

SLUTRAPPORT
GUDP-projekt 2018 – 2020

Weed-AI

Præcisionsdetektering af sukkerroer og ukrudt ved brug af kamera og machine-learning



31. MARTS 2020

Af Mads Dyrmann
Sapio IVS

Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, GUDP, som er en erhvervsstøtteordning under Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

GUDP giver tilskud til projekter, der understøtter grøn og bæredygtig omstilling af fødevarerhvervet, og programmet dækker hele værdikæden fra primærproduktion til forarbejdningsindustri og afsætningsled.

Det er GUDP's ministerudpegede bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen.

GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen

Nyrupsgade 30, 1780 København V

Augustenborg Slot 3, 6440 Augustenborg | Tlf.+45 33 95 80 00

Mail: gudp@lbst.dk

Web: www.gudp.dk

Denne slutrapport er godkendt af GUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.

SLUTRAPPORT

Weed-AI

Præcisionsdetektering af sukkerroer og ukrudt ved brug af kamera og machine-learning

FAKTA OM PROJEKTET

Projektperiode: jan. 2019 - dec. 2020

Projektdeltagere: Sapio IVS

Bevilling fra GUDP: 308.610 kr.

Projektleder: Mads Dyrmann

FORMÅL

Præcisionsbekæmpelse af ukrudt kræver kendskab til planternes placering. Dette projektet har til formål at udvikle algoritmer til billedgenkendelse i sukkerroer for at styre ukrudtsbekæmpelse med lugerobotter og/eller spot-sprøjtning. Projektet har særligt fokuseret på høje ukrudtstryk for at sikre en robust løsning til den virkelige verden. De udviklede algoritmer kan ydermere anvendes til målrettet fungicidbehandling, samt kortlægning af roernes størrelse og konkurrencedygtighed.

PROJEKTETS RELEVANS

De seneste års kvantespring inden for kamerateknologi og kunstig intelligens har gjort det muligt at lave præcis detektering af planter i billeder. Dette kan anvendes til præcisionsbekæmpelse af ukrudt - enten mekanisk eller kemisk. Sukkerroer er i denne henseende interessante.

Markedet for økologisk dyrkede afgrøder er i vækst i både Danmark og udland. På trods af dette udgør økologiske roer under 1% af det samlede roeudbytte i Danmark, hvilket er en mindre andel end de fleste øvrige afgrøder. En forklaring på denne forskel skyldes kampen mod ukrudt.

Ukrudt er især en udfordring i sukkerroer, da roer vokser langsomt og dækker jorden relativt sent. Dette medfører, at jorden dækkes af ukrudt, hvilket kan give udfordringer for de lugerobotter, der kræver, at der er synlig jord mellem ukrudt og roer. i 2016 rapporterede Nordic Beet Research at “[...] Det tiloversblevne ukrudt i rækkerne blev forsøgt bortluget med robot og det lykkedes at fjerne noget, men en relativ stor procentdel (48-73 %) stod tilbage [...]. Den utilstrækkelige effektivitet skyldes primært, at lugerobotten ikke er i stand til at skelne roe- og ukrudtsplanter, der har omtrent samme størrelse, men der arbejdes på at forbedre dette.” [NBR 2016]

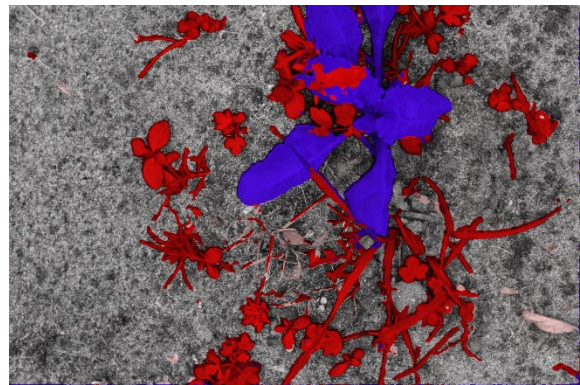
Udfordringen med ukrudt er medvirkende til, at udbyttet for de bedste økologisk dyrkere i 2017 var under halvdelen af udbyttet fra de bedste konventionelle dyrkere [NBR og NS 2018].

Da eksisterende lugerobotter i roer i overvejende grad har været begrænset af at kunne skille afgrøde fra ukrudt, har potentialet for forbedringer på dette punkt været højt.

HOVEDRESULTATER

I projektet har vi udviklet et kamera og algoritmer, der kan finde roer, når der er meget ukrudt i marken. Der er udviklet to algoritmer med hver sine styrker, og de kan bruges sammen eller hver for sig. Fælles for de to algoritmer er anvendelsen af kunstig intelligens, der åbner op for identificering og læring af genkendelige træk i planterne. Sammenlignet med traditionelle metoder, giver det særligt en øget anvendelighed ved store ukrudtstryk.

Den første algoritme kan detektere hvor der er roer, hvor der er ukrudt, og hvor der er jord. Med denne algoritme kan vi kortlægge roens vækst og konkurrencedygtighed. Denne algoritme vil passe i eksisterende lugeroboter, der kræver billedinputs, hvor planternes overflade er fundet. Et eksempel på detektering af roer (blå) og ukrudt (rød) er vist i følgende figur:



Den anden algoritme kan detektere roernes vækstpunkter. Ved at detektere vækstpunktet, kan lugerapparatet gå under roernes blade, så mere ukrudts fjernes. Eksempler på automatisk detektering af vækstpunkt (+) er vist i følgende figur:



Detekteringen af vækstpunktet sker med en afvigelse på i gennemsnit 11,9 mm, hvilket vi vurderer er mere end tilstrækkeligt til brug med lugeroboter. Udover at styre en lugerobot kan denne algoritme bruges til at måle kvaliteten af såmaskiner ved at måle afvigelser i afstanden mellem sukkerroer.

Kameraet og algoritmerne har også potentiale inden for præcisionssprøjtning. Moderne spotsprøjter vil nemlig, med et passende input, kunne målrette sprøjtningen til ukrudtet, så man undgår at spilde kemi på roer og jord. Systemet kan således både anvendes inden for det konventionelle og det økologiske jordbrug.

Ved overgang fra kemisk til mekanisk bekæmpelse, vurderer vi, at der gennemsnitligt kan spares 0,53 BI/ha for hver overkørsel. Ved kemisk bekæmpelse med præcis spotsprøjtning, vil effekten afhænge af mængden af ukrudt og præcisionen af sprøjten. En halvering af kemiforbrug er dog ikke urealistisk. Hertil kommer muligheden for at bruge kameraet og algoritmerne til svampebekæmpelse, samt anvende systemet i andre højeværdiafgrøder.

PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

I projektet har vi udviklet algoritmer til genkendelse af ukrudt og sukkerroer. Udviklingen har krævet store mængder data, som både var tidskrævende at indsamle og efterfølgende annoterer. Billederne er indsamlet ved forskellige landmænd, og det er vores erfaring, at der er blandt landmænd er en interesse og velvillighed til at lægge jord til især ikke-destruktiv dataindsamling. Dette har vi sat stor pris på i projektet.

Projektet er løbet over to år, hvor roerne har stået pænt i begge år i det sene forår/tidlig sommer, hvor vi har indsamlet billeder. Der har ikke været nogen ekstreme vejrfænomener, der kunne stresste algoritmernes ydelse. Vi har forsøgt at kompensere ved at målrette dataindsamlingen, så vi både fik billeder fra områder med meget og lidt ukrudt, samt fik billeder af nogle af de planter der så lidt 'pjuksede' ud. Med dette udgangspunkt, har vi vist, at der kan udvikles algoritmer, som kan detektere roer på forskellige vækststadier og ved varierende ukrudtsbelastning.

Vi ser dog frem til at kunne lave yderligere forsøg, både i roer og andre afgrøder, for at udfordre systemets robusthed yderligere og videreudvikle systemet til at håndtere flere afgrøder.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

I projektet har vi udviklet algoritmer og et kamerasystem, der kan genkende roer fra ukrudt, hvilket var målet med projektet.

En udfordring med lugerobotter, der baserer deres beslutning på kamerateknologi, har været stort ukrudtsdække. Dette er blevet adresseret i projektet, med to algoritmer, der med billedanalyse, løser problematikken på hver sin måde. Det ene system kan detektere roernes vækstpunkter, hvilket kan benyttes til præcis styring af lugerobotter. Det andet system kan detektere roer og ukrudt, hvilket også kan benyttes til præcisionssprøjtning samt til kortlægning af konkurrencedygtigheden. Da kamerasystemet og algoritmerne leverer flere informationer end prototype-redskabet kan omsætte, er det oplagt at videreudvikle teknologien i samarbejde med maskinproducenter.

Anvendelsen af algoritmerne vil resultere i en mindre herbicidbelastning, særligt hvis landmanden vælger at erstatte en eller flere sprøjtninger med mekaniske lugerobotter eller anvende præcisionssprøjtning. I økologiske marker kan anvendelsen af algoritmerne benyttes til at øge mulighederne for at bruge lugerobotter når ukrudtet står tæt.

FORMIDLING

Algoritmerne og resultaterne er dokumenteret i en videnskabelig artikel, der har gennemgået dobbelt fagfællebedømmelse, og som er godkendt til publicering i det internationale videnskabelige tidsskrift

Precision Agriculture i juli 2021. Resultaterne er ligeledes godkendte til mundtlig præsentation ved konferencen 'European Conference on Precision Agriculture 2021 (ECPA 2021)' i sommeren 2021.

Læs mere om GUDP's projekter på www.gudp.dk