

MASKINER KAN OVERTA VRAGING I KLIPPFIŠKNÆRINGEN

Maskiner med eksempelvis online røntgen, 2D og 3D maskinsyn kan overta vrakerens rolle i klippfiskproduksjonen. Det er en foreløpig konklusjon fra SINTEF Fiskeri og Havbruk som har gjennomført et forprosjekt for FHF (prosjekt 900556) og Norges forskningsråd. Teknologien er forsøkt, nå gjelder det å finne leverandører av blant annet online røntgenutstyr og sette sammen en produksjonslinje som virkelig fungerer.

Klippfiskvrakeren er en ressurs for bedriften, men utgjør samtidig et sårbart punkt. En skal ha jobbet lenge i produksjonen for, i løpet av sekunder, å avgjøre den ferdige klippfiskens videre skjebne, enten som «superior» eller «primeira». I dagens arbeidsmarked er det heller ikke lett å finne personell som er villige til å ta den interne opplæringen og basere seg på et langvarig arbeidsforhold i bedriften.

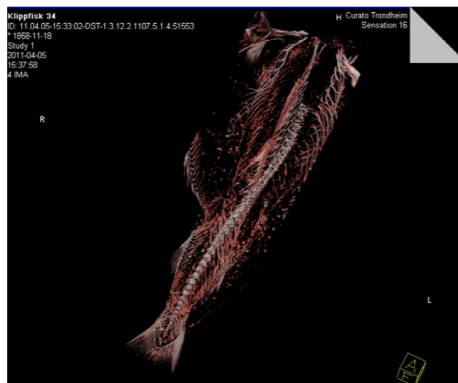
Maskinelle øyne

Dette er en utfordring de fleste klippfiskbedrifter står overfor og derfor ble SINTEF Fiskeri og Havbruk engasjert til et forprosjekt der formålet var å vurdere om maskinsyn kan erstatte manuell kvalitets-sortering av klippfisk. Resultatene fra dette forprosjektet skal tjene som et beslutningsgrunnlag for en eventuell videre utvikling av en komplett sorteringslinje.

Vanninnhold i klippfisk er et viktig kvalitetskriterium, men dette er imidlertid holdt helt utenfor denne rapporten. Det er tidligere utviklet kommersielt tilgjengelig utstyr (Q-vision) for automatisert måling av vanninnhold i klippfisk, og en evaluering av instrumentet er omtalt på annet sted i dette heftet.

Måtte inkludere røntgen

Et parti klippfisk ble først klassifisert av en erfaren vraker og dannet utgangspunkt for det som ble forskernes «fasit». Senere den samme fisken analysert ved bruk av 2D og 3D maskinsyn. Her viste det seg at maskinsyn trolig kan bidra til å sortere med hensyn til de fleste kvalitetsparametere. Lengden av ryggbeinet er en viktig kvalitetsparameter og det ble derfor nødvendig å inkludere røntgen.



Klippfisk scannet i 3D CT-røntgen.

Maskinsyn

2D maskinsyn

2D er ikke stort annet enn et fotografi, slik vi kjenner det i vårt private liv. Digitalt kan imidlertid bildet databehandles for å separere ut det man ønsker.

Farge

Klippfiskens grunnfarge (minus svarthinne) alene, viste seg å være en for svak egenskap til å kunne brukes for klassifisering. Forklaringen til dette ligger i at metoden baserer seg på gjennomsnittlige fargeverdier (hele fisken minus svarthinne) slik at eventuelle lokale variasjoner i farge på ulike fisker ikke kom fram etter at fargen ble midlet over hele fisken.

Segmentering

Det var relativt enkelt å segmentere hele klippfiskens fra bakgrunnen ved flere fargekanaler eller kombinasjon av disse. Dette er viktig når en skal analysere hele fisken (inklusive svarthinne) som ved for eksempel 2D fasong og klippfiskens oppbygning.

Segmentering av svarthinne fra 2D-bildene var noe mer utfordrende, men ved å velge en riktig tersklingsteknikk ble resultatene meget gode. Scatter-

bildet fra 3D-kameraet var også en effektiv måte å segmentere klippfiskens grunnfarge (minus svarthinne) på.

Fasong

Klassifisering med hensyn på mulige forskjeller i fasong mellom sortido- og superiorfisk var blant annet basert på geometriske parametere (rundhet, areal, lengde, bredde, og forholdet mellom disse) resulterte i en god nøyaktighet. 90 prosent av fisken ble klassifisert riktig. Mye tyder på at fisk med vridd hale best kan detekteres ved å bruke 3D-kamera, i og med at man både får en effekt i scatterbildet (skinn er forskjellig fra muskel) og på 3D-profilbildet (høydeforskjell).

Flekker

Fargeanalysen av 2D-bildene var robust nok for deteksjon av flekker (lever- og blodflekker). Delta-E metoden, som beregnet fargeforskjell mellom de «gode» og de «dårlige» pikslene som tilhører flekkene, viste seg å fungere bra. De pikslene som tilhørte flekkene ble automatisk markert i det originale bildet.

3D maskinsyn Scatterbilder, hull

Bruk av scatterbilder viste seg å være en effektiv metode for deteksjon av forskjellige typer vev og defekter i overflaten. Forskjeller mellom for eksempel muskel og hull, skinn (vridd hale), eller andre strukturer (vev) kan greit visualiseres.

3D-profilbilder

Foreløpig analyse viser at 3D-bildene kan være et effektivt hjelpemiddel for å detektere ujevnheter i overflaten. Disse kan, i kombinasjon med scatterteknik-

ken, detektere hull og muligens spalter i klippfiskens. Metodikken krever videre arbeid før vi kan si noe sikkert om nøyaktigheten av slike målinger.

Røntgen

Planrøntgen

Det ble benyttet et Siemens røntgeninstrument ment til medisinsk bruk, og laget en algoritme som regnet ut lengden på ryggbeinet og som deretter sammenliknet denne med lengden av hele klippfiskens. Da lengden av ryggbeinet er en viktig kvalitetsparameter, ble det laget et kriterium for automatisk kvalitetsgradering basert på forholdet mellom lengden av klippfiskens og lengden på ryggbeinet.

Grensene ble satt ved å sammenligne med «fasit», i dette tilfellet vrakerens gradering av forsøksfisken. Ut i fra det begrensede antallet fisk som ble analysert kan vi konkludere med at både automatisk deteksjon og gradering mellom superior og sortido fungerte godt.

Online linjescan røntgen

Det ble også tatt bilder med en linjescan røntgenmaskin av typen Ishida IX-GA-2475. Informasjonen ble deretter behandlet av de samme algoritmene for automatisk deteksjon av ryggrad og videre gradering. Resultatet viser at bildekvaliteten er betydelig dårligere på grunn av lavere oppløsningen i på røntgenbildene i linjescanmaskinen. Det ble vanskeligere å detektere riktig lengde av ryggbeinet, men optimalisering av algoritmene vil trolig kunne løse dette problemet.

CT røntgen

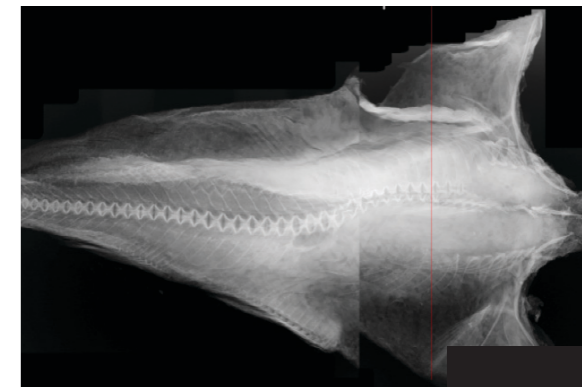
Bruk av CT røntgen er lite aktuelt til vårt formål her fordi en måling per fisk tar 2-5 min og at instrumentet koster flere millioner kroner. Metoden er likevel benyttet her for på generelt grunnlag å kunne vurdere hvilke muligheter en har for å studere ulike organer og for å klassifisere fisk basert 3D bilder.

Automatisk sortering mulig

SINTEF Fiskeri og Havbruk har i dette forprosjektet vist at det er mulig å detektere og automatisk sortere klippfisk med hensyn på form (omriss), og kvalitetsfeil som blodflekker, leverflekker, misfargede områder, lyshet og farge ved bruk av 2D maskinsyn. Langt ryggbein i den fremre delen av klippfiskens, samt spalter/sprekker i fisken, var to kvalitetsfeil som ofte gikk igjen ved manuell nedklassing til sortido. Dette er kvalitetsfeil som ikke enkelt lar seg detektere bare ved bruk av 2D maskinsyn, men som løses med kombinasjonen av teknologi. Dermed kan man konkludere med at det i prinsippet synes mulig å erstatte vrakerne med teknologi for automatisk sortering av klippfisk.

Oppklaring ved trimming

Vrakeren kommenterte ofte ved manuell sortering at enkeltfisk relativt enkelt kunne oppgraderes til «superior» ved trimming, eller ved å skjære bort enkelte mindre områder med tydelige kvalitetsfeil. Dersom klippfisk skal kunne sorteres automatisk, bør det lages algoritmer som gjør det mulig at fisk med relativt små kvalitetsfeil kan sorters ut for trimming og oppgradering. Noen ganger er det kun en type kvalitetsfeil som fører til nedklassing, mens andre ganger er det to eller flere feil som i sum fører til nedklassing. Sintef ser for seg at problemstillingen kan løses blant annet ved at en kan gjøre det mulig å sette passende grenseverdier for hver enkelt kvalitetsparameter, som eventuelt kan vek-



Over en sortido slik maskinen ser den på røntgen, med langt ryggbein



Slik ble maskinsynet gjennomført med 2D og 3D kamera i kombinasjon med laser.

Kvalitetsfeil	Prosent av alle feil
Avrevet ørebein	2
Blodflekker	13
Brettet eller vridd fisk	6
Leverflekker	9
Restbein (foran)	21
Rundspord	8
Skade i buk og hale	8
Skade eller stygt nakkekutt	6
Spalter, sprekker eller hull	20
Ujevn eller stygg overflate	7
Tynn fisk	3

Manuell kvalitetssortering. Oversikt over parametre som førte til nedklassing av et parti klippfisk (n=98). Ofte var det flere tilfeller som til sammen medførte nedklassing fra «superior» til «sortido».

tes for en totalvurdering av fisken. Disse grenseverdiene bør være justerbare slik at de kan tilpasses den enkelte bedrifts behov.