
Kalojen tunnistus konenäöllä

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Tehtävänanto: XAMK - Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

Työryhmä: Juha Aalto, Jussi-Pekka Aaltonen, Anssi Salo

Ohjaaja: Joonas Kortelainen ja Mirka Leino

Lähtötilanne

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu eli XAMK haluaa työryhmältä selvityksen, voidaanko kaloja tunnistaa konenäköä käyttämällä. Projektia varten työryhmä sai JAMKIn opiskelijatyöryhmältä kuvia eri kalalajeista, joita projektissa käytetään. Kalalajit, joista työryhmä sai kuvia, ovat: ahven, järvi kuore, lahna, merikuore, muikku ja särki.

Ongelma

Kalalajien erottaminen toisistaan tehdään ihmistyötä käyttäen, mutta asiakas haluaa selvittää koneellisia tapoja tehtävän suorittamiseen. Yksi tapa on konenäkö ja työryhmän tehtävänä on selvittää, onko sellaisen toteuttaminen mahdollista.

Projektin määrittely

Projektin toteuttamiseen käytetään MVTec Halcon -ohjelmaa. Projekti jaetaan kahteen pääosiioon, joista ensimmäinen on "sample based identification" -metodin käyttö. Toisessa osiossa työryhmä tutkii kuvia kaloista ja luo ohjelman, joka etsii kalakuvista tunnistettavia piirteitä kalalajin päättelemiseksi.

Tekniikat

Projekti toteutetaan MVTec Halcon -ohjelmistolla sample based identification -metodia käyttäen. Työryhmä tekee samalla ohjelmistolla myös ohjelman, jolle opetetaan perinteisiä piirretunnistustyökaluja käyttäen kalojen piirteet, joiden perusteella kalat erotellaan toisistaan. Piirretunnistusta testataan myös Cognex In-Sight Explorer -ohjelmiston Halconia suppeammalla työkalukirjastolla.

Toimintatapa

Työryhmä työskentelee projektin parissa normaalit koulupäivät muiden projektien ja luentojen salliessa. Ohjelmaa ennestään eniten tunteva Juha luo ohjelmiin rungon ja muut projektiryhmäläiset saavat täydentää ohjelmaa.

Ratkaisu

Sample based identification

Projekti aloitetaan sample based identification -esimerkkiä tutkimalla ja sitä soveltaen luomalla oma ohjelma. Sample based identification on kevyt koneoppimistyökalu, jolle näytetään jokaisesta kalalajista

mahdollisimman monta erilaista kuvaa (10-100 kuvaa on yleensä hyvä opetuskuvamäärä). Tulos on sitä parempi, mitä enemmän opetuksessa käytettyjä erilaisia kuvia on. Työkalu tunnistaa opetusvaiheessa kaloista samankaltaisuuksia ja tekee niiden perusteella tunnistuskirjaston jokaiselle kalalajille. Ohjelmaa testataan pääasiassa opetukseen käytetyillä kuvilla, koska toisen kuvasetin kuvat eivät olleet ihan samalla kuvausasetelmalla otettuja. Sample based identification -menetelmää käyttämällä on äärimmäisen tärkeää, että opetuskuvat otetaan samalla kuvausasetelmalla kuin, mitä käytetään varsinaisessa tuotannossa. Saman kuvausasetelman käyttäminen parantaa tarkkuutta ja virheellisiä tunnistuksia tapahtuu huomattavasti vähemmän. Tehdyn ohjelman tulokuvassa (kuva1) näkyy kuvattu kala sekä vasemmassa yläkulmassa kolme kalalajia, joita kuvassa oleva kala eniten muistuttaa. Ylimpänä on kalalaji, jota kuvassa oleva kala eniten muistuttaa sekä sen perässä todennäköisyys, jolla ko. kalalaji on kyseessä. Toisena on kalalaji, jota kuvassa oleva kala muistuttaa toiseksi eniten ja kolmantena kalalaji, jota kuvan kala muistuttaa kolmanneksi eniten. Näiden perässä on myös todennäköisyydet.



Kuva 1. Tulokuva, kun käytetään sample based identification -menetelmää.

Kun opetukseen käytettiin alkuperäisiä kuvia ja testauksessa sitten eri asetelmalla otettuja kuvia, saatiin kalat tunnistettua 51,5 %:n tarkkuudella. Kun opetus tehtiin 10 alkuperäisellä kuvalla/kalalaji ahvenesta, järviuoreesta, lahnasta, särjestä sekä muikusta (merikuorekuvia oli vain 4) ja loppuja alkuperäisiä kuvia, 258 kpl, käytettiin testaamiseen, tunnistettiin 250 kalaa oikein (96,9 %). Tästä prosessista tehtiin esimerkkivideo, joka näkyy täällä: <https://youtu.be/SNivmipd3IQ>. Tämä vahvistaa opetuskuva-asetelman samankaltaisuuden merkityksen kalojen tunnistusprosessissa.

Testien perusteella voidaan sanoa, että Sample based identification toimii, jos

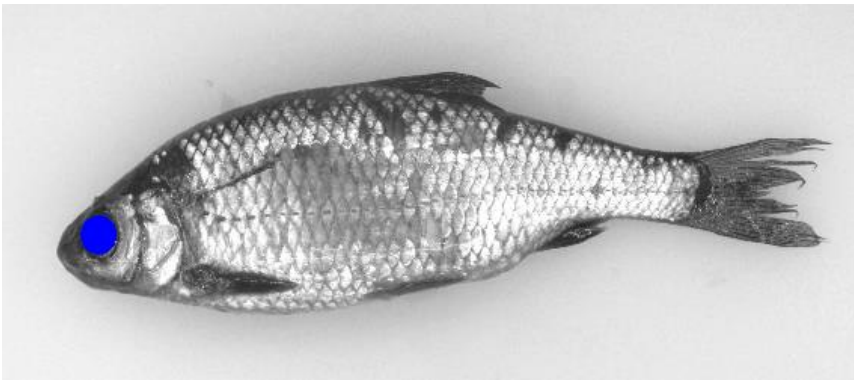
- kuvausasetelma pysyy koko ajan samana
- kalat ovat kuvissa yksittäin
- kalalajien opetus tehdään lopullisessa kuvausympäristössä

Työryhmän mielestä Sample based identification on hyvä menetelmä kalojen tunnistukseen myös siitä syystä, että tunnistettavien kalalajien lisääminen ohjelmaan on yksinkertainen ja nopea prosessi. Kalojen opettamisessa tärkeää on kuvata kaloja mahdollisimman vaihtelevissa asennoissa (pysty/vaaka/kulmassa).

Piirretunnistus

Kun Sample based identification -menetelmään perustuva ohjelma on luotu, työryhmä aloittaa työskentelyn kalojen piirteiden tarkkailuun perustuvan ohjelman parissa. Piirteiden tunnistukseen perustuva ohjelma luodaan olemassa olevien kuvien piirteiden perusteella. Ohjelman ensimmäinen työvaihe on etsiä kuvista särjelle ominaista punaista silmää (kuva 2). Tällä työvaiheella saadaan kuvista eroteltua särjet. Punaisia silmiä etsittäessä löydettiin myös lahnoja ja ne eroteltiin särjistä kalan pituuden ja korkeuden suhteen perusteella.

Ohjelman ensimmäinen askel on värikuvan purkaminen värikomponentteihin decompose3-toimintoa käyttämällä. Decompose3 hajottaa värikuvan kolmeksi kuvaksi. Nämä kuvat ovat harmaasävykuvia, joissa pikselin kirkkaus kertoo värikuvassa vastaavan pikselin väriarvon. Tämän perusteella kuvista voidaan hakea sinisiä, vihreitä ja punaisia pikseleitä melko helposti. Värit, jotka ovat eri valon värien sekoituksia, ovat haastavia mutta koska ainoa väri, mitä ohjelmassa etsitään, on punainen, ohjelmassa voidaan verrata löydetyn kohdan sinisen ja vihreän värin arvoa siten, että ne ovat riittävän matalia.

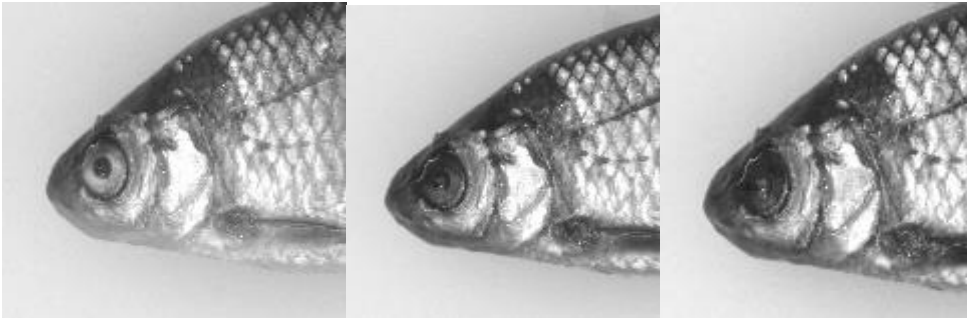


Kuva 2. Ohjelmalle osoitetaan opetettava kohta kalasta.

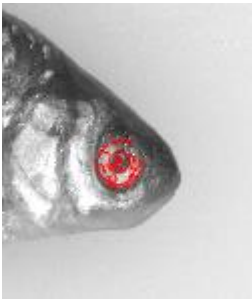


Kuva 3. Opetuksen tulos punaisesta värikanavakuvasta.

Särjen silmän löytämiseksi etsitään kuvan punaisesta värikanavakuvasta (kuva 3) ohjelmassa opetettua kuvaa silmästä find_shape -toiminnolla. Löydettyä kohtaa verrataan sinikanavakuvassa olevaan samaan kohtaan, jossa väriarvon pitäisi olla matala. Löydettyä kohtaa verrataan samasta kohdasta otettuihin sinivärikanavakuviin ja vihreäkanavakuviin (kuva 4), jotta voidaan olla varmoja, että löydetty kohta on oikeasti punainen eikä vaalea. Vaaleassa kohdassa kaikkien värien arvo on korkea, mutta kun tarkistetaan, että kohdassa ei ole sinisiä tai vihreitä arvoja, voidaan olla varmoja, että kohta on punainen (kuva 5).



Kuva 4. Särjen pää eroteltuna puna-, sini- ja vihervärikomponentteihin. Havaitaan, miten ainoastaan punaisesta kanavasta saadaan korkea arvo silmästä, joka esiintyy vaaleana.

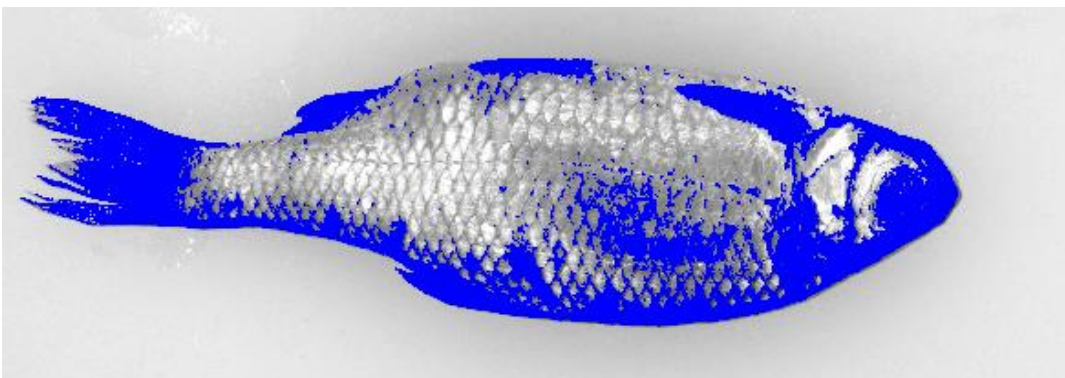


Kuva 5. Tunnistettu punainen silmä punakomponenttikuvasta.

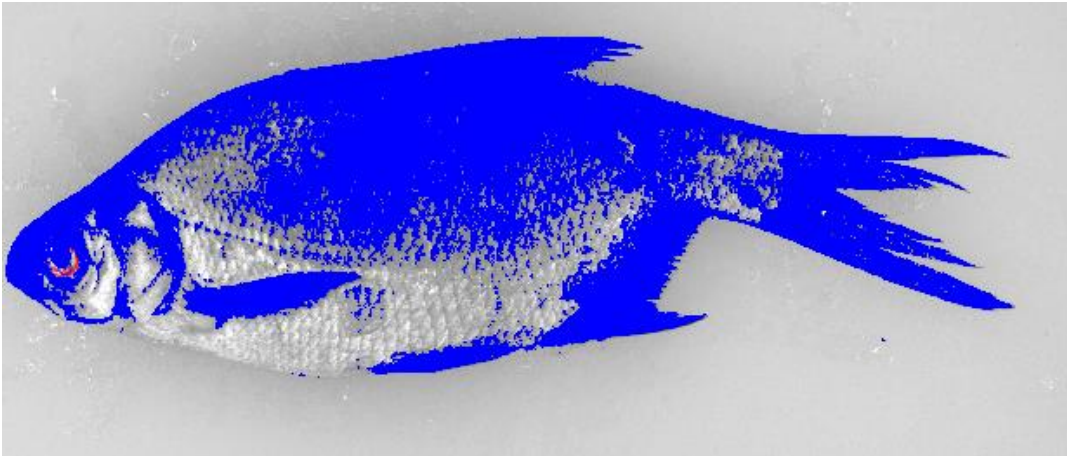
Värikomponenttikuvia käytetään seuraavaksi kalan suurpiirteisen muodon etsimiseen threshold-toimintoa käyttämällä. Threshold-toiminto etsii kuvasta pikseleitä kuvan harmaasävyn perusteella. Tässä vaiheessa ohjelma etsii punavärikanavakuvasta arvoja 0-128 kalan muodon etsimiseen.

Silmän etsimiseen käytetään `find_shape` -toimintoa. Pituuden ja korkeuden suhde haetaan `smallest_rectangle2` -toiminnolla (kuva 6). `Smallest_rectangle2` hakee pienimmän mahdollisen suorakaiteen muotoisen alueen, jonka sisään kappaleen kaikki pisteet mahtuvat. Lisäksi `smallest_rectangle` voi asettaa suorakaiteen eri kulmiin, joten kalan asento ei aiheuta juurikaan ongelmia.

Kun särjet ja punasilmäiset lahnat on eroteltu, etsitään taas threshold-toiminnolla kuvasta kohtia, joissa värikanavan arvot ovat matalia. Tällä tavoin löydetään kuvista ahvenet sekä tummat lahnat. Uudelleen `smallest_rectangle2` -toiminnolla kaloista otetaan pituuden ja korkeuden suhde, minkä perusteella tummat lahnat saadaan eroteltua muista (kuva 7).

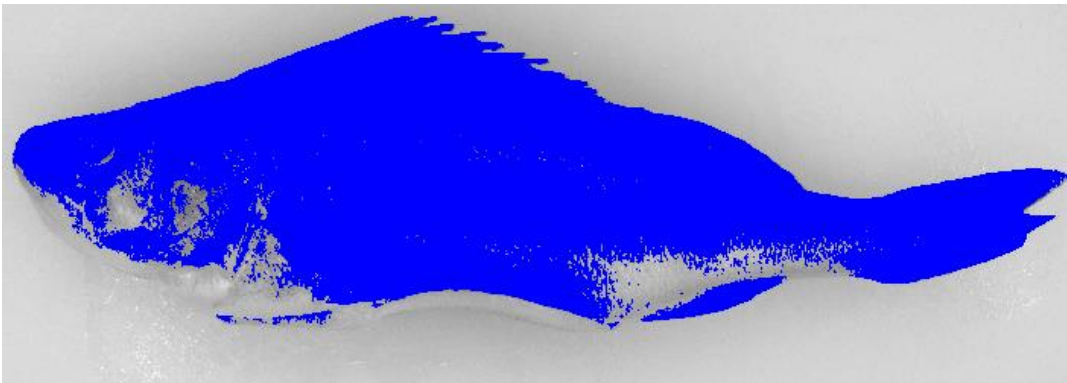


Kuva 6. Särjen muoto, josta voidaan laskea pituuden ja korkeuden suhde.



Kuva 7. Lahnan muoto, josta voidaan laskea pituuden ja korkeuden suhde.

Koska ahvenet ovat yleisesti ottaen tummia kauttaaltaan, voidaan tumman osan koon perusteella erotella ahvenet jäljellä olevista kaloista (kuva 8). Muikut ja kuoreet erotellaan toisistaan samalla tavalla.



Kuva 8. Ahvenen tumma väri löydetään suhteessa suuremmalta alalta verrattuna muihin kaloihin.

Piirretunnistusmenetelmillä kalojen tunnistus on selvästi monimutkaisempi prosessi, eikä toisaalta tuota läheskään yhtä hyviä lopputuloksia kuin Sample based identification.

Yhteenveto

Projektissa saatiin selville, että piirretunnistukseen perustuva konenäköjärjestelmä ei ole riittävän luotettava menetelmä kalojen tunnistamiseen. Piirteiden etsimisessä ongelmaksi muodostui se, että tärkeä lukuun ottamatta millään kalalla ei ollut mitään selkeästi erottuvaa yhteneväistä piirrettä, joka olisi helppo löytää "käsin" ohjelmaa luotaessa. Esimerkiksi ahvenen evät ovat hyvin ainutlaatuinen piirre kalojen joukossa, mutta koska evät harvoin ovat täysin saman muotoisia, on niiden löytäminen melko haastavaa. Muikkujen ja kuoreiden erottaminen toisistaan on myös erittäin vaikeaa pelkästään piirteitä etsimällä.

Sample based identification –menetelmää käyttämällä ohjelmasta on mahdollista saada toimiva, mikäli opetus kuvat voidaan ottaa tunnistettavien kalojen kanssa täysin yhdenmukaisessa kuvaustilanteessa. Tunnistuksen kannalta on erittäin tärkeää, että kalat voidaan erotella yksittäin kuvattaviksi ennen tunnistusta. Yksittäisiä kaloja kuvaten Sample Based Identificationia voidaan käyttää kalojen tunnistamiseen ja erottelu esim. eri astioihin linjastolla on sen jälkeen helppoa.

Työryhmä tutki myös kalojen tunnistamismahdollisuuksia ns. kalakasoista ja joissain kuvissa yhden kalan tunnistus onnistuikin. 2D-kuvasta poimintakoordinaattien tunnistaminen onnistuu kuitenkin vain kameran x- ja y-suunnassa, jolloin korkeussuunta jää epäselväksi. Tällöin korkeasta kalakasasta poiminta voi vaurioittaa kaloja, kun korkeussuunnan koordinaatti ei ole selvillä.

Työryhmä koki projektin mielekkääksi ensiaskeleeksi konenäön maailmaan sekä hyödylliseksi ammattitaidon lisäämiseksi.