

ROBOTTEKNOLOGI, AUTOMATISERING OG DIGITALISERING (RAD) 2023

Robotter, automatisering og digitalisering integreres mere og mere i forskellige processer, men er det altid positivt at overgå fra en manuel proces til en automatiseret – og kan automatiseringen leve op til den samme kvalitet som den manuelle metode? RAD projektet har udviklet og evalueret på 4 manuelle metoder, der er blevet automatiseret.

Maria Baunbæk

ABSTRACT

Projektet har haft til formål at vurdere, hvorvidt manuelle processer og metoder har kunne automatiseres. I projektet er de manuelle metoder blevet udviklet som automatiserede processer, der efterfølgende er blevet vurderet.

Vurderingerne har, afhængig af metode, både være kvantitative og kvalitative.

Projektet har stået på 4 ben, eller områder/metoder, der er blevet udviklet og afprøvet:

- Automatiseret udpladning- og identifikation af bakterier
- Automatiseret DVFI ved hjælp af billedeidentifikation
- Automatiseret apparatguides via HoloLens
- Droneteknologi til billeder samt beregning af jordmængder og plantedække

På baggrund af vurderingerne er der konkluderet på, om den manuelle metode vil kunne erstattes af den automatiserede.

INDHOLD

Abstract	2
Baggrund for projektet.....	2
De fire delelementer	3
Projektresultater	4
Konklusion	5

BAGGRUND FOR PROJEKTET

Processer der omfatter robotter, automatisering og digitalisering (RAD-teknologier), vil komme til at overtage mange af de processer, der tidligere har været manuelle. Ser man på de brancher som ansætter laboranter, så markerer kemi- og medicinalindustrien sig ved at være en af de industrier, der har øget robotdensiteten mest, og samtidig har branchen øget beskæftigelsen hen over samme periode. Den magtfulde amerikanske Foods and Drug Administration (FDA) anbefaler brug af automatiserede metoder, hvilket er værd at notere, da grønstempling af processer og produkter af FDA er nøglen til det amerikanske marked.

Laboratorie og miljø har med dette projekt ønsket at udvikle og afprøve automatiserede metoder og processer ud fra manuelle metoder, der udføres dagligt mange gange i medicinalindustrien eller i analyselaboratorier som Eurofins og ALS.

I det indledende forstudie blev følgende RAD-processer identificeret som enten up-and coming eller vil blive udbredt i større skala:

- **Lette og intuitive brugerflader** - en tendens der er meget fremme. Denne tendens kan man se, hvis man sammenligner kompleksiteten af Chemstation softwaren (Agilent HPLC) med Unicorn Start (Ækta software).
- **Analyser der involverer billeder kombineret med cobots**, F.eks. en udpladning, hvor robotten tager billede af plade, tæller antallet af kolonier og beregner CFU.
- **Droner** inden for specielt billedgenkendelse f.eks. til genkendelse af vækstbetingelser af træer og enge. Varmekamera på drone til at finde gamle dræn med. Droner med sprøjteudstyr til at sprøjte ufremkommelige bjørneklo og endelig til prøvetagning.
- **Det papirløse laboratorie** hvor der ikke foretages manuelle dataoverførsler. Der er flere udbydere, men ikke nogen der er kommet helt i mål. Da den stadig kun kan lade sig gøre, hvis alt udstyr i et laboratorie er leveret af samme producent.

Med udgangspunkt i analysen af de ovenstående RAD processer blev de forskellige spor i projektet udvalgt, hvor der inden for hvert spor blev udviklet og afprøvet en automatiseret metode.

DE FIRE DELEMENTER

I projektet er der arbejdet med automatisering af manuelle metoder inden for fire områder:

1. Automatiseret udpladning- og identifikation af bakterier
2. Automatiseret DVFI ved hjælp af billedeidentifikation
3. Automatiserede apparatguides via HoloLens
4. Droneteknologi til billeder samt beregning af jordmængder og plantedække

AD1 – Til projektet blev der indkøbt og udviklet en fuldautomatiseret bakterieudpladningsproces med en UR robot (cobot) som omdrejningspunktet. Processen involverer alle trin fra udpladning, omrøring via drigalskispattel, inkubering og bakteriegenkendelse ved hjælp af en billede database med tilhørende AI-model.

AD2 – I projektet er der udarbejdet en database med billeder af invertebrater fra Dansk Vandløbs Fauna Indeks, dertil blev der udviklet en AI-model, der kan vurdere dyrenes art samt omregne art og antal til DVFI for det pågældende vandløb. Endelig blev der udviklet en app, så det er muligt at køre modellen fra en telefon.

AD3 – I projektet er der udviklet forskellige apparatguides til HoloLens, så det er muligt at blive instrueret og oplært i udvalgte apparater via HoloLens.

AD4 – I projektet er der benyttet både luft- og vanddroner til billedetagning, og efterfølgende kan billederne benyttes til at udregne enten jordmængder eller bunddække (vandplanter) i søer.

Inden for hver manuel metode er der udviklet en automatiseret metode, der efterfølgende er vurderet enten kvalitativt eller kvantitativt, og den automatiserede metode er vurderet op imod den manuelle.

PROJEKTRESULTATER

Bakterieudpladning med UR robot (cobot)

I samarbejde med firmaet Incite Robotics er der udviklet, fremstillet og leveret en fuldautomatisk udpladningsrobot (UR robot), som vi efterfølgende har tilpasset, afprøvet og delvis kvalificeret. Robotten udfører en pladespredning af en prøve med bakterier, som efterfølgende inkuberes og til sidst tages et billede af agarpladen i Visiondome. Billedet af agarpladen bliver efterfølgende identificeret, hvor der vha. en AI-model, udviklet af en ekstern leverandør, bliver talt bakteriespecifikke kolonier på agarpladen. Vi har trænet og kontrolleret AI-modellen, og foretaget en delvis validering.

Kvalificeringen af udpladningsrobotten er foregået med inddragelse af studerende, der har brugt processen som en del af deres projekter på 3. semester. De kvalificerede områder af robotten er udvalgt på baggrund af, hvilke der var mest kritiske og relevante for den samlede proces. Kvalificeringen har i de fleste trin bestået i en sammenligning mellem den manuelle metode fx resuspension med whirlymixer, og den automatiserede proces i udpladningsrobotten fx op- og ned sugning i pipetten på robotten.

AI-modellen til billedegenkendelsen er baseret på en lille prætrænet model fra Ultra Lytics. For at skabe billeder, som en AI-model kunne genkende, er der brugt UTI agarplader, der giver farvede kolonier, hvor farven afhænger af den konkrete bakteriestamme. Til at træne modellen blev der fremstillet 24 UTI-plader med én bakteriestamme på hver. I alt blev der arbejdet med 4 forskellige bakteriestammer.

Til at kontrollere modellen blev der fremstillet 36 UTI-plader, hvoraf 12 var plader med kombinationer af bakteriestammer. De 36 kontrolplader blev også talt af en trænet laborant for at holde den automatiserede genkendelse op imod den manuelle.

DVFI – Dansk Vandløbs Fauna Indeks

I samarbejde med Københavns Universitet er der udviklet en billededatabase, AI-model og app til automatisering af DVFI. Der er udviklet en database med 4971 fotos tilhørende 25 taxa af smådyr. De 2665 fotos er taget som en del af projektet ved at indsamle og under stereolup fotografere og nøgle smådyrene. De resterende 2306 fotos er taget fra Global Biodiversity Information Facility for at sikre et datasæt med national relevans, da ikke alle arter findes i de vandløb, projektet havde mulighed for prøvetagning i.

Med udgangspunkt i databasen er der udviklet en model til at genkende taxa, modellen er herefter indbygget i en app, der kan kobles til en stereolup, og derved løbende sætte navn på dyret under luppen samt en procentsats for sikkerheden. De fundne taxa og antal af dem gemmes som en liste, og der laves derefter en DVFI-beregning på baggrund af de fundne taxa. Resultaterne er publiceret i en artikel i Vand og jord nr. 4 2023.

Apparatguides via HoloLens

Der er i samarbejde med Virsabi, udviklet guides til 2 laboratorieapparater samt et escaperoom, der blev brugt i forbindelse med RAD event maj 2023.

Den ene af de to guides til apparater er kvalitativt testet på studerende og medarbejdere, der ikke tidligere havde brugt apparatet. Efter endt træning udfyldte deltagerne et spørgeskema om deres oplevelse og udbytte af HoloLens træningen. Der var en overvægt af de adspurgte deltagere, der gav udtryk for at den virtuelle instruktion fungerede godt og for nogle bedre end en skreven manual.

Droneteknologi

Der er lavet dronebilleder med flyvedronen af engen ved Tryggevej 1, hvor der er blevet lavet en surfacemodel og en terrænmodel. De to tilsammen giver et 3D billedet, hvorved man efterfølgende kan lave en måling på det volumen af jord, bygninger, træer m.m., der er ovenpå jorden.

Vanddronen er blevet brugt kombineret med Sonarlight, der er en pythonpakke, som gør det muligt at trække data ud fra Lowrance transducere. Udtrækket fra transducere giver et stilframe fra hver enkel "ping", som transducere sender ud, og laver et billede med xyz-koordinater, hvilket gør det nemt at lave meget præcise batymetriske kort. Data fra dette er i sig selv noget, der er mangelfuldt, men er ikke ny viden. Det nye ved denne del af projektet er de frames, der kan trækkes ud ved hjælp af denne pythonpakke. Her kan man se hvert enkelt billede, som er blevet taget, og gruppere dem efter forskellige visuelle effekter, f.eks. plantedække eller hårdhed i bunden.

KONKLUSION

Der er inden for hvert delelement i projektet konkluderet på den automatiserede metode i forhold til den oprindelige manuelle metode.

For bakterieudpladningsrobotten med tilhørende billedeidentifikation er den samlede konklusion, at de fysiske/tekniske processer om bakterieudpladning kan erstattes af en cobot med tilhørende delprocesser, og at udpladning, sterilisation samt inkubation kan foregå uden personer deltager i processen.

AI-modellen er på nuværende tidspunkt ikke god nok til at levere et tilfredsstillende resultat på antal kolonier og bakterietype. Dvs. at den manuelle metode med bakterieidentifikation vurderes både kvalitativt og tidsmæssigt bedre end den automatiserede.

For DVFI kan det konkluderes, at der er udviklet et datasæt og modeller som et "proof-of-concept" på, hvordan identifikation af smådyr ved bestemmelse af DVFI kan "assisteres" ved brug af maskinlæring, dog fortsat suppleret med eksperter når det gælder identifikation af især sjældne arter.

For apparatguides på HoloLens kan det konkluderes, at de to udviklede guides fungerer godt, og at HoloLens har potentiale til at kunne udfase de skrevne manualer. HoloLens guides tager tid at bygge op, men når de først er udviklet, giver de et helt andet visuelt billede, af hvad man skal gøre ved apparatet end skriftlige manualer. Derudover viste inddragelse af en ny type teknologi at højne de studerendes lyst og engagement til at sætte sig ind i apparatteknik.

For droneteknologi kan det konkluderes, at droner i høj grad kan benyttes til at overtage manuelle metoder, der både er tidskrævende og kan være svært fremkommelige.