



C 639

December 2021

AI som verktyg för klassificering av ostronyngel från havsbaserade kollektorer

Jens Wilhelmsson, Anna-Lisa Wrangle, Åsa Strand, Torbjörn Johansson

Författare: Jens Wilhelmsson, Anna-Lisa Wrangé, Åsa Strand, Torbjörn Johansson, IVL Svenska Miljöinstitutet

Medel från: Livsmedelsstrategin via Jordbruksverket och MarGen II (Interreg Dnr 6.6.6 – Ä 2019-557, samt från EUs H2020 forsknings och innovationsprogram (Grant agreement No 818173.)

Fotograf: Åsa Strand

Rapportnummer C639, December 2021

ISBN 978-91-7883-167-8

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2021**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

1	Inledning och bakgrund	3
2	Fotografering, DNA-analyser och algoritmutveckling	3
2.1	Fotografering och DNA-analys	3
2.2	Algoritmutveckling	4
2.2.1	Klassificera kollektorskörd	4
2.2.2	Artklassificering av ostron.....	5
3	Resultat	5
3.1	Klassificera kollektorskörd.....	5
3.2	Artklassificering av ostron	6
4	Diskussion och slutsats	8
5	Referenser.....	9
6	Bilagor	9

1 Inledning och bakgrund

Den här studien är en fortsättning och vidareutveckling av ett tidigare projekt (Wilhelmsson et al. 2020). I det tidigare projektet slogs det fast att det är möjligt att klassificera ostron som antingen *Magallana gigas* (fortsättningsvis endast Gigas) eller *Ostrea edulis* (fortsättningsvis endast Edulis) med hjälp av AI-baserad bildbehandlingsteknik. Ostronen som användes i det tidigare projektet hade tillåtits växa till sig under ca 11 månader i korgar efter att ha skördats från kollektorer och var även manuellt rengjorda innan fotografering.

Det långsiktiga målet med ostronklassificeringen är att kunna sortera ostron automatiskt direkt när de skördas från kollektorer, eftersom det är i det skedet som ostronodlare är i störst behov av en sortering. Genom att sortera ostron direkt vid skörd från kollektorer säkerställs även att inga ostron hunnit bli köns mogna och därför heller inte hunnit föröka sig. Att sortera direkt från kollektor innebär dock att ostronen som ska klassificeras kommer vara blandade med kalkrester från kollektorerna, samt diverse havslevande organismer i form av marin påväxt. Därför behöver klassificeraren inte bara kunna se skillnad på olika ostronarter utan även identifiera vad i skörden från kollektorerna som är ostron och ej.

2 Fotografering, DNA-analyser och algoritmutveckling

2.1 Fotografering och DNA-analys

Fotograferingen av ostron skedde vid Kristinebergs marina forskningsstation. Ostronens fram- och baksida fotograferades mot svart bakgrund under liknande ljusförhållanden. Även det som skördades från kollektorerna som inte var ostron, till exempel kalkbitar och påväxt, fotograferades.



Figur 1: Fem beskurna bilder från fotograferingen. Från vänster; Gigas framsida, Edulis framsida, Gigas baksida, Edulis baksida, kalkrest.

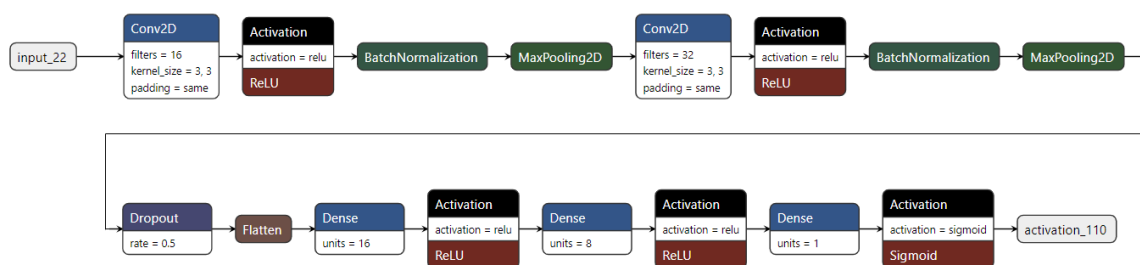
Totalt fotograferades 959 ostron (majoriteten på både fram- och baksida) och 159 övriga skördedelar från kollektorerna. DNA-prover togs på 100 av de fotograferade ostronen för att verifiera arttillhörigheten. Företrädesvis ostron som var svåra att klassificera manuellt valdes ut till DNA-provtagning. Även två prover på tydliga Gigas och Edulis provtogs som positiva

kontroller vid analys. Proverna skickades till Seanalytics där de analyserades med dPCR för att identifiera arttillhörighet enligt metoden som beskrivs i bilaga 1.

2.2 Algoritmutveckling

Ett artificiellt neuralt nätverk användes för båda delarna i projektet; för att klassificera skörden från kollektorerna som antingen "ostron" eller "övrigt" samt för att klassificera ostron som "Edulis" eller "Gigas". Nätverket var av typen Convolutional Neural Network och ser ut som i Figur 2. För en djupare beskrivning av hur neurala nätverk fungerar, se rapporten från det tidigare projektet (Wilhelmsson et al. 2020).

Nätverket implementerades och tränades i Python med hjälp av paketen Tensorflow och Keras.



Figur 2: Nätverksarkitekturen som användes i projektet, både för att skilja på ostron/övrigt samt Gigas/Edulis. Ett så kallat CNN (=Convolutional Neural Network) med två lager. För mer ingående förklaring om neurala nätverk, se rapporten från det föregående projektet.

2.2.1 Klassificera kollektorskörd

För att lära sig att se skillnad på ostron och övrig skörd så tränades ett nätverk på ett stort antal bilder av ostron och övrig skörd. Med andra ord två kategorier, där de gröna rutorna i Figur representerar ena kategorin och den röda rutan den andra.



Figur 2: Kategorierna som användes för att träna det neurala nätverket som klassificerade skörd från kollektorerna som antingen ostron (grön) eller övrigt (röd).

Totalt användes 159 bilder från varje kategori. Mängden bilder som kunde användas begränsades av antalet bilder från "övrigt-kategorin", där det endast fanns 159 bilder. Samma antal bilder från varje kategori används för att inte låta nätverket lära sig en sned fördelning vilket riskerar att göra



så att nätverket oftare tenderar att klassificera åt ena eller andra hållet. 75% av bilderna användes till att träna det neurala nätverket och resterande 25% till att utvärdera dess prestanda i efterhand.

2.2.2 Artklassificering av ostron

Likt metodiken för att se skillnad på ostron och övrig skörd så tränades ett nätverk på ett stort antal bilder av Edulis och Gigas. Med andra ord två kategorier enligt Figur 3. 1644 bilder användes för att träna och utvärdera nätverket, varav 1233 användes till träning och 411 till utvärdering av nätverkets prestanda.



Figur 3: De två kategorierna ostron som användes för att träna nätverket. Röda rutor: Gigas. Gröna rutor: Edulis.

3 Resultat

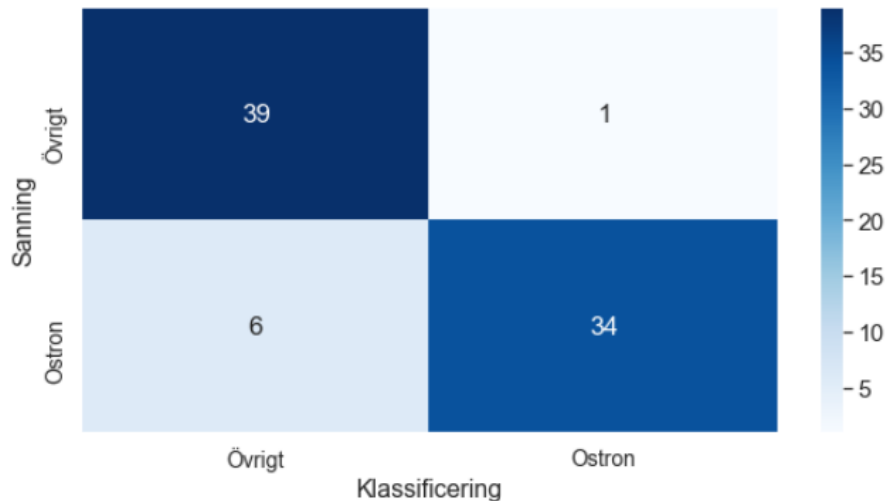
Klassificeraren av blandad kollektorskörd utvärderades på 80 bilder, varav 91,25% klassificerades korrekt. Artklassificeraren utvärderades på 411 bilder, varav 77% klassificerades korrekt.

Pythonkoden samt en färdigtränad artklassificerare av ostron som skapats i projektet finns bifogad i bilaga 2.

3.1 Klassificera kollektorskörd

För att utvärdera klassificeraren användes 80 bilder. Av dessa utgjordes 40 av bilder på ostron (blandat fram- och baksidor) och resterande 40 på övrig kollektorskörd. 91,25% av bilderna klassificerades korrekt. Av de 7 som klassificerades felaktigt utgjordes 1 av övrig skörd som klassificerades som ostron och 6 bilder av ostron som klassificerades som övrig skörd.

Av de 6 ostron som felaktigt klassificerades som övrig skörd utgjordes 5 av 6 av bilder på baksidan av ostron.



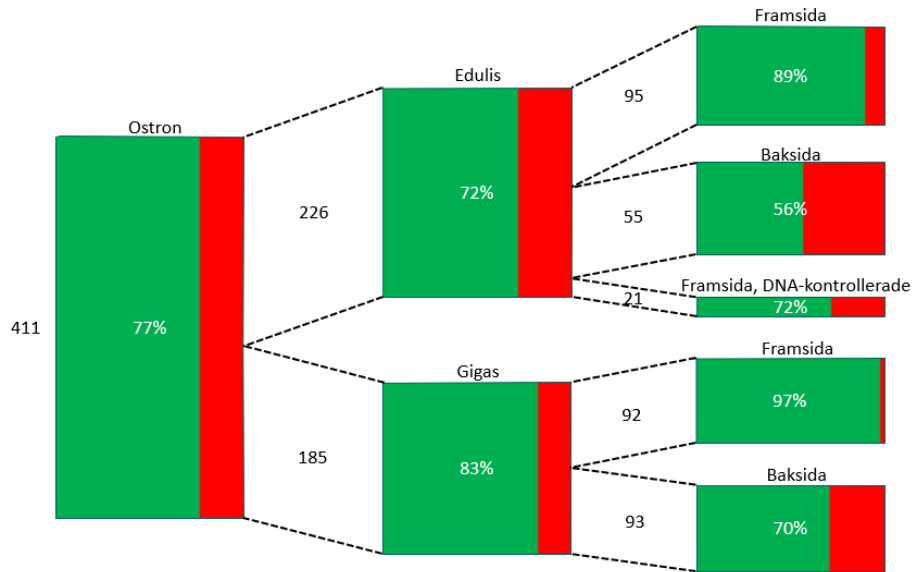
Figur 4: Resultatet av klassificeringen av blandad ostronskörd. Siffrorna representerar antalet bilder i respektive kategori. Till exempel är rutan längst upp till vänster med 39 bilder de som korrekt klassificerats som "övrigt". Drygt 91% av bilderna klassificerades korrekt. Majoriteten av de felaktigt klassificerade var ostron som klassificerades som övrig skörd.

3.2 Artklassificering av ostron

Av de 411 bilder som artklassificeraren utvärderades på så klassificerades 77% korrekt. Bilderna av Gigas klassificerades korrekt i något högre utsträckning (83%) än Edulis (72%). Bilder på baksidor av ostron klassificeras överlag sämre. Vid klassificeringen av baksidor av Edulis var prestandan endast 56% medan den för Gigas var något högre, 70%.

De DNA-kontrollerade bilderna visade sig uteslutande bestå av Edulis. Samtliga DNA-kontrollerade ostron var endast fotograferade på framsidan. Klassificeraren uppvisade något sämre prestanda på dessa bilder, 72% korrekt jämfört med 89% korrekt på framsidor av icke DNA-kontrollerade Edulis.

Prestandan för samtliga kategorier av ostron går att utläsa i Figur 5. Några exempel på ostron från de olika kategorierna visas i Figur 6 och 7.



Figur 5: Resultatet av artklassificeringen i flera steg. 411 ostron klassificeras här varav 77% korrekt. Gigas klassificeras i större utsträckning korrekt. Resultatet visar på stor skillnad i prestanda beroende på om det är fram- eller baksidan av ostronet som fotograferats.



Figur 6: Exempel på Edulis (vänster) och Gigas (höger), fotograferade från ovensidan.



Figur 7: Exempel på två Edulis-ovansidor vars arttillhörighet kontrollerats genom DNA-analys.

4 Diskussion och slutsats

Drygt 90% av skörden från kollektorn klassificeras korrekt som antingen ostron eller övrigt. Det är svårare för klassificeraren att se skillnad på ostron och övrig skörd när ostronen ligger upp och ner, sannolikt på grund av att ostronynglen ofta har kalkrester från kollektorer kvar på sina skal i detta skede. Det ska även tilläggas att sammansättningen av skörden från kollektorer kan variera ganska mycket. I det här projektet utgjordes "övrigt material" utöver ostron uteslutande av kalkbitar. Det kan förekomma annan typ av marin påväxt (ex blåmusslor, sjöborrar, fintrådiga alger, hydroider, sjöpungrar mm) i kollektorskördar som inte har ingått i just den här skörden. Baksidan av ostronen är ofta täckta av kalkrester vilket gör det svårt att skilja på rena kalkrester och ostronbaksidor. Om den "övrige skörden" skulle utgöras mer av något annat, exempelvis blåmusslor eller andra havslevande organismer, så skulle det sannolikt vara enklare att se skillnad på ostronbaksidor och övrig skörd.

Klassificeringen av ostronarter uppvisar en prestanda på 77%. Majoriteten av de ostron som klassificeras felaktigt är fotograferade bakifrån, där både Gigas och Edulis har kalkrester kvar på skalen från kollektorer. Att prestandan är något sämre på de DNA-kontrollerade ostronen kan förklaras med att de ostronen som DNA-testades var de som i projektet ansågs vara svåra att se vilken art de var, vilket återspeglas i klassificerarens resultat.

Sammanfattningsvis kan vi bygga vidare på slutsatsen från det tidigare projektet. Då var slutsatsen att det går att klassificera ostron som olika arter utifrån bilder med hög prestanda. Nu kan vi även slå fast att det går att, om än med något sämre prestanda, klassificera vad i skörden från kollektorer som består av ostron och även vilken art ostronen är av, direkt vid skörd från kollektorer.

Tidigare har det nämnts att målet med projektet är att bana väg för en ostronsorteringsmaskin som kan användas vid kollektorskörd. För att ta nästa steg till att tillverka en ostronsorteringsmaskin finns det några saker som är bra att ta med sig.

- För att uppnå bästa prestanda på sorteringen är det en bra idé att genom någon mekanisk lösning se till att inga ostron/påväxt överlappar vid fotograferingen. Detta för att underlätta för identifieringsalgoritmen och själva sorteringsförfarandet.
- Sorteringsmaskinen bör konstrueras så att ostronen och påväxten från kollektorer fotograferas i ett slutet utrymme eftersom ljusförhållandena då kan kontrolleras. Bilderna som ligger till grund för att träna de klassificerande neurala nätverken bör tas med samma kamera/förhållanden som den sedan ska användas i. Med andra ord bör kommande utveckling först handla om att bygga en sorteringsmaskin. Efter det bör bilder samlas in med sorteringsmaskinen vilka sedan kan användas till att träna upp de neurala nätverken.
- Alla bilder på ostron och övrigt marin påväxt som tas när sorteringsmaskinen används bör sparas och kategoriseras för att kunna användas till att förbättra sorteringsmaskinens prestanda.



5 Referenser

Wilhelmsson, J., Strand, Å., Wrangé, A-L., Hunter, K., Johansson, T. (2020). Klassificering av ostronyngel med hjälp av artificiell intelligens.

6 Bilagor

Bilaga 1. Artbestämning av ostronyngel med hjälp av digital PCR (Seanalytics)

Bilaga 2. Pythonkod samt färdigtränad ostronklassificerare.

