

Kotimaisen kalasaaliin luokittelu koneenäöllä.

- Mitä teknologiaa ja miksi?
- Mitä teknologian tarjoajia on?
- Onko alustavia hintoja tiedossa?

Eemeli Ollila, Iikka Keltto, Aatu Klasila, Paulus Piilonen

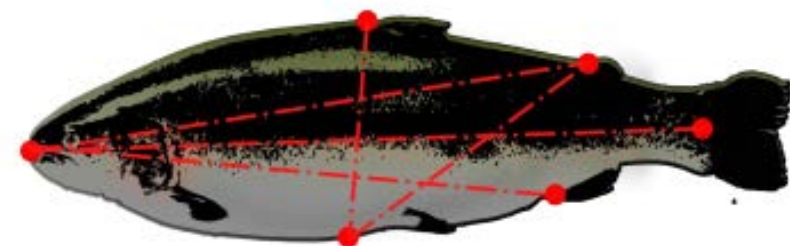
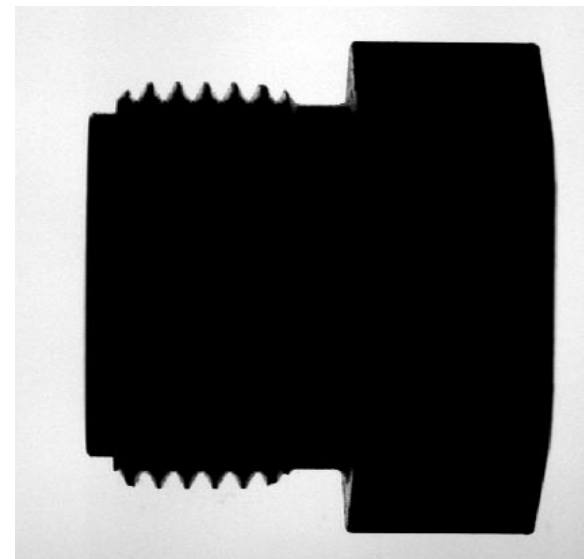
Johdanto

- Tutkimustyö, joka on toteutettu Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan tutkinto-ohjelman kurssilla, Elektroniikka ja ohjelmointi
- Työssä tutkitaan millä konenäkömenetelmillä kalojen lajitunnistus voitaisiin toteuttaa
- Teknisessä tarkastelussa olivat perinteiset konenäkömenetelmät, neuroverkkopohjaiset konenäkömenetelmät sekä vaihtoehtomenetelmät kuten spektritekniikka
- Automaattisen lajittelulinjan vaatimukset ovat seuraavat:
- Kapasiteetti > 1000 kg/h (300 g/s)
- Kokolajittelu 6 eri luokkaa – minimissään 4
- Kalalajien ominaispainot 0,01 - 2 kg
- Kotimaiset kalalajit

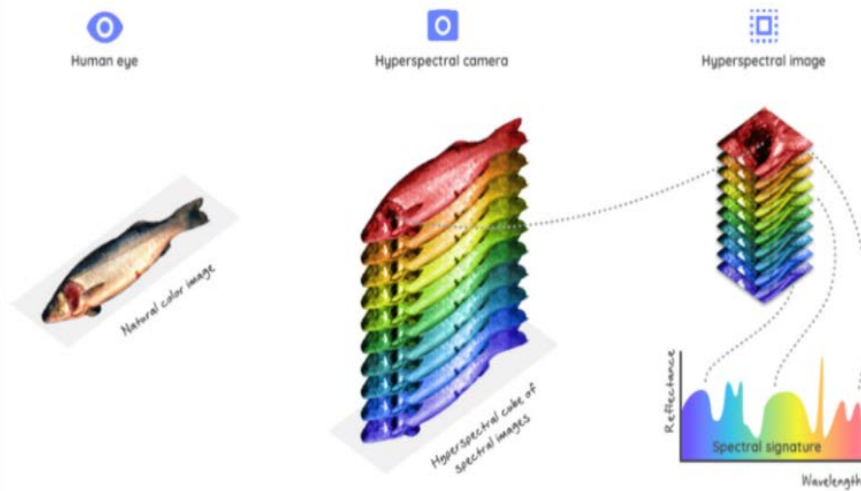


Perinteinen 2D konenäkö

- Yksinkertaisimmillaan kuvapisteiden kontrastierojen tulkitsemista.
- Pystytään suorittamaan koodinlukuja, laadun tarkastuksia, paikoituksia, 2D-mittauksia ja luokitteluja.
- Kalalajeilla löytyy selkeitä eroja rakenteessa. Joten kuvasta voitaisiin tarkastella jotakin pisteiden välistä suhdetta, esimerkiksi pituuden ja korkeuden välillä tai evien paikoituksen välillä, tai jotakin näiden yhdistelmää.



Spektrikuvantaminen



- Mittaa valon eri aallonpituuksien käyttäytymistä materiaalissa
- Laadunvalvonnasta elintarviketeollisuudessa on jo näyttöä
- Käyttömahdollisuudet tunnistusjärjestelmän lisäosana mahdollisia
- Eri kalalajien biologiset ominaisuudet ovat keskenään monin tavoin yhdenmukaiset, joten ”materiaalina” pääpiirteittäin samanlaisia

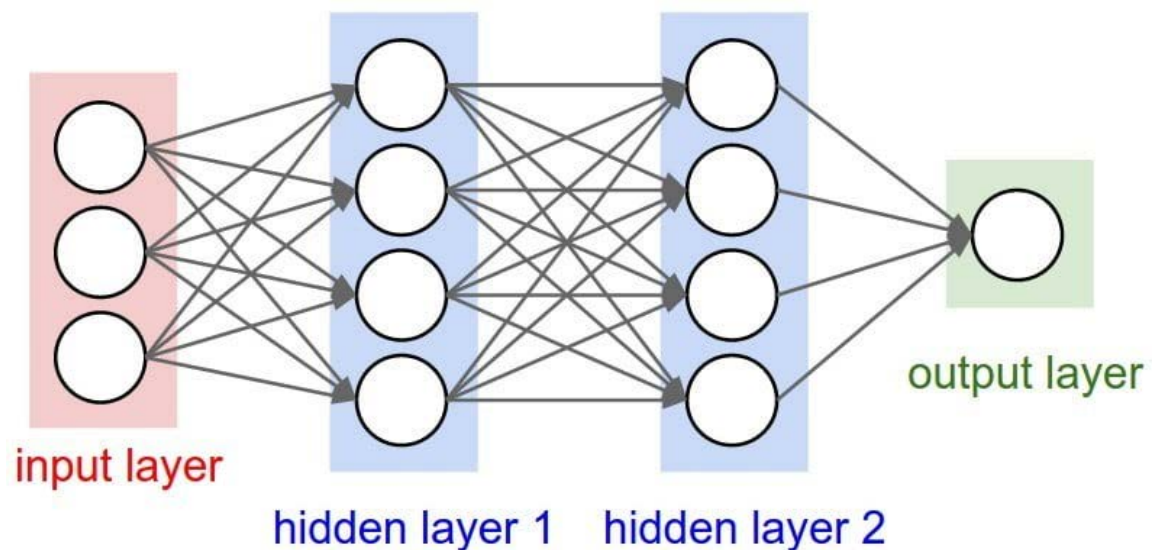
Tekoälyn hyödyntäminen

- Kala on orgaaninen aines: laji, rakenne, väri, sukupuoli, ikä ja moni muu muuttuja vaikuttaa kalan ulkomuotoon.
- Miten erotat ahvenen lahnasta, kuoreen muikusta?
- Tekoälyä käyttämällä voimme opettaa koneen tunnistamaan kalalajit ja niiden erot
- Suuri datamäärä (kuvamäärä) opetusvaiheessa parantaa lopputulosta (luokittelun onnistumista)



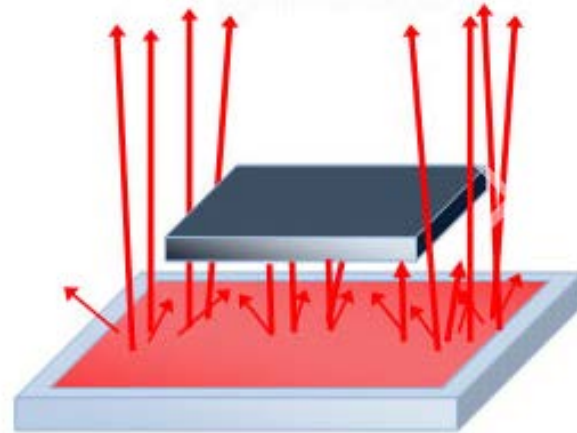
Neuroverkko

- Syvä neuroverkko on kuvantunnistuksessa yleinen koneoppimismenetelmä.
- Neuroverkoissa tarvitaan opetusvaiheessa nimiöityä dataa, tässä tapauksessa tunnisteellisia kalalajikuvia.
- Neuroverkko oppii tunnistamaan piirteitä ja ominaisuuksia kalalajeista.
- Päättelee piirteiden yhteyden ja painokertoimen.
- Neuroverkosta tekee syvän piilokerrosten määrä, ”normaalissa” neuroverkossa se on noin 3, syvässä niitä on enemmän.



Valaistus

- Valaistuksen merkitys onnistuneessa tunnistuksessa on yhtä suuri kuin kameralla
 - (huomaa valaistuksen vaikutus kuvassa, joissa tuotantolinjan kattovalot heijastuvat kalan pinnasta)
- Epäsuoralla valaistuksella saadaan tasainen valaistus ja minimoitua varjojen määrä.



The Beckhoff logo consists of a red square with the word "BECKHOFF" in white, uppercase letters. It is centered within a light gray hexagonal frame.

BECKHOFF

The OEM logo features the letters "OEM" in white, uppercase font, positioned to the right of a white diamond shape. The diamond and text are set against a dark blue square background, which is itself centered within a light gray hexagonal frame.

OEM

The SICK logo is displayed in a large, light gray hexagonal frame. It features the word "SICK" in a bold, blue, sans-serif font. Below it, the tagline "Sensor Intelligence." is written in a smaller, gray, sans-serif font. A smaller, white-outlined hexagon is partially visible at the bottom of the frame.

SICK

Sensor Intelligence.

Toimittajilta saadut
ratkaisut

SICK

Sensor Intelligence.

- SICK:n valikoimasta löytyy InspectorP62x-2D-konenäkökamera
- Kuvantoistonopeus 50 Hz
- Tukee deep learning -ympäristöä (Dstudio –palvelussa)
- Hinta noin 8000 euroa

- Tarvittaessa kameran suorituskykyä voidaan lisätä SIM1012 laitteella, jonka tehtävänä on kerätä, arkistoida ja arvioida tietoa.
- Hinta, noin 1500 euroa.



SICK

Sensor Intelligence.

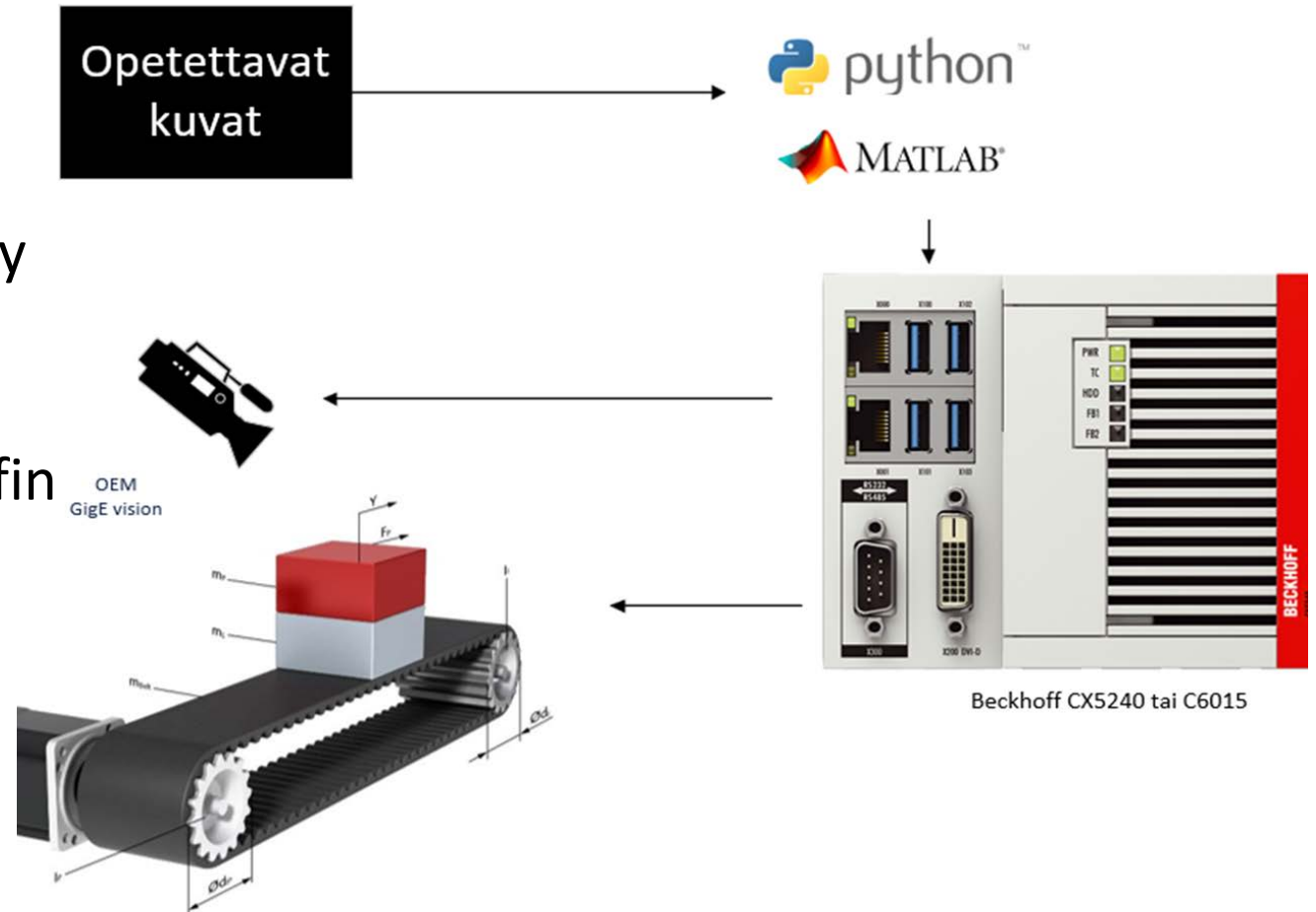
- Lisähintaa tulee tarvittavista lisätarvikkeista, kiinnikkeistä, kaapeleista, lisävalaistuksesta ja liitännäsbokseista.
- SICKin tuotteita käyttäen kalalajien tunnistamisessa päästään todennäköisesti hyvään tulokseen noin 10 000 euron hinnalla.



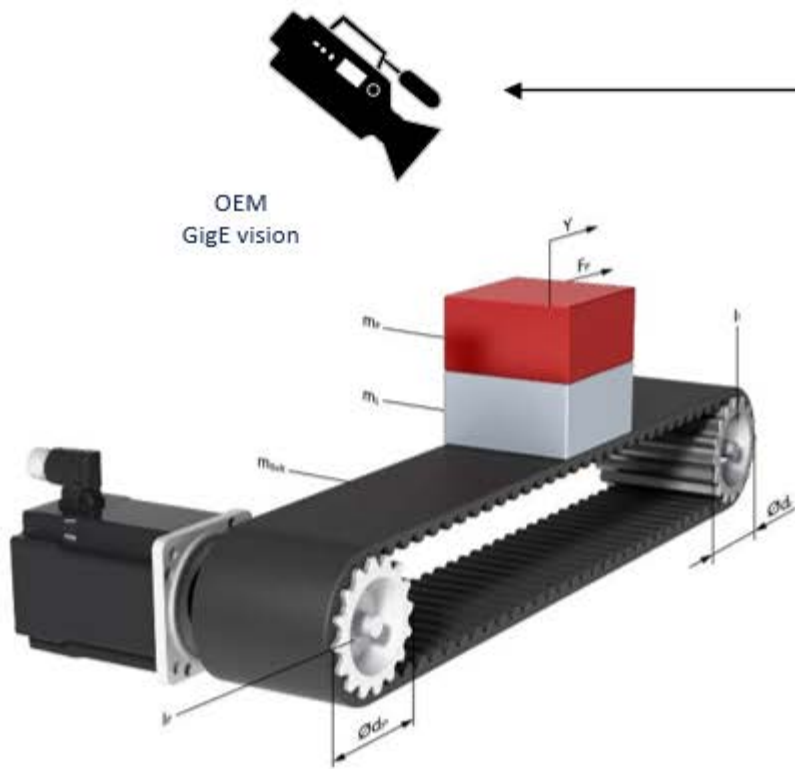
Konenäkösovellus hajautetulla järjestelmällä

BECKHOFF

- Konenäön prosessi (kuvan otto, käsittely ja toiminta) hajautettu erillisille laitteistolle
- Esimerkiksi erillinen kamera ja Beckhoffin automaatiojärjestelmä
- Suorituskyky riittävä minimi vaatimukseen: 0,01 kg painoisia kaloja 0,28 kg/sekunti.
- Lisäosa mittaamaan kuljettimen virrankulutusta ja momenttia.



Opetettavat
kuvat



Kustannukset



- Tietokoneiden hintaluokka on noin 1500 €/kpl
 - Lisenssien kustannukset kymmenistä satoihin euroihin.
 - Neural Network Inference Engine TF3018
- Kamera ja optiikka järjestelmään on hankittava eri toimittajalta. Esimerkiksi OEM:ltä



- Probot Oy:ltä vinkattiin komponenttien puolesta olemaan yhteydessä OEM:n
- Hyvälaatuinen 2D-värikuva yhdistettynä neuroverkon käyttöön
- Painotus valaistuksessa ja kameran hyvässä dynamiikassa ja värin toistossa

- Kalojen mittaamiseen suositeltiin vastavalo menetelmää
- Jos kokolajittelu pitäisi suorittaa volyyminmittauksella, tarvittaisiin 3D menetelmiä



- OEM:n valikoimassa järjestelmään mm. seuraavia tarvittavia komponentteja
- GigE-Vision kamera optiikoineen reilu 1000 €
 - Kamera yhteensopiva Beckhoffin Twincat-ympäristön kanssa
- Valaistukseen voisi riittää muutama diffuusoiva viivavallo (n. 250 €/kpl)

Pohdinta

- Kalojen konenäöllisestä tunnistamisesta löytyi rajallisesti tutkimustietoa
- Valmiiden neuroverkkopohjaisten konenäköjärjestelmien tarjonta on vähäistä, mutta uusia ratkaisuja on tulossa markkinoille
- Näemme neuroverkkoon pohjautuvien konenäköjärjestelmien mahdollistavan kalalajien tunnistamisen.
- Käytännön toimivuus vaatisi testaamista, laskennallisesti laitteiston kyky pitäisi riittää.

LÄHTEET

- Hornberg, A. 2006. Handbook of Machine Vision. Wiley-VCH.
- Specim 2021. What is Hyperspectral Imaging? Saatavissa: <https://www.specim.fi/library/what-is-hyperspectral-imaging/>. Hakupäivä 15.2.2021.
- MDPI 2020. Spectroscopic Techniques for Monitoring Thermal Treatments in Fish and Other Seafood. Saatavissa: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/6/767/htm>. Hakupäivä 15.2.2021.
- Junttila J. 2021. Lehtori. Sähköpostiviesti 15.2.2021. OAMK. Konenäön hyödyntämisen tutkielman lisätietoja.
- Moodle Kurssin TK00BP62-3005 Elektroniikka ja ohjelmointi. Anturitekniikan kurssimateriaali. Saatavissa: <https://moodle.oamk.fi/course/view.php?id=8958#section-2> Hakupäivä: 22.03.2020.
- Singh Rana, Medium.com. Multi-layer Perceptron using Keras on MNIST dataset for Digit Classification. Saatavissa: <https://medium.com/analytics-vidhya/multi-layer-perceptron-using-keras-on-mnist-dataset-for-digit-classification-problem-relu-a276cbf05e97> Hakupäivä 22.03.2020.
- Altexsoft, Blogipostaus. Image Recognition with Deep Neural Networks and its Use Cases. Saatavilla: <https://www.altexsoft.com/blog/image-recognition-neural-networks-use-cases/> Hakupäivä 22.03.2020.
- Bonner Anne, towardsdatascience.com. The Complete Beginner's Guide to Deep Learning: Convolutional Neural Networks and Image Classification. Saatavilla: <https://towardsdatascience.com/wtf-is-image-classification-8e78a8235acb> Hakupäivä 22.03.2020.
- Pietikäinen, Matti - Silvén, Olli 2019. TEKOÄLYN HAASTEET – KONEOPPIMISESTA JA KONENÄÖSTÄ TUNNETEKOÄLYYN. Konenäön ja signaalianalyysin keskus, Oulun yliopisto. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/Record/isbn978-952-62-2482-4> Hakupäivä 22.03.2020.
- Honkala T. 2010. Opinnäytetyö. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/15961/Toni_Honkala.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Hakupäivä 20.2.2021.
- Jyrkkä J. 2018. Konenäön hyödyntäminen robotin ohjauksessa. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201805171821.pdf>. Hakupäivä 20.2021.
- Vision Doctor. Inspecting with backlight illumination. Saatavissa: <https://www.vision-doctor.com/en/illumination-techniques/backlight-illumination.html>. Hakupäivä 15.3.2021.
- Vision System Design. Lighting and Illumination Choices. Saatavissa: <https://www.vision-systems.com/knowledge-zone/article/14040172/lighting-and-illumination-choices>. Hakupäivä 15.3.2021.
- Sick. Saatavissa: www.sick.com. Hakupäivä 19.3.2021.
- Sarviaho, V. 2021. Area Sales Manager. Sähköpostiviesti 19.03.2021. SICK Oy.
- Beckhoff 2021. TC3 Neural Network Inference Engine. Saatavissa: <https://www.beckhoff.com/fi-fi/products/automation/twincat/tfxxx-twincat-3-functions/tf3xxx-tc3-measurement/tf3810.html> Hakupäivä 15.2.2021.
- Pammo, H. 2021. Support Engineer. Sähköpostiviesti 15.3.2021. Beckhoff Automation Oy.
- Himanka, M. Development Manager Machine Vision, Konenäkö. Sähköpostiviesti 11.3.2021. OEM Finland Oy
- Himanka, M. Development Manager Machine Vision, Konenäkö. Sähköpostiviesti 23.3.2021. OEM Finland Oy