

Vortrag „Robotik für den Obstbaumschnitt – Chancen und Herausforderungen“

Vom 30.10.2023, David Reiser, Universität Hohenheim

Zusammenfassung der Fragerunde

Frage 1: Sie haben ja offensichtlich fast nur Apfelbäume vermessen, soweit man das von Ihren Bildern erkennen kann. Haben Sie das Vermessen der Bäume auch einmal mit Apfelbestand durchgeführt? Denn letzten Endes schneidet man die Bäume ja so, dass sich der Fruchtstand im Folgejahr hoffentlich verbessert.

David Reiser: Nein, das haben wir ganz bewusst nicht gemacht – wir haben, aus Bequemlichkeit, die bestmöglichen Bedingungen für die Messungen ausgesucht, und zwar im Frühjahr oder im Herbst. Es ging darum, zunächst einmal die Baumstruktur an sich zu erfassen. Natürlich müsste man eigentlich, um wirklich aussagekräftige Ergebnisse zu bekommen, diese Messungen über eine ganze Saison durchführen; in der Theorie war unsere Vorstellung, einmal im Herbst aufzunehmen, einmal vor der Ernte aufzunehmen und einmal im Anschluss an die Ernte aufzunehmen. So könnte man langfristig beobachten, wie sich die Biomasse verändert; das konnten wir aber in diesem Projekt nicht durchführen.

Nachfrage: Wird das Projekt weitergeführt?

David Reiser: Aktuell leider nein.

Frage 2: Ich finde ihr Projekt sehr toll; man wünscht sich ganz viele kleine Roboter, die über alle Streuobstwiesen fahren und sie pflegen können.

Aus ihrer letzten Folie und Ihrer Aussage gerade geht für mich hervor, dass solche Roboter aber leider keine Zukunft haben – dass sie also in absehbarer Zeit menschliche Baumpflegerinnen und Baumpfleger nicht ersetzen können werden.

David Reiser: Das Problem ist hier natürlich die Finanzierung: Durch wen könnte wieviel finanziert werden? Um ein solches Projekt wirklich serienmäßig zu realisieren, müsste man sicherlich mit drei- bis vierstelligen Millionenbeträgen rechnen, also 100.000 bis eine Milliarde Euro von Entwicklung über die Produktion bis zum Einsatz – und das muss natürlich erst einmal jemand finanzieren.

Diese Frage ist sicherlich ein Knackpunkt in der Robotik generell: Wieviele Einheiten (Roboter) werde ich realistisch verkaufen können und wer bezahlt die Entwicklungskosten?

Kommentar: Gratulation, dass Sie sich an ein solches Projekt heranwagen! Ich finde das klasse – ich besitze selbst eine Streuobstwiese und stehe vor genau diesem Problem: Ich

finde niemanden, der die Bäume schneiden kann. Ich finde, das kann man durchaus als Grundlagenforschung betrachten, so wertvoll und sinnvoll ist Ihre Forschung.

Frage 3: Ein wahnsinnig spannendes Thema – aber das Fazit, dass das Projekt nicht zur Marktreife kommen kann, war leider etwas desillusionierend.

Wenn man das Ganze zerlegt in die einzelnen Schritte zerlegt, geht es um das Erkennen der zu schneidenden Äste und danach um das tatsächliche Schneiden.

Das aktuelle Problem bei der Instandhaltung von Streuobstwiesen ist, wie Sie sagten, dass Fachwissen bei jüngeren Arbeitskräften fehlt; eine mögliche alternative Lösung könnte doch sein, dieses Wissen über eine Software-Lösung zu verkaufen.

Ein anderer Punkt: Da der Lernprozess für den Roboter, welche Äste wie geschnitten werden sollen, schwierig ist, wäre doch eine Unterstützung durch einen Menschen wünschenswert – beispielsweise durch eine Qualitätskontrolle im Anschluss.

David Reiser: Ja, absolut. Beispielsweise ist hierfür der direkte Vergleich zwischen einem geschnittenen und einem ungeschnittenen Baum gut geeignet, um die Software weiterzuentwickeln: Auf Grund dieser sichtbaren Veränderungen lernt eine Software dann, welche Schnittvorschläge dem Roboter gegeben werden sollen.

Ich kann mir auch gut vorstellen, dass die Software selbst das ist, was man wahrscheinlicher zur Marktreife bringen könnte.

Frage 4: Ich würde gerne ein etwas philosophisches Feedback geben. Ich drehe bei Fragen der Robotik gerne die Betrachtung um – also nicht die menschliche Sicht auf den Roboter, sondern auch einmal umgekehrt: Die Sichtweise des Roboters auf den Menschen einnehmen.

Wo liegen denn zum Beispiel aus Sicht eines Roboters die Grenzen der Menschheit? Zum Beispiel in der unglaublich großen Vielfalt der Welt, in der wir leben.

Ich möchte auf jeden Fall Ihrem Schlusssatz zustimmen: Die Maschinen sollen das tun, was sie gut können, und die Menschen sollen das tun, was sie gut können; ich denke, hier sind mittlerweile die Grenzen aber auch fließend, da die Technik immer „intelligenter“ wird.

David Reiser: Aktuell arbeite ich ja in der Wirtschaft und bekomme von Kundinnen und Kunden immer wieder das Feedback, dass sie eigentlich lieber auf KI verzichten würden. Das hängt unter anderem damit zusammen, dass KI in Deutschland aktuell noch nicht einheitlich zertifizierbar ist. Also: selbst wenn wir technisch sichere Roboter bauen könnten, wäre es aktuell nicht erlaubt, bis eine einheitliche, verlässliche Zertifizierung gewährleistet wird.

Ergänzung: Warum traut man einer Maschine eine solche Sicherheit und Verlässlichkeit nicht zu, dem Menschen aber schon? Das hat ja auch mit einem zeitlichen Rahmen zu tun: So sind 100 oder 200 Jahren vor dem Hintergrund der gesamten Evolution beispielsweise ein sehr kurzer Zeitraum, gemessen an einem Menschenleben ist das allerdings sehr lang.

Ich finde, man sollte etwas weiter in die Zukunft schauen und eine langfristige Erwartungshaltung zeigen.

Frage 5: Vielen Dank für den Vortrag – ich würde gerne noch einmal zum Anfang zurückgehen, als Sie beschrieben haben, um welchen Aufwand es sich handelt, bis der Roboter begreift, woran er einen Baum erkennt und wo die Äste positioniert sind. Dazu gab es ja schon den Einwurf, dass eventuell eine App beim Baumschneiden unterstützen könnte.

Wie weit ist diese Technik entwickelt? Es geht ja darum, in Echtzeit zu erfassen – wie lange dauert es denn von der Datenerfassung bis zur Entwicklung eines brauchbaren Modells eines Baums, das dann eventuell auch von einem Menschen geschnitten werden könnte?

David Reiser: Wir haben hierfür aus Kostengründen Photogrammetrie verwendet – das ist glaube ich ein großes Thema. Das ginge natürlich mit anderer Technik sehr viel schneller. Ziel ist bei diesem Arbeitsschritt die Generierung einer 3D Punktwolke; die anschließende Analyse dieser Punktwolke ist im Verhältnis dazu sehr schnell abgeleistet. Das Zeitkritische ist tatsächlich die Photogrammetrie.

Frage 6: Eine direkte Antwort auf diese Frage – ich habe nämlich mein Leben lang Obstbäume geschnitten. Jemand, der professionell Bäume schneidet, geht auch erst einmal oder zweimal um den Baum und schaut ihn sich genau an. Dafür braucht es, auch bei Menschen, mindesten drei oder fünf Minuten. Ich finde deshalb, dass wir auch einem Roboter diese Zeit zugestehen sollten.

Frage 7: Eine kleine Frage vorweg: Ist Zertifizierung speziell in Deutschland oder grundsätzlich ein großes Thema?

David Reiser: Das ist ein grundsätzliches Thema. Es gibt natürlich große Unterschiede und auch Länder, in denen das Thema lockerer gehandhabt wird. Die Frage ist eigentlich immer, ob der jeweilige Bereich, in welchem eine Zertifizierung aussteht, vom Land gefördert wird. So lange es noch keine ausreichende Zertifizierung gibt, werden auch große Firmen natürlich darin gehemmt, ihre Produkte zu verkaufen, da die Gefahr einer Klage sehr groß ist.

Frage 8: Die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine – insbesondere in Hinblick darauf, dass in den Bereichen gearbeitet wird, in denen Mensch oder Maschine jeweils stark sind – haben Sie eine Art Checkliste, was Menschen gut können und was Maschinen gut können?

Und wie sehen Sie die Zukunft: Können bestimmte Arbeiten in Zukunft ganz von einer Maschine übernommen werden oder stellen Sie sich dauerhaft eine Art Symbiose vor?

David Reiser: Das hängt vom Umfeld ab. Grundsätzlich sind Maschinen unglaublich gut in allem, was sehr oft exakt wiederholt wird. Das ist auch bei KI und Robotern genauso; wenn

es also klar definierte Grenzen für eine gewisse Aufgabe gibt, können Roboter diese Aufgabe sehr gut übernehmen. Sobald ich aber eine Transferleistung von einem Gebiet in ein anderes habe und vorher nicht weiß, was passieren wird, ist es für Maschinen und Roboter unglaublich schwer, das zu lösen.

Beispielsweise: Es werden Millionen an Mikrodaten aus Testläufen generiert und aus diesen exakt ein neuer Arbeitsschritt erstellt. Wenn ich aber diese Daten in einen anderen Kontext setze, wird derselbe Algorithmus, der im gewohnten Arbeitsumfeld so zuverlässig war, keine brauchbaren Ergebnisse mehr produzieren.

Wenn ein Algorithmus beispielsweise dafür programmiert wurde, auf Bildebene eine Katze zu erkennen, wird er das nach ausreichend Training sehr gut können – er wird aber niemals das Miauen einer Katze erkennen, weil er darauf nicht programmiert wurde und diese Signale nicht aufnimmt. Ein Mensch hingegen würde das Miauen automatisch als Charakteristikum einer Katze wahrnehmen und es parallel lernen.

Nachfrage: Sehen Sie für die Zukunft eher eine Symbiose zwischen Mensch und Roboter oder eigenständige Arbeitsbereiche für Roboter?

David Reiser: Ich denke, das hängt sehr stark vom jeweiligen Einsatzbereich ab; es gibt meiner Meinung nach durchaus Aufgabenbereiche, wie Arbeitserleichterungsmaßnahmen, die ein Roboter recht selbstständig durchführen könnte. Einige Aufgaben sind aber einfach durch ihre Natur zu komplex – ein Roboter benötigt hier sehr viel mehr Aufwand und Zeit als ein Mensch. Hier sehe ich dann eher eine Symbiose.

Frage 9: Haben Sie in der Forschung feststellen können, ob der Roboter in einem spezifischen Bereich schneller werden kann als der Mensch?

David Reiser: Ein Beispiel ist das Pflücken von Äpfeln: Menschen, die hier sehr geübt sind, schaffen eine Pflückzeit von 0,2 Sekunden pro Apfel – indem sie mehrere auf einmal pflücken und so weiter. Ein Roboter würde solche Tricks nicht schaffen und kann dementsprechend keine so hohe Pflückzeit erreichen. Roboter haben eine Pflückzeit zwischen 5 und 20 Sekunden pro Apfel.

Allerdings ist die Frage, wie viele Roboter eingesetzt werden können – so lässt sich die Differenz natürlich wieder ausgleichen, indem eine menschliche Arbeitskraft durch mehrere Roboter ersetzt wird.

Frage 10: Wie kann denn ein Roboter erkennen, wann die Arbeit beendet ist? Als Mensch lässt sich ja leicht erkennen, dass keine Äpfel mehr am Baum hängen; wie funktioniert das bei einem Roboter?

David Reiser: Auch bei einem Roboter lässt sich eine visuelle Erkennung einbauen – sobald keine Äpfel mehr erkannt werden, ist dann die Arbeit abgeschlossen. Alternativ lässt sich der

Roboter auch so programmieren, dass er bei einer bestimmten Füllmenge seines Erntekorbs oder auf den Befehl eines Menschen hin die Arbeit beendet.

Frage 11: Noch einmal zurück zur Zertifizierung. Es gibt ja doch eine ganze Menge Roboter, die auch in kritischen Bereichen jetzt schon eingesetzt werden – ich denke, in diesem Zusammenhang muss eine genaue Definition von KI geleistet werden. Oftmals wird von KI gesprochen, gemeint sind allerdings nur IT-Lösungen ohne „Eigenleben“.

Der andere Punkt ist: Wenn man an den Obstbaumschnitt denkt, scheint das Problem nicht zu sein, dass der Roboter ab und zu zwei oder drei Zentimeter zu hoch oder zu tief schneidet; vielmehr scheint das Problem zu sein, dass ein Ast auf einen Menschen fallen könnte, der im Aktionsbereich ist und eventuell nicht erkannt wird.

Die Frage ist also, inwiefern kann man das (Nicht-)Zertifizieren von KI verallgemeinern – oder besteht denn nicht eine Nutzungsmöglichkeit, wenn man die Aufgabenbereiche detaillierter betrachtet, oder nicht?

David Reiser: Ja, genauso funktioniert es. Ein Roboter, der im Logistikbereich eingesetzt wird, hat in seiner Software einen zertifizierten und einen unzertifizierten Bereich; der zertifizierte Bereich beinhaltet einen zertifizierten Sensor, der sicherheitskritische Bilderkennung schafft. Das bedeutet, dass der Roboter stehen bleibt, sobald ein Gegenstand zu nahe an den Roboter gerät; das hat natürlich aber noch nichts mit KI zu tun. Die Sicherheitszertifizierung erfolgt rein auf dieser Funktion. Und alles andere, was im Hintergrund läuft, um den Roboter funktionieren zu lassen, wie beispielsweise Bildverarbeitung, ist nicht zertifiziert und hat in dieser Hinsicht keine Funktion für die Zertifizierung.

So etwa funktioniert natürlich bei einem kleinen Roboter – wenn ein Roboter aber in einem größeren Radius agiert und beispielsweise einen Kilometer vorausschaut, ist es quasi unmöglich, das mit derselben Technik durchzuführen; eine Objekterkennung auf eine solche Distanz funktioniert einfach nicht zuverlässig. Die klassischen KI-Verfahren, also die klassischen CNNs beispielsweise, sind hierfür einfach nicht geeignet.

Das einzige, was im Moment zertifiziert werden kann, sind im Machine Learning Verfahren – sozusagen „nachvollziehbare“ KI. Grundsätzlich ist es so, dass man versucht, das System in mehrere Schichten aufzuteilen, von denen ein Teil zertifiziert ist, ein anderer jedoch nicht.

Nachfrage: Im medizinischen Bereich ist das doch aber schon der Fall – beispielsweise beim Brustkrebs- oder Hautkrebsmonitoring. Das Verfahren ist ja zertifiziert.

David Reiser: Hier muss man vorsichtig sein – wirklich zertifiziert sind sie nicht. Es muss immer durch einen Arzt überprüft werden, ob das Ergebnis der KI korrekt ist; es würde niemals eine Krebsdiagnose ausgesprochen werden, nur weil eine KI zu diesem Ergebnis gekommen ist. Es wird immer eine zweite Diagnose durch einen Menschen gegeben.

Nachfrage: Aber die Realität ist vielmehr, dass bei einem negativen Ergebnis – wenn die Software also sagt, dass kein Krebs vorliegt – keine zweite Diagnose stattfindet. Die passiert nur bei den positiven Ergebnissen. Allerdings ist es ja aber auch eine Diagnose, wenn die Software behauptet, dass keine Auffälligkeiten vorliegen.

Vielleicht funktioniert die KI-gestützte Bilderkennung einfach noch nicht gut genug.

David Reiser: Da geraten wir in einen ganz spannenden Bereich – ich glaube nicht, dass irgendein Hersteller sich jemals auf eine 100prozentige Erfolgsquote seiner Software festlegen wollen wird; eine solche Erfolgsquote wäre allerdings eigentlich für eine erfolgreiche Sicherheitsqualifizierung notwendig. Es kann aber natürlich sein, dass der anwendende Arzt eine solche Erfolgsquote annimmt; dennoch wäre im Endeffekt der Hersteller schuld an den Folgen einer Fehldiagnose durch die Software.