



Slutrapport

AP2. Objektiv rengøringskontrol – prototype

01.01.2022-31.12.2022

1. august 2023
Proj.nr. 2009614
Version: 1
Init. JSD/MT/IPE

Baggrund En stor del af vandforbruget på kødvirksomhederne skyldes rengøring. En højere grad af objektiv vurdering af rengøringsbehovet og sikring af, at det er gjort godt nok, kan hjælpe til at sikre bedre overensstemmelse mellem vand- og energiforbrug og rengøringsbehovet. I et tidligere projekt blev det afklaret, at ved at belyse områder med bestemte UV-bølgelængder kan man ved hjælp af et UV-kamera se fluorescens fra evt. snavs ved andre UV-bølgelængder end dem, man lyser med. Ud fra dette kan man vurdere, om området er gjort tilstrækkeligt rent. I det tidligere projekt blev relevante overflader på slagteriet også undersøgt for, om de fluorescerede.

Ved at udvikle en håndholdt prototype kan denne teknologi flyttes fra laboratoriet ud i industrien, og det kan afprøves, om teknologien virker tilfredsstillende i samarbejde med virksomhederne.

Overordnet projektmål Det overordnede projektmål er at udvikle en håndholdt prototype til at foretage inspektion på virksomhederne og afklare, om teknologien virker godt nok til, at den skal videreudvikles til et egentligt produkt. Desuden kan prototypen hjælpe med at dokumentere, hvor der ikke er gjort godt nok rent.

Der udvikles en batteridrevet, håndholdt prototypeenhed med brugerflade og skærm, som dels viser et billede af det undersøgte område, dels markerer områder, hvor der ikke er gjort godt nok rent. Enheden vil muliggøre en objektiv kontrol af rengøringen og bidrage til at sikre en effektiv rengøring med minimal brug af ressourcer.

Målgruppen Kødproduktionsvirksomheder og evt. beslægtede industrier.

Metodeudvikling Den tidligere udviklede funktionsmodel skal have tilføjet en funktionalitet til at bedømme afstanden til en forurening, så samme følsomhed kan opretholdes over enhedens følsomhedsområde. Hertil blev forskellige sensorer undersøgt, og forskellige typer afstandsmålere overvejet. Vi endte med at bruge en Kinect afstandsmåler, da den har en god ydelse til en rimelig pris. Undervejs i projektet lancerede en anden producent, Orbbec, en tilsvarende sensor, men da havde vi lavet designet til Kinect-sensoren. Vores vurdering er, at Orbbec's Femto-sensor kan udføre opgaven lige så godt til en lidt billigere pris.



Figur 1. Kinect i sin normale indpakning.



Figur 2. Orbbec Femto er meget lig en Kinect i udformning og specifikationer.

Udover 3D-punktskyen leverer Kinect-sensoren også et almindeligt farvebillede.

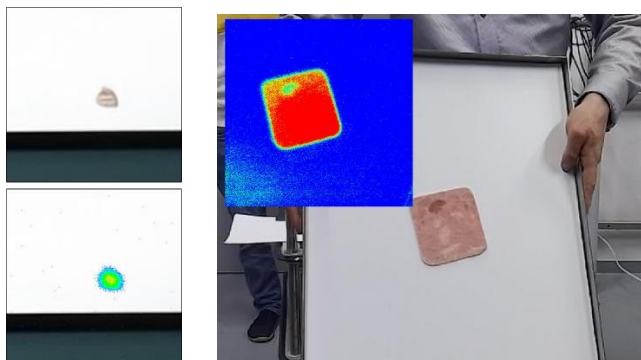
Prototypeenheden har altså tre billeder, som skal kombineres: et UV-fluorescensbillede, et almindeligt farvebillede og et afstandsbillede. Kinecten kan selv overlevere farvebillede og afstandsbillede, og vi har udviklet en software til overlejring af UV-fluorescenssignalet med farvebilledet.

Prototypemodell Prototypeenheden blev udviklet til at være batteridrevet. Enheden består altså af batteri, 3D-måler med farvekamera (Kinect), UV-kamera med smalbåndet UV-filter, samt UV-dioder med smalbåndet filter foran. Dertil kommer styringskredsløb og køleprofiler til UV-dioder. Da funktionsmodellen havde ret begrænset rækkevidde, valgte vi at udstyre prototypeenheden med 10 UV-dioder og et meget følsomt UV-kamera baseret på en helt ny chip udviklet af Sony. Det valgte vi ud fra tankegangen om, at det er nemmere at skrue ned for følsomhed end op.

Tilsammen gav den øgede lysmængde og det mere følsomme kamera en faktor 100 mere lysfølsomhed, hvilket kan konverteres til 10 gange længere rækkevidde.



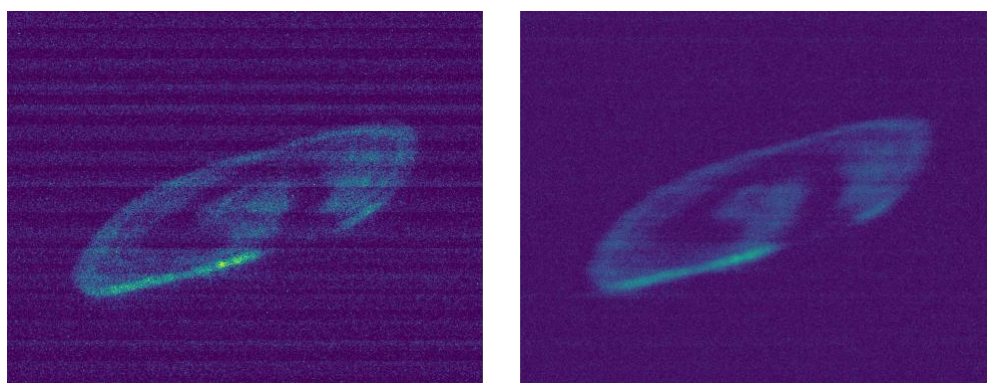
Figur 3. Den samlede prototypeenhed med 10 UV-lamper samt UV- og Kinect-kamera.



Figur 4. Software viser farvebillede fra Kinect-kamera overlejret med billede fra UV-kamera i falske farver.

Styringskredsløbet leverer strøm til kameraet og sørger for at pulse UV-dioderne samt trigge UV-kameraet synkront med dioderne. Kinect-kameraets billedoptagelse kører med en given framerate og kan ikke triggles. Der blev udviklet en brugergrænseflade, som muliggjorde kontrol af de nødvendige kamera- og lysparametre under billedoptagelsen samt sørgede for at sammenkoble billederne fra de to kameraer. Der var mulighed for at placere UV-fluorescensbilledet over farvebilledet, men dette viste sig u hensigtsmæssigt under udviklingen, så UV- og farvebilledet blev placeret side om side for at lette inspektionen af billederne.

Det nye UV-kamera var væsentligt mere følsomt end det tidligere kamera. Når der blev skruet meget højt op for forstærkningen i kameraet, kom der noget systematisk billedstøj til syne, hvorfor vi udviklede et matematisk filter til efterbehandling af billedet. Med filteret aktivt kunne vi se flere gange svagere signaler. Det kan direkte omsættes til større mulig arbejdsafstand/areal for enheden. Selvom billedstøjen flytter sig rundt i billedet hele tiden, er det matematiske filter i stand til at korrigere effektivt for det.



Figur 5. UV-fluorescensbillede af et stykke rullepølse. Venstre er det originale ubehandlede billede, hvor højre billede er filtreret med matematisk Fourier-filter. Det ubehandlede billede indeholder vandrette striber. De fjernes effektivt af Fourier-filteret.

Med optimerede kamera- og lysparametre samt Fourier-filtrering var det muligt at se kødrester på en afstand af op til omkring 2 m. Den effektive afstand for kødsaft var omkring 1 m på en ikke-fluorescerende overflade.

<i>Værdiskabelsen</i>	En mere effektiv rengøring kan potentielt give vand- og energibesparelser. Der kræves naturligvis en indsats fra virksomheden for at realisere denne gevinst; her kan instrumentet bruges til at kvantificere manglende rengøring objektivt. Den anden værdi er at effektivisere inspektion af rengøringen, så der i tide kan rettes op på mangelfuld rengøring. En tredje mulig gevinst er mindre risiko for tilbagekald pga. fx listeria, hvis mangelfuld rengøring bedre kan detekteres.
<i>Status og videre forløb</i>	Følsomheden overfor kødsaft viste sig ikke at være tilfredsstillende, og der var også udfordringer med fluorescens fra nogle båndtyper, som ikke var testet i det tidligere projekt. Disse mangler blev desværre fundet for sent i projektet. Pga. disse mangler vurderer vi ikke, at det er værd at fortsætte aktiviteten.
<i>Kommunikation</i>	Slutrapport offentliggøres på Teknologisk Instituts hjemmeside.
<i>Kontaktinformation</i>	Jeppe Seidelin Dam Teknologisk Institut, DMRI Gregersensvej 9 2630 Taastrup jsd@teknologisk.dk