



Bachelorarbeit

B. 202

vorgelegt von

Herrn stud. mach. Hernik Bullinger

Bewertung von KI-Algorithmen zur luftgestützten Objekt-Detektion in landwirtschaftlichen Umgebungen

Evaluation of AI algorithms for airborne object detection in agricultural environments

Matrikelnummer: 4877479

Prüfende Person: Prof. Dr. Ludger Frerichs

Betreuende Person: Herr Gerloff

Sperrvermerk

Wird bei Bedarf eingefügt!

Vorgabe erfolgt durch das Institut IMN

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden, alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus anderen Quellen übernommen wurden, als solche kenntlich gemacht sind, und die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen hat.

Braunschweig, den 18. Januar 2023

Henrik Bullinger

Abbildungsverzeichnis

2.1	Maße des <i>International Standards Organization (ISO)</i> Barrel 18497	3
2.2	Rot umrandetes <i>International Standards Organization (ISO)</i> Barrel 18497 inmitten Gräser	4
6.1	Abgetastetes Signal ohne Leckeffekt. Bsp. mit $N=10$; $F_s=1$ kHz; $T_s=10$ ms	9

Tabellenverzeichnis

6.1	Tabellenüberschrift	9
-----	-------------------------------	---

Abkürzungen

<i>ISO</i>	<i>International Standards Organization</i> (Internationale Organisation für Normung)
<i>LiDAR</i>	<i>Light detection and ranging</i> (Lichtererkennung und Reichweitenmessung)
<i>RGB</i>	<i>Red Green Blue</i> (Rot Grün Blau)
<i>UAV</i>	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (Unbemanntes Luftfahrzeug)

Abstract

Kurze Erläuterung der Neuerungen:

maximal eine Seite, i.d.R. in englischer Sprache verfasst

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungen	VI
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	2
2.1 Landwirtschaft	2
2.1.1 ISO Barrel 18497	2
2.2 Sensorik	3
2.3 Künstliche Intelligenz	3
2.3.1 Machine Learning	3
2.3.2 Deep Learning	3
2.3.3 Convolutional Neural Network	4
3 Algorithmen	5
3.1 YOLO-Algorithmus	5
3.2 R-CNN-Algorithmen	5
3.2.1 R-CNN	5
3.2.2 Fast R-CNN	5
3.2.3 Faster R-CNN	5
3.2.4 Mask R-CNN	5
3.3 Single shot Detection	5
4 Bewertungskriterien	6
4.1 Detektionsgeschwindigkeit	6

4.2	Detektionsgenauigkeit	6
4.3	Speicherplatz	6
4.4	Fehleranfälligkeit	6
5	Auswertung der Kriterien	7
6	Fazit	8
6.1	Citation	8
6.2	Equations	8
6.3	Tables and Figures	8
A	Anhang	i
A.1	Leitfaden zur Erstellung studentischer Arbeiten am IMN	i

1 Einleitung

In Folge einer stetig anwachsenden Weltbevölkerung und aufgrund des anthropogenen Klimawandels steigen die Anforderungen an die Landwirtschaft. Die Bewirtschaftung von schrumpfenden landwirtschaftlichen Flächen muss effizienter gestaltet werden, damit die Versorgung aufrecht erhalten werden kann. Durch eine Umstellung auf nachhaltige und ressourcenschonende landwirtschaftliche Betriebe, kann diese Herausforderung bewerkstelligt werden. Ein grundlegender Schritt ist hierbei der Einsatz von autonomen Maschinen, welche mittels Künstlicher Intelligenz betrieben werden.

Darunter zählen verschiedene Feldroboter, welche sich um die gängige Feldarbeit kümmern, sowie auch *Unmanned Aerial Vehicles* (UAVs), die hauptsächlich der Überwachung aus der Luft dienen. Dabei können sich die UAVs sowohl um das Pflanzenwohl kümmern, in Form der Verteilung von Düngemittel und Schädlingsbekämpfungsmittel, als auch der Erfassung von pflanzenspezifischen Daten. Des Weiteren werden sie zur Erkennung von Mensch und Tier genutzt, um mögliche Gefahren zu erkennen. Um diese Daten zu sammeln werden Algorithmen zur Objekterkennung verwendet, welche im Folgendem auf ihre Eignung in der landwirtschaftlichen Umgebung geprüft werden.

2 Stand der Technik

SdT

2.1 Landwirtschaft

LW

2.1.1 ISO Barrel 18497

Die *International Standards Organization* (*ISO*) Norm 18497 beschreibt die Sicherheitsanforderungen an autonome Maschinen im Feldeinsatz in landwirtschaftlichen Umgebungen. In ihr ist ein standardisiertes Hindernis definiert, welches als *ISO* Barrel 18497 gekennzeichnet ist und von den Objekterkennungsalgorithmen erkannt werden muss. In Abbildung 2.1 sind die genauen Maße dieses Objekts dargestellt.

Um den Härtefall im landwirtschaftlichen Betrieb darzustellen wird das *ISO* Barrel in grün hergestellt. Das beruht auf dem Hintergedanken, dass die landwirtschaftliche Umgebung ebenfalls meist grün ist und es somit dem Algorithmus schwer gemacht werden soll das *ISO* Barrel als solches zu erkennen. Abbildung 2.2 zeigt beispielhaft den angesprochenen Fall im Feldeinsatz.

Die Erkennbarkeit dieses Objektes stellt somit die grundlegende Bedingung der zu bewertenden Algorithmen aus Kapitel 3 dar.

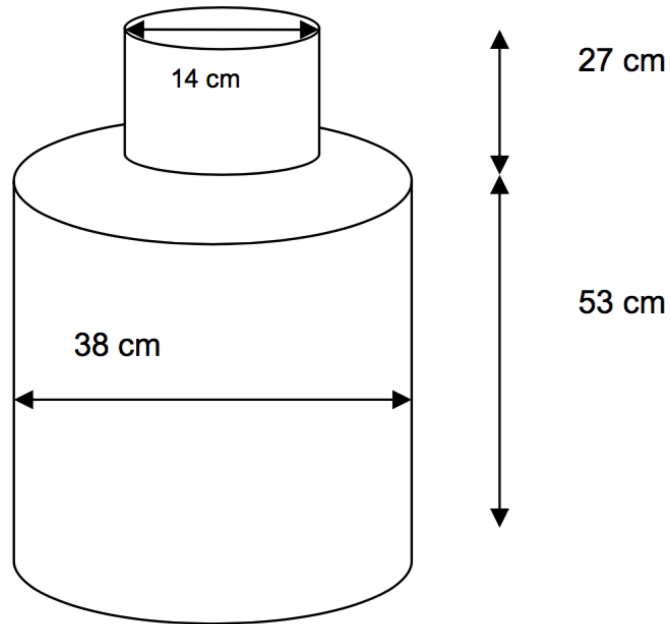


Abbildung 2.1: Maße des *ISO* Barrel 18497

2.2 Sensorik

Zum Einsatz bei der Objekterkennung mittels Algorithmen werden meist *Light detection and ranging (LiDAR)*- und *Red Green Blue (RGB)*-Sensoren, sowie auch Multispektralkameras verwendet. Wobei letztere eher selten zum Einsatz kommen.

2.3 Künstliche Intelligenz

KI

2.3.1 Machine Learning

ML

2.3.2 Deep Learning

DL



Abbildung 2.2: Rot umrandetes *ISO* Barrel 18497 inmitten Gräser

2.3.3 Convolutional Neural Network

CNN

3 Algorithmen

3.1 YOLO-Algorithmus

3.2 R-CNN-Algorithmen

3.2.1 R-CNN

3.2.2 Fast R-CNN

3.2.3 Faster R-CNN

3.2.4 Mask R-CNN

3.3 Single shot Detection

4 Bewertungskriterien

4.1 Detektionsgeschwindigkeit

4.2 Detektionsgenauigkeit

4.3 Speicherplatz

4.4 Fehleranfälligkeit

5 Auswertung der Kriterien

6 Fazit

6.1 Citation

The citation is the foundation of scientific work. This template uses a .bib library which is included as **referenzen.bib** in the header. You can see the file in the directory. I recommend *CITAVI* for Literature collection. In the **.bib** every entry has its unique name, e.g. **Winner.2017b**. Cite with the commant [**Winner.2017b**] The .bib can contain unused entries which wont be plotted in the bibliography.

6.2 Equations

Die Kraft $\boldsymbol{F} = P/v$ berechnet sich zu

And Equations with automated numbering

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a = 0,5 \\ &= \left(\frac{1}{\frac{4}{2}} + 1 \right) \end{aligned} \tag{6.1}$$

$$\neq 7 \int_{x=0}^7 x \, dx \quad \epsilon \epsilon \phi \varphi \tag{6.2}$$

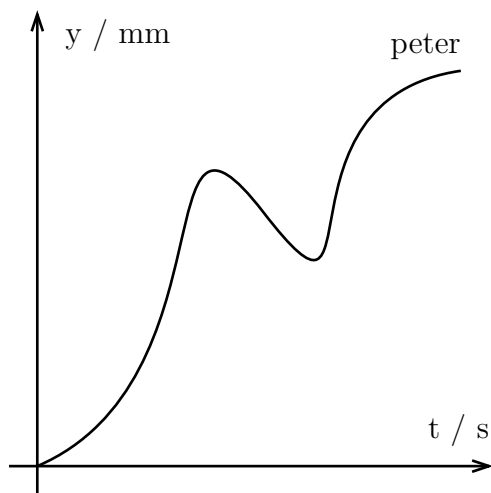
Gemäß 6.1 gilt

6.3 Tables and Figures

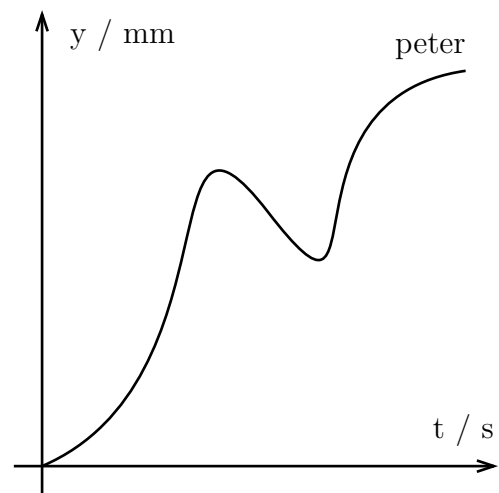
Connected Figures, see 6.1

Tabelle 6.1: Tabellenüberschrift

Fahrzeug	Name	Wert
Auto	Peter	3
Pferd	Hans	5



(a) Zeitbereich



(b) Bildbereich

Abbildung 6.1: Abgetastetes Signal ohne Leckeffekt. Bsp. mit $N=10$; $F_s=1$ kHz;
 $T_s=10$ ms

A Anhang

A.1 Leitfaden zur Erstellung studentischer Arbeiten am IMN



Leitfaden für die Erstellung studentischer Arbeiten am IMN

Format:

Es gibt keine Vorlage für die Erstellung einer Arbeit am IMN. Beispiele für eine angemessene Formatierung sind Doktorarbeiten am IMN oder das Handbuch „Wissenschaftliche Arbeiten und große Dokumente“ vom RRZN, das am Rechenzentrum erworben werden kann. Es ist sinnvoll, das Format vor dem eigentlichen Schreiben in Word oder LaTeX zu definieren.

Eine Übersicht über den Umfang einer Arbeit ist in der folgenden Tabelle aufgeführt. Es handelt sich dabei um Richtwerte, größere Abweichungen müssen mit dem Betreuer abgesprochen werden.

Art der Arbeit	Seitenumfang
Bachelor- und Bachelorprojektarbeiten	60 Seiten
Studienarbeiten	60-80 Seiten
Masterarbeiten	80 Seiten

Sprache:

Es handelt sich um eine wissenschaftliche Arbeit, entsprechend ist auf eine sachliche Formulierung zu achten. Deshalb sind keine umgangssprachlichen Wörter und Redewendungen zu verwenden. Ebenso ist auf eine künstliche Anhäufung von Fremdwörtern, Schachtelsätze und auf den Gebrauch von Füllwörtern zu verzichten. Zu einer objektiven Schreibweise gehören ebenso wenig die Verwendung der Ich-, bzw. Wir-Form. Zusammenhängende Gedanken sind über die Bildung von Abschnitten zu gruppieren.

Aufbau der Arbeit:

Bei der formalen Gestaltung der Arbeit ist folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Titelblatt
2. Original bzw. Kopie der Aufgabenstellung
3. Hochladebestätigung bei Abschlussarbeiten
4. Selbstständigkeitserklärung (römische Seitenzahlen / groß, beginnend bei I, „Von Eides statt“ nicht notwendig)
5. (ggf.) Kurzfassung und Abstract

6. Inhaltsverzeichnis (enthält sich nicht selbst)
7. (ggf.) Formelzeichen- und Indexverzeichnis
8. (ggf.) Abkürzungsverzeichnis
9. (ggf.) Abbildungsverzeichnis
10. (ggf.) Tabellenverzeichnis
11. Hauptteil (Arabische Seitenzahlen, Einleitung & Stand der Technik 1/3, Hauptteil & Fazit 2/3)
12. Literaturverzeichnis
13. (ggf.) Anhang (römische Seitenzahlen / klein)
14. (ggf.) bei Gruppenarbeiten: Zuordnung der Kapitel je Gruppenmitglied

Gliederung:

Für die Gliederung soll eine dekadische Unterteilung mit arabischen Ziffern verwendet werden. Jeder Gliederungspunkt sollte im Text mindestens eine halbe Seite umfassen. Kapitel in erster Ebene, also bspw. zwischen den Kapitelüberschriften 2 und 2.1, sind mit einer kurzen inhaltlichen Beschreibung einzuleiten. Das gilt nicht für die Einleitung und die Zusammenfassung. Die Einführung einer weiteren Gliederungsebene erfolgt nur dann, wenn diese wiederum in mehrere Abschnitte unterteilt wird. D.h., dass nach 1.1 nur dann ein Unterabschnitt 1.1.1 folgt, wenn mindestens auch ein Unterabschnitt 1.1.2 vorgesehen ist. Inhaltlich soll die Gliederung in ausführlicher, aber nicht übermäßig detaillierter Form zeigen, wie der Verfasser der Arbeit das Thema verstanden und bearbeitet hat. Sie muss logisch aufgebaut, d.h. ein roter Faden klar erkennbar sein. Eine folgerichtige und in sich geschlossene Gedankenführung erfordert eine Gliederung mit Neben- und Unterpunkten in logisch einwandfreier Form. Punkte, die in der Gliederung auf derselben Stufe stehen, müssen inhaltlich und logisch den gleichen Rang einnehmen, von einer übergeordneten Problemstellung ausgehen und die gleiche Form der Überschrift haben. Die Gliederung ist Teil der Arbeit und wird als solcher mitbewertet. Danksagungen, Widmungen und dergl. sind in Arbeiten nicht üblich. Gerade bei längeren Arbeiten kann es sinnvoll sein, einen Abstract, d.h. eine (deutsche ggf. englische) Kurzfassung des Inhalts von maximal einer Seite Länge voranzustellen. Sprechen Sie dies mit Ihrem Betreuer ab.

Abkürzungen und Abkürzungsverzeichnis:

Im Abkürzungsverzeichnis werden die vom Verfasser verwendeten, nicht allgemein üblichen Abkürzungen - alphabetisch geordnet - aufgeführt, wie z.B. HMM für Hidden Markov Modell. Die Abkürzungen sollten sinnvoll gewählt sein und nur verwendet werden, wenn dadurch ein häufig wiederkehrender, umständlicher Ausdruck vermieden wird. Allgemein übliche Abkürzungen, wie z.B., u.a. oder z.T., müssen nicht aufgelistet werden. Beim erstmaligen Verwenden im Text muss die Abkürzung ausgeschrieben werden.

Abbildungen und Tabellen:

Abbildungen und Tabellen sollen in knapper und übersichtlicher Weise den fortlaufenden Text ergänzen. Sie werden (getrennt voneinander) fortlaufend, kapitelweise nummeriert, z.B. Abbildung 2.1. Ihre Überschriften bzw. Unterschriften sollen so gewählt werden, dass ihr jeweiliger Inhalt daraus bereits erkennbar ist. Es gilt die Regel „Tabellen haben Überschriften, Bilder haben Unterschriften“.

Quellenangaben sowie vom Verfasser hinzugefügte Anmerkungen sind unmittelbar in der Beschriftung zu setzen. Die Beschreibung muss vorher im Text erfolgen.

Anhang:

Dies können zum Beispiel Messdaten, Tabellen oder Programmcode o.ä. sein. Der Haupttext muss aber ohne Anhang verständlich sein. Der Anhang wird nicht bewertet. Hierin sollten also nur ergänzende Informationen aufgenommen werden (die aber trotzdem in einem engen Zusammenhang zum Text stehen müssen).

Zitierweise:

Verweise in der Arbeit werden nach folgendem Schema erstellt. [Xyz01] Die ersten Buchstaben werden dabei von dem Hauptautor gebildet und die Zahlen ergeben sich aus dem Jahr der Veröffentlichung. Bei mehreren Veröffentlichungen eines Autors aus dem gleichen Jahr wird die Zahl durch ein angehängtes a, b, c, ... erweitert. Beispiel: Ludger Frerichs 2016: [Fre16b]

Bei der Angabe von Zitaten ist auf eine unmissverständliche Zitierweise zu achten. Es muss jederzeit eindeutig sein, welches fremde geistige Eigentum, aus welcher Quelle, in welchem Umfang und in welcher Form (wörtlich, sinngemäß) übernommen wurde und was Eigenleistung ist. Bei der Kenntlichmachung durch einen Verweis ist die Reihenfolge der Punktation und dem Verweis wichtig. Ist die Punktation vor der Klammer, bezieht sich die Quelle nur auf den letzten Absatz, ist sie danach, nur auf den letzten Satz.

Zitierfähig sind nur allgemein zugängliche Publikationen, also keine Vorlesungsmitschriften oder unveröffentlichte Seminararbeiten. Werden unveröffentlichte Bachelor-/ Masterarbeiten zitiert, so geschieht dies unter Angabe des betreuenden Lehrstuhls und der Universität, an der sie angefertigt worden sind.

Allgemeine Regeln zur Zitation finden Sie im „[Das Literaturverzeichnis in wissenschaftlichen Arbeiten](#)“ von Klaus Lorenzen.

Abgabe:

Bei allen studentischen Arbeiten wird eine Plagiatsprüfung durch WISA-Online auf der Homepage der Fakultät durchgeführt. Dazu ist eine TAN notwendig. Die hochgeladene Version muss, abgesehen von personenbezogenen Daten und Aufgabenstellung, absolut identisch zur abgegebenen Version sein. Nur bei Abschlussarbeiten gilt der Hochladebericht als Nachweis für eine fristgerechte Abgabe und muss deshalb in die Arbeit eingebunden werden.

Erst nach Abgabe aller entliehenen Bücher, Materialien, Schlüssel und Lizenzen erfolgt die Notenmeldung, bzw. die Aushändigung der 4.0- Bescheinigung.

Weitere Informationen zu WISA-Online:

<https://www.tu-braunschweig.de/fmb/studium>

1. Exemplar „Korrektorexemplar“:

- o Gebunden (max. 80g Papier, ungestrichen, Fastback Bindung, Fäzelband schwarz, Rückendeckel Kraton schwarz, Vorderdeckel Folie klar)
- o Farbdruck, falls erforderlich
- o Einseitiger Druck
- o Originalaufgabenstellung
- o Unterschriften (Originalaufgabenstellung, Erklärung des Bearbeiters, ggf. Verlängerungsanträge)
- o Hochladebericht WISA online nur bei Abschlussarbeiten

2. Exemplar „Bibliothek“:

- o wie „Kopie“, jedoch
- o ohne jegliche Dokumente
- o Kein Hochladebericht WISA online

3. Exemplar „Kopie“:

- o wie „Korrektorexemplar“, jedoch
- o Aufgabenstellung als Kopie
- o Kein Hochladebericht WISA online und keine weiteren Dokumente

4. Exemplar „digitale Kopie“:

- o Umfang des 1. Exemplars „Korrektorexemplar“ im pdf-Format
- o Erarbeitete Simulationsmodelle, Konstruktionen, Algorithmen, Quellen, etc. im entsprechenden Dateiformat

Die häufigsten Fehler:

- Überschriften in den Kapiteln stimmen mit denen im Inhaltsverzeichnis nicht überein
- Rechtschreibung fehlerhaft
- Umgangssprachlicher Schreibstil
- zu wenig und falsch zitiert
- zu viele wortwörtliche Zitate
- Zitierform ist nicht einheitlich
- bei Internetquellen fehlt oft das Datum
- unausgewogene Gliederung

- Quellenangabe bei Abbildungen fehlt

Die fertige Arbeit vor Abgabe immer von jemandem lesen lassen!

Vorbereitungen für Treffen mit Betreuer:

1. Was wurde seit dem letzten Treffen umgesetzt
 2. Wie ist der aktuelle Stand im Zeitplan? Wobei gab es Schwierigkeiten? Gibt es Abstimmungsbedarf?
 3. Was soll bis zum nächsten Treffen bearbeitet sein
- 1.