



Slutrapport

SAF 95 AP3 Automatisk registrering af leverandørnummer og køns-koder

Projektperiode: 2021

10. marts 2022

Proj.nr. 2008780

Version: 0.1

GLN/MT/DBN

<i>Baggrund</i>	<p>På de danske svineslagterier sikres sporbarhed til leverandøren ved at leverandøren mærker grisene, som skal leveres, med sit femcifrede leverandørnummer i form af en skinketatovering.</p> <p>På nuværende tidspunkt er registreringerne af leverandørnummer og kønskode krævende for operatøren, hvilket giver risiko for fejlhåndtering og fejlregistrering. Automatisk registrering af leverandørnummer og kønskode vil potentielt både effektivisere driften og forbedre registreringsikkerheden. Desuden vil et automatisk system give mulighed for at forbedre sporbarheden via den digitale information omkring den enkelte leverandørs grise.</p>
<i>Overordnet projektmål</i>	At udvikle en løsning til automatisk at aflæse både kønskoder og leverandørnumre, som kan implementeres ved slagterierne.
<i>Målgruppen</i>	Slagterierne.
<i>Værdiskabelsen</i>	<p>Den potentielle værdiskabelse ved at automatisere registreringen af leverandørnummer og kønskode kan opdeles i tre kategorier:</p> <ul style="list-style-type: none">• <u>Forbedret datakvalitet</u>: Dette kunne inkludere en verifikation eller kontrol af de manuelle registreringer. Eller en automatisk registreringsalgoritme, der kunne give et mere ensartet resultat uden tab af koncentration eller tastefejl.• <u>Mandskabsbesparelse</u>: Enten via en effektivisering af den manuelle registreringsproces gennem et forslag på terminalen, som operatøren (hurtigere) kan acceptere/korrigere. Om dette giver reelle besparelser, afhænger af, om en hel mand kan fjernes, eller opgaver kan tilføjes/kædehastighed øges. Hvis den automatiske registrering er på niveau med, eller bedre end, den manuelle registrering, kan en mand fjernes de steder, hvor registreringen foregår ved en leverandørterminal. Situationen er mere kompleks, når registreringen foregår ved stødbordsterminalen, hvor operatørerne også sætter hængejern i.• <u>Forbedret sporbarhed</u>: Dokumentation af, og statistik over, forekomst af mangelfuld tatovering. På den lidt længere bane vil dette kunne resultere i en forbedret datakvalitet, fordi det faciliterer en kvalificeret diskussion med, og feedback til, leverandører med hyppig forekomst af mangelfuld tatovering.

Overvejelser i analyse- og idéfasen

Tidligt i projektet blev det besluttet at benytte billeddannende teknologi til at løse opgaven. Da opgaven i dag bliver løst via det synlige spektrum af operatørerne på slagtelinjen, var dette den mest ligefremme løsning. Desuden vil et RGB-billede fra det synlige område også være den mest prisbevidste og teknologisk modne løsning.

Det næste trin var at overveje, om det kunne være fordelagtigt at benytte sig af andre bølgelængder end det synlige område, som er dækket af et RGB-kamera. I denne forbindelse blev det undersøgt, om et IR-billede kunne give et forbedret kontrastforhold omkring tatoveringerne. Den indledende test synes dog ikke at indikere, at anvendelse af et IR-bånd ville føre til en øget kontrast.

Der næst blev det overvejet, hvor det ville være passende at placere kameraerne på slagtelinjen. Efter dialog med værtsslagteriet blev der blandt andet formuleret følgende overvejelser omkring en mulig kameraplacering:

- Det vurderes, at tatoveringerne er mest tydelige før svidovnen.
- Det kræves, at der er plads til at ophænge en række kameraer, så hele det relevante tatoveringsområder blev dækket.
- Det ville være en fordel, hvis grise bevæger sig roligt uden betydelige svingninger, så det ikke er nødvendigt at opsætte yderligere mekanik for at ensarte grisenes positioner.

På baggrund af dette blev en placering umiddelbart efter det første stødbord på værtsslagteriet udvalgt.

Til bestemmelse af kønskoderne blev det vurderet, at der var brug for et billede fra grisens front- og bagside. Derfor blev det vurderet, at de eksisterende kameraer fra SAF-projektet "Digital procesovervågning", der allerede var ophængt på værtsslagteriet, kunne anvendes.

Udvikling af algoritmer

Algoritmen til den automatiske aflæsning af leverandørnumrene blev udviklet til at bestå af følgende trin, hvor trin 1-3 udføres på hvert enkelt billede fra kameraerne:

- Trin 1: Find fokusområdet omkring tatoveringerne med en objekt-detektor.
- Trin 2: Udklip fokusområdet, og anvend endnu en objekt-detektor til at finde hvert enkelt ciffer.
- Trin 3: Udfør ciffer-alignment for at kombinere de enkelte cifre til et samlet leverandørnummerfragment.
- Trin 4: Sekvens alignment, således at alle leverandørnummerfragmenter fra kameraerne kombineres til et bedste bud på leverandørnummeret for grisen.
- Trin 5 (optional): Udførelse af minimal afstandssøgning i en tabel med et reduceret udfaldsrum. Eksempelvis de leverandører, som har leveret grise den pågældende dag.

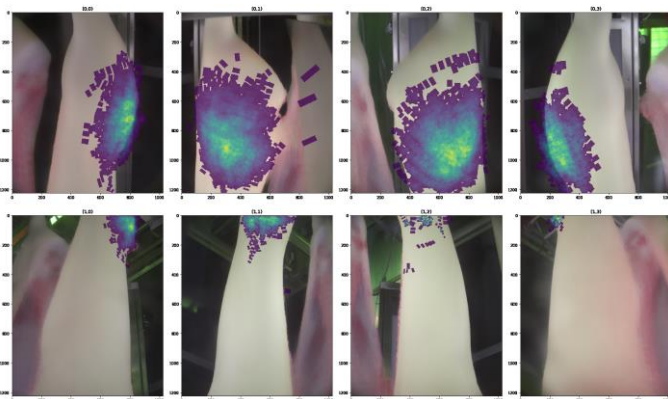
Kommenterede [MT1]: OK?

Det blev valgt at både udvikle og validere algoritmen på data, der allerede var blevet optaget fra systemet "Vision til kødkontrol" ved projektets start. Dette muliggjorde et agilt udviklingsforløb, hvor først annotering af tatoveringer og efterfølgende udvikling af algoritmen kunne foregå parallelt med opsætning af kameraerne ved værtsslagteriet. Via passende hold-out-set blev algoritmen til automatisk aflæsning af tatoveringerne også valideret på disse data efterfølgende. Her blev observeret en præcision sammenlignelig med, hvad der kunne forventes fra en manuel gennemgang, når tatoveringer, der ikke kunne aflæses direkte fra billederne, blev ekskluderet. Tatoveringer, som var af en så utilstrækkelig kvalitet, at de ikke kunne aflæses manuelt fra billederne, var dog en udfordring for den automatiske aflæsningsalgoritme.

Algoritmen til kønskoderne blev udviklet via annoteringer af grisene udtaget fra værtsslagteriet, hvor hver gris har fået en kønskode på 0, 1 og 8, for henholdsvis so, galt og hangris. Modellen, der anvendes til at forudsige køn, er opbygget vha. Resnet18 med præ-trænede vægte. Hertil er der tilføjet et sidste lag som et fully-connected layer, der giver en 1x3 vektor som output i form af sandsynligheder. Billederne normaliseres derfor til imagenet i træningsprocessen, netværket trænes, og der anvendes en softmax-aktivering, hvor resultatet evalueres på baggrund af den annotering, der er angivet på grisen. En validering baseret på holdout viste en præcision sammenlignelig med den manuelle vurdering på værtsslagteriet.

Udvikling af kamerasystem

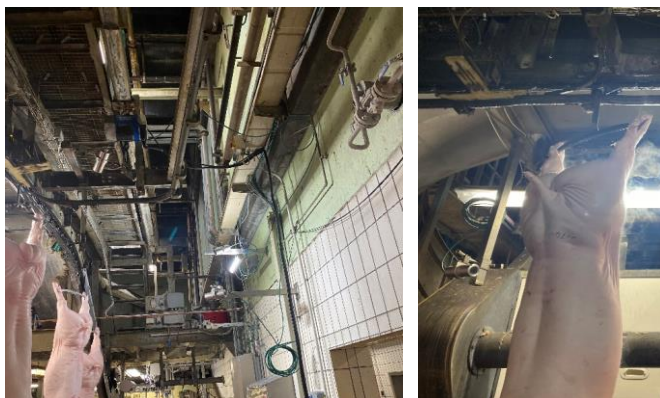
Via de annoterede VTK-data var det muligt at lave et heatmap over densiteten af tatoveringer, som det ses herunder:



Først blev der lavet en opstilling bestående af tre kameraer, der med udgangspunkt i ovenstående densiteter blev forsøgt placeret, så de kunne dække de relevante områder.

Efterfølgende blev dette dog udvidet til en 5-kameraopstilling, der blev placeret med et centralt kamera og to sidekameraer til hver side, som figurerne herunder indikerer. Denne opstilling blev, ud over de eksisterende lamper,

suppleret med to lamper for at skabe tilstrækkelig kontrast inden for de lukketider, der blev tilladt af båndhastigheden.



Endelig blev der opsat lens-cap på udvalgte kameraer for at reducere modlyset fra den modstående belysning. Desuden gjorde disse også, at opstillingen blev mindre følsom over for let beskidte ruder. Generelt set er rene ruder dog stadig et betydeligt krav til systemet, for at der kan opnås en tilstrækkelig kontrast af tatoveringerne.

Integration/live test Der blev gennemført integration/live test, hvor de udviklede algoritmer kørte i realtid på den opsatte GPU PC på værtsslagteriet over en uges produktion. Dette blev primært gjort for at vise, at den nødvendige hastighed og stabilitet af algoritmen var opnået.

Konklusion/diskussion Projektet har udviklet et system til automatisk aflæsning af leverandørnumre og kønskoder. Dette har vist lovende resultater med potentiale til at kunne reducere arbejdet med at udføre disse registreringer, forbedre den nuværende datakvalitet og give bedre sporbarhed. Om systemet har opnået tilstrækkelig præcision til at realisere disse, kræver dog yderligere validering.

Arbejdet fortsættes i regi af "IT-løsninger i Industri 4.0 rammer" i 2022 under AP5. Rettidig udvikling af produktions-IT og/eller kommercielt.

Kontaktinformation Glenn Gunner Brink Nielsen
Mail: gln@teknologisk.dk