

Experimentelle Untersuchungen zu den Möglichkeiten und Grenzen einer optoelektronischen Bilderkennung von pflanzlichen Produkten im Wuchsraum

Dr. rer. nat. U. Klee, Martin-Luther-Universität Halle – Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

1. Einleitung

Die schrittweise Automatisierung mobiler Landmaschinen wird u.ä. auch maßgeblich durch die zur Verfügung stehende Meßtechnik bestimmt. Bei der Auswahl der Meßmittel und -verfahren sollte neben den Parametern, die durch die entsprechenden Einsatzbedingungen beeinflusst werden, auch die Schaffung von Schnittstellen für eine moderne Informationsverarbeitung Berücksichtigung finden. Die Verbindung zwischen Opto- und Mikroelektronik könnte eine solche Voraussetzung darstellen, um den Anforderungen bezüglich moderner Automatisierungsstrukturen gerecht zu werden.

Im Wissenschaftsbereich Mechanisierung und Technologie der Martin-Luther-Universität Halle – Wittenberg wird seit einigen Jahren der Einsatz von CCD-Zeilenkameras für die optoelektronische Bilderkennung von pflanzlichen Produkten im Auftrag des VEB Bodenbearbeitungsgeräte „Karl Marx“ Leipzig untersucht, um die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen dieses berührungslosen Meßverfahrens für den Aufbau geeigneter Steuereinrichtungen an mobilen Landmaschinen bewerten zu können [1]. Am Beispiel der Binärbildgewinnung von geköpften Zuckerrüben im Wuchsraum werden nachfolgend einige wesentliche Erkenntnisse aus den Versuchen der Herbstkampagne 1988 vorgestellt.

2. Hard- und Softwarekomponenten der mobilen Feldmeßeinrichtung

Mit der mobilen Feldmeßeinrichtung, die mit vier luftbereiften Rädern ausgerüstet ist, kann eine Rübenreihe überfahren werden. Im Abstand von 1 m über dem Wuchsraum ist die optoelektronische Meßeinrichtung, bestehend aus einer Zeilenkamera ZFK 1021 mit der CCD-Zeile L 110 C (256 × 1 Bildpunkt) und einem Objektiv TEVIDON 1,8/16, auf dem Geräteträger fest installiert. Vier um den Kamerakopf angeordnete Halogenstrahler mit Reflektor (12 V, 20 W) sorgen für eine entsprechende Szenenausleuchtung. Die Abschirmung gegenüber dem Geräteträger bis rd. 10 cm über dem Erdboden gewährleistet die notwendige Dominanz der künstlichen Beleuchtung innerhalb des betrachteten Wuchsraumes. Eine Wegemessung nach dem Lichtschrankenprinzip ermöglicht die örtliche Auflösung von 3 mm in Fahrtrichtung.

Computer, Monitor und Stromversorgung vervollständigen den Gesamtaufbau der mobilen Feldmeßeinrichtung.

Der Experimentator ist in der Lage, das erhaltene Binärbild auf dem Monitor wiederzugeben und bei Bedarf auf einen externen Datenträger abzuspeichern.

Das Meßsystem gestattet folgende Parameteränderungen:

- hardwaremäßig
 - Objektweite $h_N = 1 \pm 0,05$ m
 - Blendenzahl $k = 1,8 \dots 11$
 - Beleuchtungsstärke

$$E_{\text{Bild}} = 0 \dots 50 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}$$

- softwaremäßig

- Änderung der Integrationszeit t_i in den vom Hersteller der Zeilenkamera angegebenen Grenzen
- beliebige Wahl des Komparatorschwellwertes (theoretisch 00 bis FF).

3. Versuchsdurchführung

Die CCD-Zeile erfaßt entsprechend den für die mobile Feldmeßeinrichtung gewählten geometrischen/optischen Parametern (Objektiv, Brennweite, Objektstand) auf einer Breite von 200 mm einen Szenenausschnitt von 1,03 mm Länge in Fahrtrichtung. Mit dem durch die Wegemessung realisierten Rastermaß von 3 mm wird der Wuchsraum in eben diesem Abstand auf einer Breite von 200 mm abgebildet. Die erhaltenen Binärdaten werden im on-line gekoppelten Computer gespeichert. Die gesamte Meßstrecke beträgt 1 m. Damit lassen sich im Normalfall 3 bis 5 Objekte als Binärbild gewinnen. Die Untersuchungen wurden auf einer maschinell geköpften Rübenparzelle des Versuchsfeldes durchgeführt.

4. Ergebnisse

Bei der Wahl einer geeigneten Komparatorschwelle bilden die geköpften Rübenflächen einen ausreichend großen Kontrast zum Boden, so daß sie im Binärbild als isolierte Objekte klar erkennbar sind (Bilder 1 und 2).

Bleiben am Rübenkörper, bedingt durch eine schlechte Schnittqualität, Blätter bzw. Blattreste stehen, führen diese zu deutlichen Erkennungsproblemen des eigentlichen Ob-

jekts und lassen den Einsatz von Sperrfiltern sinnvoll erscheinen (Bilder 3, 4 und 5). Die grünen Blattanteile werden herausgefiltert,

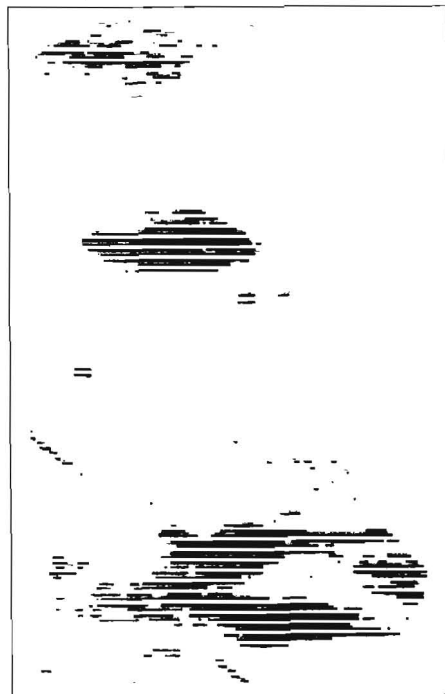


Bild 2. Binärbild der Wuchsraumszene nach Bild 1, aufgenommen mit einer Zeilenkamera ZFK 1021 und der CCD-Zeile L 110 C

Bild 1. Foto einer Wuchsraumszene mit 3 geköpften Rüben (die Durchmesser der geköpften Rüben betragen in Fahrtrichtung der mobilen Feldmeßeinrichtung 10, 5 und 4 cm)



Bild 3. Foto einer Wuchsraumszene mit 4 geköpften Rüben, an denen sich grüne Blattreste befinden (die Durchmesser der geköpften Rüben betragen in Fahrtrichtung 9, 5, 4 und 5 cm) (Fotos: C. Ambrosius)



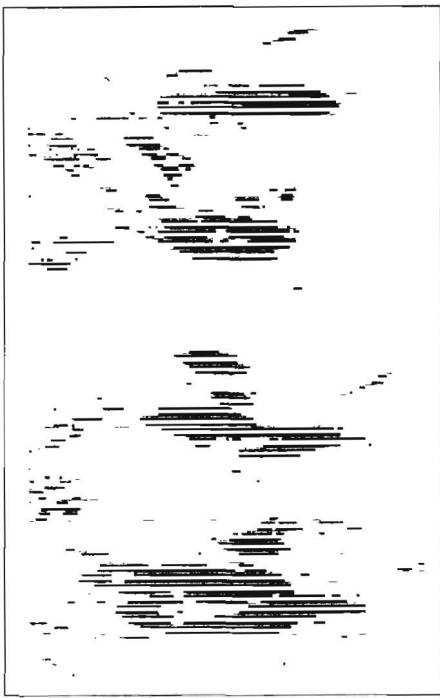


Bild 4. Binärbild der Wuchsräume nach Bild 3

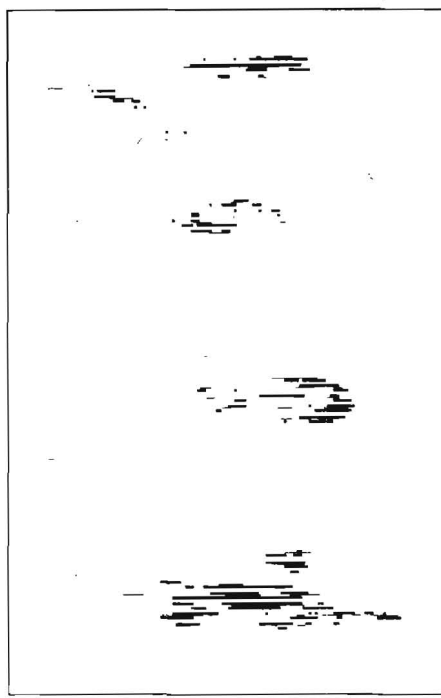


Bild 5. Binärbild der gleichen Wuchsräume, aufgenommen mit einem Infrarotsperfilter

und man erhält ein „sauberes“ Binärbild. Auf die gleiche Weise lassen sich die Szenen auch von Steinen und weiteren Fremdobjekten befreien. Nicht zu unterdrücken ist der spektrale Gelbbereich, so daß vor allem welche Rübenblätter bei der Bildaufnahme zunächst als Objekte ermittelt werden. Hier sind entsprechende Bildverarbeitungsalgorithmen (Konturenverfolgung, Flächenkriterien) notwendig, um eine eindeutige Zuordnung von

Objekt und Fremdobjekt treffen zu können.

5. Diskussion

Die während der Herbstkampagne 1988 durchgeführten Untersuchungen zur optoelektronischen Bilderkennung von geköpften Rüben wurden ausgewertet und lassen folgende Schlüsse zu:

- Die Binärbildgewinnung erweist sich für

die untersuchten Wuchsräume als ausreichend, um eine eindeutige Zuordnung zwischen Objekt und Hintergrund treffen zu können.

- Notwendige Voraussetzung ist dabei die Dominanz einer künstlichen Szenenbeleuchtung, die durch eine entsprechende Abschirmung der Objekte gegenüber den Schwankungen des Tageslichtes erreicht wird.
- Der Einfluß von Fremdobjekten, speziell von welchem Beiwerk, muß durch technologische Maßnahmen (Einsatz von Putzern) beim Köpfvorgang minimiert werden.
- Alle übrigen Objekte bilden für die Binärbildgewinnung durch die Verwendung geeigneter Sperrfilter keine ernsthaften Hindernisse.

6. Zusammenfassung

Um den Automatisierungsgrad mobiler Landmaschinen weiter erhöhen zu können, stellt die optoelektronische Bilderkennung eine brauchbare Alternative zu taktilen Meßsystemen dar, um den Standort pflanzlicher Produkte im Wuchsräume bestimmen zu können. Dabei ist die vorgestellte Binärbildgewinnung nur eine von vielen Anwendungsmöglichkeiten. Denkbar sind zum Beispiel auch die automatische Erfassung und Auszählung von aufgegangenem Saatgut und Jungpflanzen.

Literatur

- [1] Albrecht, H.; Thiel, W.: Untersuchungen zu Prinzipien und Einsatzmöglichkeiten optischer Sensorsysteme zur Erkennung einzelstehender Pflanzen am Beispiel geköpfter Zuckerrüben. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation 1986. A 5574

Zur Automatisierung der Eiabnahme in der Frischeierproduktion

Dipl.-Ing. M. Baschin, KDT, VEB Ingenieurbüro für Geflügelwirtschaft Berlin

Wegen der wertvollen Eigenschaften der Hühnereier [1] für die menschliche Ernährung erhöhte sich ihr Pro-Kopf-Verbrauch in der DDR kontinuierlich (1987 \approx 303 Stück). Dieser hohe Bedarf erforderte den Aufbau entsprechender Produktionsstätten und die Bereitstellung des dazu erforderlichen leistungsfähigen Tiermaterials.

Im Bereich des Geflügelwirtschaftsverbandes wurden im Jahr 1987 etwa 2,6 Mrd. Eier produziert [2] (Das sind 52% aller in der DDR erzeugten Eier.). Je Legehennen wurde eine Legeleistung von 245,2 Eiern erreicht. Durchschnittlich werden je Betrieb 621000 Legehennen gehalten, wobei die Streuung zwischen 120000 und 1,35 Mill. Tierplätzen liegt [3]. Von den Hennen werden 50,6% in 3-Etagenbatterien L133, 19,9% in 4-Etagenbatterien L134 und 16,8% in 3-Etagenstufenbatterien L133-20 aufgestellt, die ausschließlich aus der Produktion des VEB Geflügelanstalt Perleberg kommen. Wegen der hohen Effektivität wird in den nächsten Jahren vorwiegend die weiterentwickelte 4-Etagenbatterie L134 eingesetzt.

Bei der Eigewinnung sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Sauberkeit in den Produktionsanlagen
- mehrmaliges Absammeln am Tag
- stumpfer Pol der Eier nach oben in die Höckerpappen ablegen
- Lagertemperatur 10°C
- saubere, geruchsfreie und stabile Verpackungen verwenden
- gut stoßgedämpfte Fahrzeuge und kurze Transportwege.

Die Eigewinnung in den Ställen und Meisterbereichen der industriemäßig arbeitenden Geflügelbetriebe wurde ergonomisch untersucht. Nach [4] sind vorwiegend Frauen damit beschäftigt, die Eier zu sammeln und in die Container zu setzen. Diese Tätigkeiten, die 56% der Arbeitszeit eines Arbeitstages ausfüllen, sind mit 29 und 48 Arbeitspulsen der mittelschweren Arbeit und der Schwerstarbeit zuzuordnen. Ausfälle von Werkstätten und Wochenendarbeiten erhöhen die Belastungen der eingesetzten Arbeitskräfte. Das manuelle Abnehmen der Eier aus den Eierinnen der Käfigbatterien erfordert von den

Frauen bei einer Absammelleistung von etwa 3000 Eiern/AKH bei 20000 Eiern/Tag und einer Einzeleimasse von 60 g die Bewegung einer Masse von 1,2 t in ständig gebückter Haltung unter dem Einfluß der Stallluft und der tiergerechten Beleuchtung.

Seit dem Jahr 1972 wird im VEB Ingenieurbüro für Geflügelwirtschaft Berlin systematisch an der Entwicklung von Erzeugnissen für die Geflügelwirtschaft und besonders für die Eiabnahme gearbeitet. Die Erzeugnisse werden in die Produktion des VEB Geflügelanstalt Perleberg übergeleitet. Ziel der Entwicklung ist, die Arbeits- und Lebensbedingungen der Werkstätten durch folgende Maßnahmen zu verbessern:

- Reduzierung des Anteils der körperlich schweren Arbeit
- Verkürzung der Arbeitszeit unmittelbar im Stall
- Senkung der Staubbelastung für die Werkstätten
- Verbesserung der Arbeitsplatzbeleuchtung (Beleuchtungsstärke 5 bis 20 lux für Tiere, 1000 lux für Menschen)