

# Fruitoo - Fruit Image Classification Model

Aina W. Goksøyr, Amalie Rege og Bodil Markhus, 15.11.2024

## BESKRIVELSER

### SCOPE

#### FRUITOO

I dette prosjektet har målet vært å skape en maskinlæringsmodell som vi kan være stolt av, og som virkelig inspirerer til å arbeide videre med maskinlæring. Gjennom prosessen har vi vært inne på flere ideer, og landet på en som var både spennende og interessant.

Ideen går ut på å bruke en image classification modell for å predikere hva input bildet er for noe. Vi siktet oss inn mot frukt basert på et datasett vi fant gjennom Kaggle.

Modellen kalles Fruitoo, og tar imot input i form av et bilde av en frukt - enten om det er et eget bilde eller fra internett, og produserer en prediksjon av hvilken frukt det er på bildet som output. Modellen er trent på en raffinert versjon av datasettet Fruits-262 (Minut, 2020), hvor vi valgte ut visse kategorier av frukt som vi var interessert i å ha med. Utgangspunktet gir mulighet for utvidede versjoner av modellen med flere kategorier, og muligens et større datasett for å produsere et mer nøyaktig resultat. Modellen har ikke et formål om å brukes i en pipeline som en del av et større system.

#### BUSINESS OBJECTIVE

Modellen skal gjenkjenne og klassifisere bilder av frukt fra 30 forskjellige kategorier til riktig kategori.

#### BUSINESS IMPACT

Målet er å få mest mulig riktige klassifiseringer av en sekvensiell keras modell trent på et mangfoldig datasett. Dette vil være aktuelt for bedrifter som håndterer frukt på ulikt vis.

Eksempelvis dagligvarekjeder som ønsker å effektivisere prismerkning, varegjenkjenning i nettbutikker eller scanning med varegjenkjenning for utsjekk.

## BUSINESS METRICS

Vurdering av suksessraten til modellen gjøres ved bruk av accuracy og loss function metrics.

$$accuracy = \frac{\text{correct classifications}}{\text{all classifications}} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

Både accuracy og loss function som brukes er av Tensorflow og Keras sin evalueringsmetode. (Tensorflow, n.d., d)

## MODELLENS ANVENDELSE

Det finnes flere storskala modeller som tar for seg liknende problemstillinger, men i dag er de lite anvendt i det hverdagslige livet. Eksempelvis en modell som tar i bruk datasettet Fruit-360 dataset (Oltean, 2017), en tidligere versjon av datasettet vi har brukt for Fruitoo. Denne forskningsartikkelen tester ulike bildeklassifiseringsmodeller mot datasett med frukt og grønnsaker. (Mimma et al., 2022) Artikkelen utdyper at fruktgjenkjenningsskonseptet kan bidra både i matproduksjonsbransjen og i pedagogisk setting for å lære barn om frukt og grønnsaker. (Mimma et al., 2022)

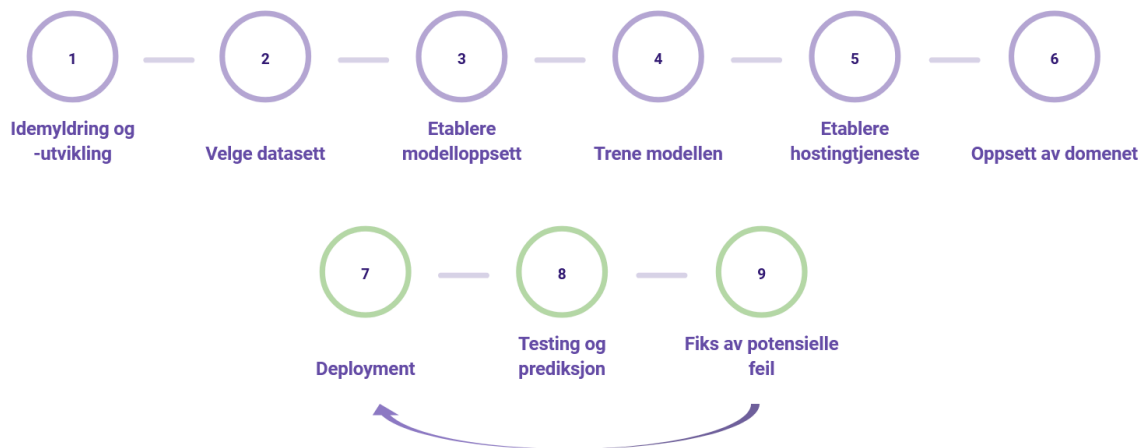
Uten maskinlæring er det altså en liten endring som skjer til dags dato i anvendelsen av fruktgjenkjenning, men det er store potensialer for bruken av denne typen modeller for matproduksjonsbransjen og i undervisningssettinger.

## STAKEHOLDERS

Mulige interessenter kan være bedrifter innenfor matproduksjon og -distribusjon som ønsker å ta i bruk en løsning for fruktgjenkjenningsmodeller. I den forstand kan interessenter involvert i matdistribusjonsskjeden som bønder eller fruktdistribuerere være interessert på bakgrunn av effektivisering og automatisering.

Andre brukere er sivile som rett og slett ønsker å bruke modellen som underholdning eller pedagogiske formål.

## TIDSLINJE



## RESSURSER

For å gjennomføre prosjektet har det vært nødvendig å ta i bruk de teknologiske ressursene Kaggle, Github, Tensorflow, Keras og Gradio.

For utvikling har gruppemedlemmene bistått, ved hjelp fra bekjente og ansatte ved Høgskulen på Vestlandet.

## METRIKKER

### YTELSE

For å oppnå en suksessfull modell, ønskes det at accuracy og loss grafet viser minimalt med tegn på både under- og overfitting. Den gyldne middelveien er det målet som siktes på. I tillegg ønskes en accuracy over 50% for å ha en modell som i hovedsak predikerer riktig og er en nyttig modell i bruk med tanke på vårt business objektive.

## DATA

### FEATURE SELECTION, SKALERING OG RENSING

Dataene som Fruitoo versjon 3 er trent på, er hentet fra datasettet Fruits-262 (Minut, 2020). Dette er en revisjon av datasettet som har blitt skalert med et selektivt utvalg av kategorier for fruktklassifiseringen. Kategoriene er som følger, på godt norsk:

- |               |            |                |              |
|---------------|------------|----------------|--------------|
| • acai        | acai       | • guava        | guava        |
| • apple       | eple       | • kiwi         | kiwi         |
| • apricot     | aprikos    | • mango        | mango        |
| • avocado     | avokado    | • orange       | appelsin     |
| • banana      | banan      | • papaya       | papaya       |
| • black berry | bjørnebær  | • passionfruit | pasjonsfrukt |
| • blueberry   | blåbær     | • pear         | pære         |
| • cantaloupe  | cantalope  | • persimmon    | persimon     |
| • cherry      | kirsebær   | • pineapple    | ananas       |
| • cloudberry  | multe      | • plumcot      | plumcot      |
| • cocoa bean  | kakaobønne | • pomegranate  | granateple   |
| • coconut     | kokosnøtt  | • raspberry    | bringeber    |
| • dragonfruit | dragefrukt | • starfruit    | stjernefrukt |
| • fig         | fiken      | • strawberry   | jordbær      |
| • grape       | drue       | • tomato       | tomat        |

Bildene i datasettet er mangfoldige, og er hentet fra ulike deler av internett. Forfatterne av datasettet har tatt seg av rensing av dataene for å utelukke rotete elementer som kan potensielt ødelegge en maskinlæringsmodell.

Feature selection rundt datasettet har vært mindre aktuelt siden oppsettet ikke har flere labels enn navnet på fruktkategoriene.

### ITERASJONSUTVIKLING

I løpet av iterasjonene har modellen blitt trent flere ganger på ulike datasett og variasjoner av disse. I første iterasjon ble modellen trent på datasettet Fruit Recognition. (Goregolewski, 2019) Bildene i dette datasettet er mindre variert og tatt i en laboratoriesetting, som resulterte i at prediksjonene til modellen ble sub-par, da datagrunnlaget ikke var mangfoldig nok.

Videre hadde vi tanken om å skape vår egen sammensetning av flere ulike datasett som finnes fra Kaggle eller andre databaser, og satte i gang dette arbeidet. Det viste seg å bli et omfattende datasett, men med risiko for at det fantes duplikater under ulike navn som kunne resultere i at valideringsseksjonen av datasettet hadde like bilder som i treningen.

Til slutt landet vi på datasettet som er nevnt ovenfor.

## **STØRRELSE**

Det er vanskelig å estimere akkurat hvor mange instanser av data som er nødvendig for å trene en god modell - jo større datasett, jo bedre, så lenge det ikke har mye støy eller dårlige data. Versjon 1 ble trent på omtrent 44 000 bilder, og versjon 3 trente på 31 000 instanser. Estimert vil et datasett på rundt 20 000-50 000 instanser være tilstrekkelig for modellens formål i dette tilfellet.

## **SUPERVISED LEARNING**

Modellen inngår i en supervised-learning setting hvor den blir matet rett frukt til rett label som bestemmer hvilke kategorier av frukt som skal predikeres. Disse blir bestemt ved mappenavn i datasettet, hvor hver mappe inneholder et mangfold av bilder av frukt i samme kategori. Eksempelvis inneholder banan-mappen rundt 1162 instanser av bananer.

## **PERSONVERN**

I forhold til Fruitoo er det mindre personvernshensyn å tenke på enn andre modeller på markedet. Det kan eksempelvis oppstå hendelser hvor noen laster opp bilder av spesifikke personer, men modellen i seg selv lagrer ikke disse dataene med mindre brukeren ønsker det. I så tilfellet kunne en forbedring vært å legge til slette-funksjonalitet enten fra brukeren selv, eller en tidsbegrenset sletting - for eksempel etter 1 dag. Det er lite brukerinteraksjon som legger opp til mange problemområder etisk sett, men ved monitorering kunne det vært avdekket flere sikkerhetshull som potensielt sett skaper problemer.

## MODELLERING

### BASELINE

Fruitoo er en keras sequence image classification modell, basert på Tensorflow. Baseline-ytelse og -oppførsel for modellen er å skape prediksjoner basert på et bilde-input, med en 100% accuracy - at det enten *er*, eller *ikke er* den gjeldende frukten, en binærverdi av et slag.

En ikke-maskinbasert løsning er for såvidt kun å klassifisere frukt for hånd, som ville tatt mye tid om man skulle gått gjennom 31 000 bilder individuelt enn med en modell.

### FEATURE IMPORTANCE

Ved å plote hver piksels viktighet, er det mulig å kartlegge feature importance for Fruitoo. Det er ikke mange features å velge mellom i forhold til feature selection og importance, så derfor kan hvert enkelt bilde sine piksler gi en bedre kartlegging av hva modellen vektlegger når den predikerer. (Géron, 2023, s. 291) Derfra er det teoretisk sett mulig å gjennomføre en bedre feature selection for modellens parameter.

## DEPLOYMENT



1/1 — 0s 118ms/step

I, the great Fruitoo, predict with a 99.98 percent confidence that this is an image of a fruit belonging to the banana category!

*Figur 1: Fruitoo v3 predikerer svært gode resultater avdekket ved test i notebooken.*

## DRIFT

Modellen skrives i Kaggle (n.d.) sitt Jupyter Notebook environment. Den trente modellen lagres lokalt for videre bruk. Nettsiden hostes av Gradio (n.d.) gjennom deres interface som enkelt tilbyr en input-output kilde for interaksjon med maskinlæringsmodellen.

## FORMÅL

Prediksjonene brukes i hovedsak for underholdning/rekreasjon og pedagogiske formål. Modellens klassifiseringer kan nytes i sin morsomhet, og kan tilby en læringsmulighet for hvordan bildeklassifiseringsmodeller fungerer, samt lærdom til iterativ utvikling av Fruitoo, eller senere utvikling av andre modeller.

## VEDLIKEHOLD

Monitorering og vedlikehold er ikke oppsatt i planen for modellens levetid. Det er likevel mulig å implementere ved en ny iterasjon av modellen skulle den ønskes å forbedres. I den forstand hadde det vært mulig å monitorere resultatene til modellen, om den blir verre med tid kunne det vært aktuelt å trene en ny versjon av modellen for å holde seg litt “up-to-date”, som det sies. Modellen er trent på et datasett med bilder som originerte fra søkemotorer via internett. Derfra hadde det også vært mulig å oppdatere datasettet for å representere dagsaktuelle bilder.

## FORBEDRINGSPOTENSIALE

Med henhold til forbedringer er det potensielle planer om å implementere en Random Forest Classifier modell som kan brukes istedenfor den vi har i dag. Modellen er sagt å være en av de sterkeste modellene som eksisterer på markedet i dag, men kan være litt mer komplisert å implementere. (Géron, 2023, s. 290) Til modellens neste iterasjon kan dette være et oppnåelig mål. I tillegg hadde det vært realistisk å utvide antall klassifiseringer til flere frukter i neste iterasjoner, som kan bidra til mangfold og et bredere spekter av prediksjoner.

## REFERANSER

Géron, A. (2023). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & Tensorflow. Concepts, Tools and Techniques to Build Intelligent Systems*. (3. utg.). O'Reilly Media.

Goregolewski, C. (2019). *Fruit Recognition* [Dataset].  
<https://www.kaggle.com/datasets/chrisfilo/fruit-recognition>

Gradio. (n.d.). *Interface*. Hentet 14.11.2024 fra  
<https://www.gradio.app/main/docs/gradio/interface>

Kaggle. (n.d.). *How to Use Kaggle*. Hentet 15.11.2024 fra  
<https://www.kaggle.com/docs/notebooks>

Mimma, N., Ahmed, S., Rahman, T., Khan, R. (2022). *Fruits Classification and Detection Application Using Deep Learning*. Tang, Z. [Editor]  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/4194874>

Minut, M. D. (2020). *Fruits-262* [Dataset].  
<https://www.kaggle.com/datasets/aelchimminut/fruits262/suggestions?status=pending&yourSuggestions=true>

Oltean, M. (2017). *Fruits-360 dataset* [Dataset].  
<https://www.kaggle.com/datasets/moltean/fruits>

Sinha, B. B. & Dhanalaksmi, R. (2023). *A multi-fused convolutional neural network model for fruit image classification*. International Journal of Cognitive Computing in Engineering. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666307424000354>

Tensorflow. (n.d., a). *Image classification*. Hentet 13.11.2024 fra  
<https://www.tensorflow.org/tutorials/images/classification>

Tensorflow. (n.d., b). *tf.keras.Sequential*. Hentet 15.11.2024 fra  
[https://www.tensorflow.org/api\\_docs/python/tf/keras/Sequential](https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/keras/Sequential)

Tensorflow. (n.d., c). *Save and load models*. Hentet 13.11.2024 fra  
[https://www.tensorflow.org/tutorials/keras/save\\_and\\_load](https://www.tensorflow.org/tutorials/keras/save_and_load)

Tensorflow. (n.d., d). *tf.keras.Model*. Hentet 13.11.2024 fra  
[https://www.tensorflow.org/api\\_docs/python/tf/keras/Model#evaluate](https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/keras/Model#evaluate)