en rekke problemer, spesielt med lys som ikke holdt IP-klasse, og problemer med kamera og fokus. Etter en rekke runder med forbedringer av utstyr og prøveturer der vi skulle forbedre resultatet, var vi fortsatt ikke i mål. Det viste seg likevel at Optimar sin leveranse fungerte godt både mekanisk og automasjonsmessig. Display, valg og timing med avskrapere fikk vi etter hvert kontroll over slik alt var i god stand. Hovedproblemet var at Roboconcept ikke klarte å levere god nok gjenkjenning. Treffprosenten var på rundt 60-70%. Dette var alt for dårlig, og Granit kunne ikke bruke et såpass lite treffsikkert system. I vårt oppsett er det mulig å dirigere fisken manuelt i en bing av gangen, og dette ble løsningen for Granit når artsgjenkjenningen ikke fungerte slik som ble lovet

2019: I starten av 2019 ble det bestemt at Optimar selv skulle satse på maskinlæring og utføre disse oppgavene selv. Roboconcept ble da tatt ut av prosjektet og vi tok over alt selv og ansatte flere personer med kompetanse på maskinlæring. Dette viste seg å være et godt trekk for prosjektet da resultatene kom ganske fort. Vi måtte begynne på nytt igjen med nye bilder og kamerasystemer. Det ble valgt andre type kamera enn det som først var installert, basert på anbefalingene som kom fra våre egne nye maskinsyneksperter. Det ble gjort en stor jobb i finne riktig hardware og software for å erstatte Roboconcept sitt arbeid. Samtidig med dette ble det inngått nye kontrakter med båter som ville ha artsortering. Etter noen nye runder om bord i Granit har systemet blitt bedre og bedre. Vi har også måttet bytte ut en del komponenter og løsninger etter hvert.

2020: Halvstensen har vært veldig tålmodig og positive i hele prosessen tross alle problemene og utsettelsene som har oppstått underveis. I 2020 har Granit vært mye av sesongen på rekefiske som har gjort at vi ikke har kunnet fullføre testingen på en tilfredsstillende måte. Samtidig med dette har vi montert tilsvarende utstyr om bord i to norske linebåter. Der har det igjen blitt bekreftet hvor

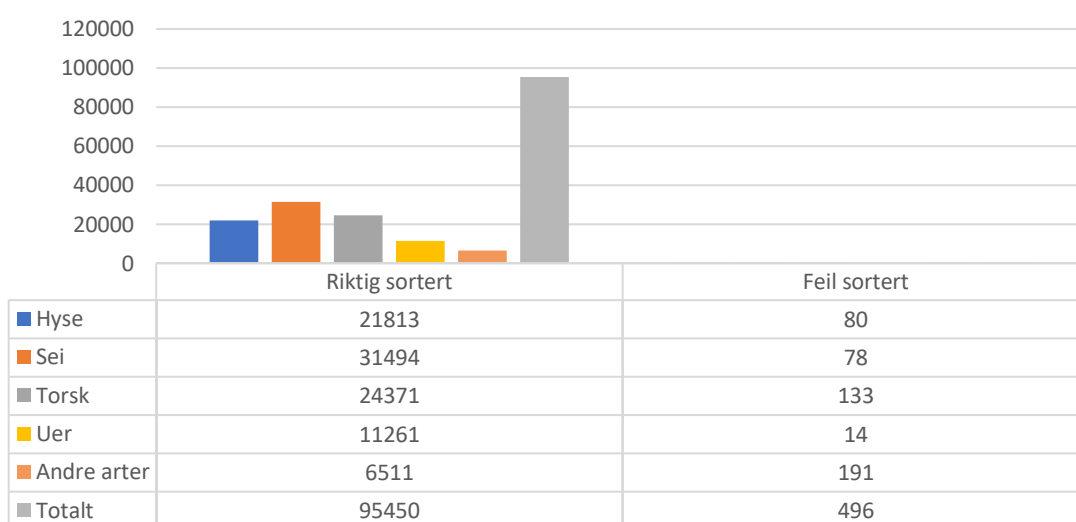
viktig det er å få fisken singulert før den entrer kamerasystemet. I selve artsgjenkjenningsprogrammet ligger treffprosenten på 99,5%. Hva som til slutt ligger i bingene avhenger litt av regelmessig renhold av utstyr slik at 3D scan av fisk blir riktig, og om man har montert riktig skjerming på sensorer. Men det avhenger også av at fisken er singulert, da avskrapere ikke kan plukke ut en av to som ligger med overlapp, eller ved siden av hverandre. Det var også et problem med signalforstyrrelser tidligere, slik at avskrapere lukket seg for sent, eller for tidlig.

Slik systemet fungerer nå sorterer den fisk på art og størrelse (lengde). Vi har hatt fokus på å sortere torsk, hyse og sei, men ser at også andre arter lett lar seg gjenkjenne om vi legger arbeid i sortering og maskinlæring av disse.

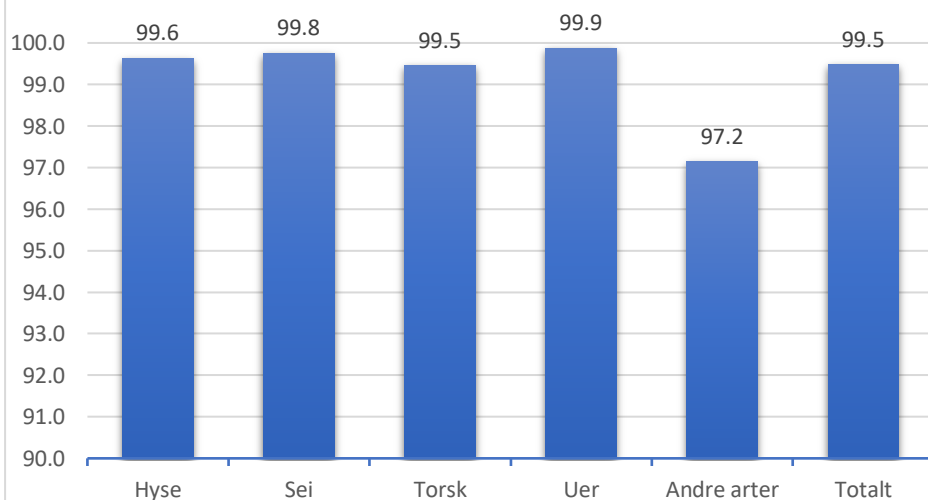
Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

Utgangspunktet var at systemet skulle gjenkjenne minst 98% av torsk, hyse og sei. Dette har vist seg at det er mulig å gjøre med god margin. Resultatet i selve kameramodulen har en meget høy treffprosent, mens i selve sorteringen til bingene er noe lavere. Kameramodulen registrerer singulerte fiske med treffprosent på 99,5-99,9%. Datagrunnlaget er veldokumentert da vi har over 95.000 bilder av fisk. Grunnen til at vi ikke har så høy sortering i bingen er stort sett at noen fisker ikke kommer singulert. Dette er delvis at operatør kan ha problem med å hodekappe eller bløgge fisken i jevnt nok tempo slik at fisker ligger på hverandre. Dette problemet kommer til å bli bedre med erfaring hos operatøren. Gode rutiner med vasking av linse/skanner og god skjerming påvirker resultatene positivt. Kapasiteten på systemet er 1 fisk/sek ved fisk opp til 800mm lengde. Ved større fisk går kapasiteten noe ned.

Antall fisk riktig/feil



Treffprosent art



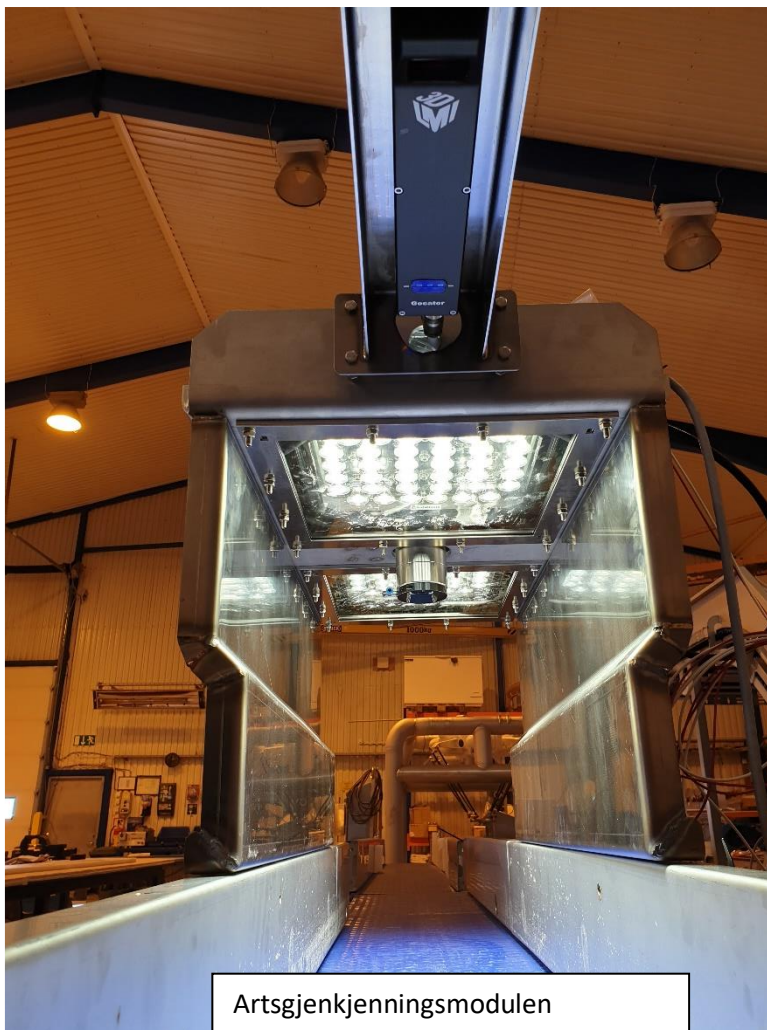
Bilder:



Sortering av Uer på Granit



Sortering av Torsk på Granit



Artsgjenkjenningsmodulen

Konklusjon

Vi har med artsgjenkjenningen oppnått et meget bra resultat på sortering av fisk. Hovedoppgaven var å kunne artsortere torsk, hyse og sei med en treffprosent på minimum 98%. Dette har vi klart med god margin. Vi har også kunne identifisere utkast som lever, rogn, fragmenter etc. I tillegg til dette har vi også klart å identifisere flere arter med god treffprosent. Gjennom erfaring, prøving og feiling har vi kommet frem til et oppsett der vi har et kompakt og fleksibelt system for atsgjenkjennig. Det har vist seg å fungere like bra på både hodekappet fisk som på hel bløgget fisk.

Gjennom en lang erfaring med både ekstern og intern kompetanse på makinlæring har vi nå full kontroll på hele prosessen selv. Dette har gitt prosjektet en mer smidig gjennomføring der vi raskt kan rett opp i feil, og hjelpe kunden raskt med problemer som kan oppstå.

Nytteverdien for dette produktet er stor da det kan erstatte dyrere løsninger som krever flere operatører. Vi ser også muligheten å bruke data fra artsortering til å føre diverse statistikk og oversikt over fangsten på fartøyene.

Prosjektet har ledet til et nytt produkt tilgjengelig for hele næringen, og Optimar har oppnådd kompetanseheving innen artsgjenkjenning av fisk. Vi tror at næringen vil se økt verdi på sine produkter ved å bruke Optimars artsgjenkjenning. Det har vist seg å være en stor interesse for dette produktet i markedet. Produktet som er utviklet er viktig for Optimar å ha i sin portefølje for å kunne være en fullverdig tilbyder i markedet.

Hovedfunn

- Nøyaktighet på artsortering på 99,5%
- Både hodekappet og hel bløgget fisk lar seg kjenne igjen.
- Torsk, hyse, sei, uer og flere arter lar seg kjenne igjen.
- Kapasitet på 1 fisk/sek.
- Singulering av fisk er nødvendig for å oppnå et godt resultat.

Leveranser:

- Møtereferater
- Avviksrapport
- Fysiske installasjoner
- Administrativ sluttrapport
- Sluttrapport
- Faktaark
- Populærvitenskapelig artikkel