



Slutrapport

Kvalitetsskinker – onlinemåling og sortering

Januar-december 2019

14. november 2019

Proj.nr. 2007064

Version 2

EVO/mt

Baggrund

Danske slagterier udnytter i høj grad sortering af slagtekroppene med henblik på at opnå store produktudbytter og høj salgsværdi. Sorteringen baseres på midterstykket. Selv om der er en høj korrelation mellem kødindholdet i delstykkerne, forventes en potentiel øget salgsværdi ved en yderligere sortering baseret på skinkernes egnethed til produktion af fx tørrede eller kogte skinker.

Det nuværende online klassificeringsudstyr på danske og mange udenlandske slagterier er baseret på ultralydsmåling. Adskillige test har vist, at udstyret er et højpræcisionsudstyr, alligevel skønnes det, at 1-2% af målingerne fejler så meget, at slagtekroppen bliver fejlsorteret. Dermed bliver anvendelsen ikke optimal med ekstra omkostninger til håndtering til følge.

Overordnet projektmål

Formålet med projektet er at udvikle en online måleløsning til sortering af skinker ud fra vægt, kødprocent, fedttykkelser og eventuelt form. Måling af kødprocent er alt andet lige den væsentligste sorteringsparameter, hvorfor udvikling af en egnet online måleløsning til håndtering af outliers fra det nuværende klassificeringsudstyr har første prioritet. Derudover suppleres med løsninger, som kan øge sorteringssikkerheden for skinker.

Målgruppen

Målgruppen er de danske svineslagterier.

Værdiskabelsen

Værdiskabelsen opnås i kraft af, at kunderne i højere grad får de råvarer, der passer til den enkelte kundes krav, og slagterierne vil få en bedre driftsøkonomi i form af bedre prisudbytter og færre omkostninger til håndtering som følge af fejlsortering.

Overvejelser i analyse- og idéfasen

Indledningsvis blev der gennemført en litteraturgennemgang med henblik på at forstå, hvilke parametre som har speciel betydning for produktion af kvalitetsskinker. Skinker til saltning og lang tids lagring kræver en råvare, som er skåret korrekt og er uden sværskader. Opdeling i grupper, hvor fedtdækket og vægt varierer lidt indenfor gruppen, gør selve produktionen (saltning og tørring) lettere med et ensartet produkt som resultat. Meget magre skinker er velegnede til kogte skinker, da forbrugere foretrækker denne type produkter uden fedt.

Løsningen skal altså primært kunne udsortere skinker på basis af kødprocent i hele slagtekroppen (uden outliers), prædiktere fedtdækket ud fra blandt andet synlig spæktykkelse over Gluteus Medius og vægt af skinken.

Der er løbende udviklet online klassificeringsudstyr baseret på forskellige teknologier. En større sorteringssikkerhed kræver en måleløsning, der kan udføres på slagtelinjen, hvorfor der blev søgt inspiration i alternative automatiske klassificeringsudstyr til ultralyd. Der findes p.t. to relevante teknologier. Den ene er baseret på visionmåling af den synlige spæktykkelse (Image-Meater fra CSB-System og VCS 2000 fra e+v), mens den anden er baseret på magnetisk induktion (gmSCAN, udviklet af det spanske firma Lenz i samarbejde med det irske firma G&M Steel).

Teknologisk Institut, DMRI, har udviklet en ny metode baseret på volumenbestemmelse, som potentielt kan prædiktere kødindholdet med samme præcision som de øvrige nævnte metoder. Dette blev sandsynliggjort ved hjælp af instituttets database med CT-skanninger. En online volumenbestemmelse vil tillige kunne beskrive flere detaljer om slagtekroppen, hvilket kan øge sorteringssikkerheden for skinkerne. Der findes flere teknologiløsninger til volumenbestemmelse: 3D skanning, time-of-flight-metoder og stereo-vision (flere metoder).

Krav til og valg af løsning

Der er ikke kendskab til et eksakt omfang af outliers fra AutoFOM eller årsagerne til outliers. Det er antaget, at en fejlsortering på grund af outliers ikke må overstige 2,5%. Dette forventes opnået ved at kombinere to målemetoder, dels en volumenbestemmelse (usikkerhed $< 0,75 \text{ dm}^3$) og en måling af spæktykkelsen ud for Gluteus Medius (usikkerhed $< 2 \text{ mm}$).

Skinkevolumenet skal kunne isoleres og i kombination med slagtevægten kunne prædiktere skinkevægten med en usikkerhed $< 0,250 \text{ kg}$ (forbedring på 30%).

Metodeudvikling

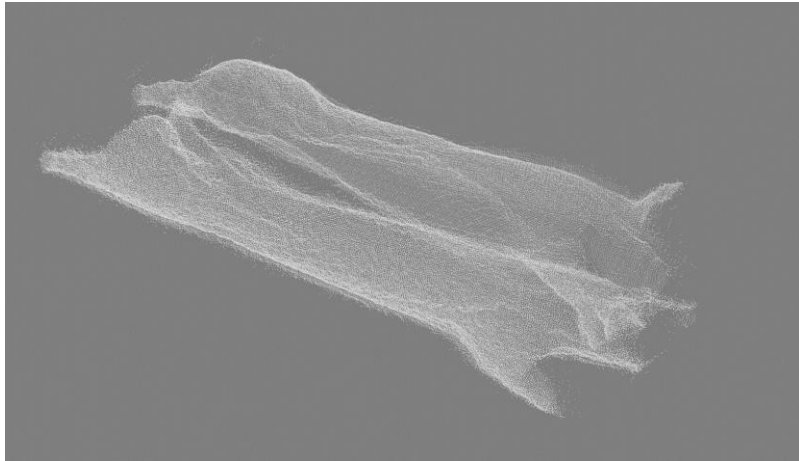
Den valgte metode består af fire 3D-kameraer (Kinect) til volumenbestemmelse og et RGB-kamera med relativ høj opløsning (Basler) til måling af spæktykkelse. Opstillingen blev testet i laboratorium. Kalibreringsmetode og software til ID- og dataregistrering blev udarbejdet. Der blev desuden udviklet en testversion af software til volumenbestemmelse. Efter en række justeringer var en testversion (F-model) klar til opstilling på Danish Crowns slagteri i Ringsted.

Valideringstest

I løbet af to dage blev der målt ca. 6.000 slagtekroppe med testopstillingen. Der blev udvalgt ca. 40 slagtekroppe hver dag, hvor spæktykkelsen blev kontrolmålt. 12 slagtekroppe blev udvalgt til CT-skanning til kontrolmåling af volumen og kød%. Dermed opnåedes i alt 24 sæt data med alle oplysninger fra både slagtelinjen og fra kontrolmålinger.

Figur 1

Rådata fra fire 3D-kameraer
kombineret i ét billede



Figur 2

Overfladen på slagtekrop-
pen er bestemt med special-
software



Figur 3

Billede af snitfladen til fast-
læggelse af spæktykkelse
over Gluteus Medius musk-
len.



Valideringsresultat

Det er potentielt muligt at isolere skinkedelen på online-volumenmåling med en sikkerhed på ca. 0,5 dm³.

Spæktykkelsen over Gluteus Medius kan bestemmes med en sikkerhed på ca. 1,7 mm.

En kombination af de to online-målinger (skinkevolumen og spæktykkelse) kan bestemme skinkekød% med en sikkerhed på 1 kød% – en forbedring på ca. 20%.

Volumenbestemmelse af hele kroppen er ikke tilstrækkelig robust til at beregne total-kødprocent med henblik på at identificere outliers. Gennemsnitlig volumen af højre og venstre side kan bestemmes med en sikkerhed på 1,6 dm³ (krav: 0,75 dm³).

Spæktykkelsesmålingen vil alene kunne identificere meget afvigende fejl-målinger af kød% (> 7-8 kød%).

Med sikkerhed forstås den estimerede standardafvigelse.

Prototypedesign

På basis af ovenstående resultater kan prototypen til volumenbestemmelse designes:

- Kameradækningen skal udvides, så forende-/hovedregionen samt bughule dækkes bedre (flere kameraer).
- Kameravinkler skal optimeres.
- Mekanik til reduktion af slagtekropbevægelser og rotation af hængejern.
- Kameraerne skal skiftes til en ny version af Kinect-kameraer, så der opnås automatisk synkronisering mellem kameraer.
- Optimering af kalibreringsrutiner, så de ikke forstyrres af slagteriets lamper (justering af lysforhold).
- Fuldautomatisk algoritme til volumenbestemmelse og isolering af skinkevolumen (std.dev. < 0,75 dm³).

Opstillingen suppleres med RGB-kamera med fuldautomatisk algoritme til bestemmelse af spæktykkelse over Gluteus Medius (std.dev. < 2 mm).

Konklusion/diskussion

Projektets resultater har sandsynliggjort, at det er muligt at etablere et målesystem baseret på en kombination af præcis volumenbestemmelse og spæktykkelse. Systemet vil kunne øge sorteringssikkerheden generelt (færre outliers for kød%) og prædikere skinkekød% (korreleret til fedtdække) samt vægt af skinke med højere præcision, end det er muligt i dag.

En væsentlig kvalitetsparameter er sværkvaliteten. I projektet *Vision til kødkontrol* er det demonstreret, at sværkvaliteten kan bestemmes med et højopløsningskamera.

Logistikken i slagteriernes kølerum er en udfordring på kort sigt, hvorfor håndtering af outliers ikke for nuværende er aktuel.

Afsætningssituationen har en karakter, som p.t. gør sortering af skinker uaktuel.

Referencer

Rapport: Krav til kvalitetsskinker – sammendrag

Rapporten, som er udført af Arnaud Joffe (fransk praktikant), sammenfatter rapportering (på engelsk) af litteratur omhandlende skinkekvalitet og metoder til måling. Rapporten indeholder desuden resultater fra analysen af DMRI's database med CT-skanninger, som sandsynliggør, at volumenbestemmelse og slagtevægt er tilstrækkelig information til bestemmelse af det totale kødindhold i slagtekroppen.

Kontakt

Yderligere information kan indhentes hos:
Sektionsleder Ole Ryding
Projektleder Eli Vibeke Olsen