



- 1 *Walnüsse auf Transportband.*
- 2 *Wellenform des Aufschlaggeräusches mit Markierung des interessanten Bereiches.*
- 3 *Spektrogramm der Klangdaten zur Klangerkennung.*

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h.
Dr. h. c. mult. Michael Schenk

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Ansprechpartner
Biosystems Engineering

Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert
Telefon +49 391 4090-107
udo.seiffert@iff.fraunhofer.de

Dr. Andreas Backhaus
Telefon +49 391 4090-779
andreas.backhaus@iff.fraunhofer.de

www.iff.fraunhofer.de/bio

QUALITÄT AUTOMATISIERT SICHERN – MIT INTELLIGENTER KLANGANALYSE

Materialidentität berührungslos bestimmen

Für die lückenlose Prüfung von zu verarbeitenden Rohmaterialien sowie Zwischen- und Endprodukten im Produktionsprozess müssen Methoden zur Produktbewertung existieren, die Eigenschaften des Produktes nicht-invasiv, online und ohne deren spezielle Präparation ermitteln können, um z.B. eine Sortierentscheidung zu fällen.

In einer Reihe von Anwendungen sind bestimmte Produktparameter nicht durch optische Systeme zugänglich, wie z.B. der innere Zustand von Hülsenfrüchten. Hier bietet sich die Analyse der klanglichen Eigenschaften des Materials bei Aufprall auf einen festen Untergrund an.

Die am Fraunhofer IFF entwickelten Systeme leisten eine berührungslose Bestimmung der Materialidentität, wie

z.B. verschiedene Nussorten, und von Materialeigenschaften, welche nicht durch äußerliche Merkmale visuell erkennbar sind, wie z.B. den Fruchtzustand oder das Vorhandensein der Frucht in der Schale. Dabei werden hochsensitive Mikrofon-Arrays und Körperschalltechnik eingesetzt. Diese erzeugen einen hochdimensionalen, einzigartigen akustischen Fingerabdruck des Materials.

Auswertung mit künstlicher Intelligenz

Die Herausforderung besteht in der Interpretation der komplexen, hochdimensionalen Signalmuster, die bei der Klangaufnahme entstehen. Hierzu muss die Hardware-sensorik, in diesem Fall das Mikrofon mit einem Softwaremodell zur Klangerkennung, kombiniert werden. Diese Vorgehensweise wird auch als »Softsensorik« bezeichnet.



Die Erstellung von Modellen zur Auswertung anhand von einfachen Referenzdatenbanken bzw. die physikalische Untersuchung des Zusammenhangs von Klang und Produkteigenschaft ist aufwendig und führt zu wenig robusten Methoden.

Das Fraunhofer IFF setzt auf eine andere, effizientere Herangehensweise. Wir nutzen die Möglichkeiten selbstlernender Systeme, um den Zusammenhang von akustischer Signatur und Zielgröße, sei es Materialidentität oder innerer Materialzustand, zu modellieren. Als zentralen Baustein verwenden wir intelligente Datenverarbeitung mittels maschinellen Lernens. Basierend auf systematisch erhobenen Beispieldaten werden Modelle generiert, die die Verarbeitung der Akustikdaten in Echtzeit im Produktionsprozess ermöglichen.

Damit lässt sich in kürzester Zeit eine an Ihre Aufgabe angepasste Lösung erstellen. Darüber hinaus kann parallel der notwendige Frequenzbereich bestimmt werden, der für die Lösung notwendig ist. Dies öffnet den Weg zu preiswerten und aufgabenspezifisch angepassten Messsystemen für Ihre Produktüberwachung.

Anwendungen

1. Online Qualitätssicherung zur Produktklassifikation
2. Ansteuerung von Sortieranlagen in Echtzeit

Technologiepartner für Qualitätskontrolle

Als Technologiepartner entwickeln und implementieren wir Qualitätskontrollsysteme, die speziell auf die Aufgabenstellungen unserer Kunden zugeschnitten sind:

1. Daten systematisch erheben

Wir erheben systematisch Klangdaten bei Ihnen vor Ort oder in unserem Spektrallabor. Bei Bedarf können begleitend Zielgrößen zum Zustand des Produktes in beauftragten Lebensmittelaboren erhoben werden. Die Datenerhebung deckt dabei den geforderten Aufgabenkomplex ab.

2. Messmodelle entwickeln

Ausgehend von der Datenerhebung wird ein Messmodell erstellt, welches den nicht-trivialen Zusammenhang zwischen akustischen Daten und Zielgrößen, z.B. Materialidentität herstellt. Hierbei wird auf eine Palette von Methoden des maschinellen Lernens zurückgegriffen und das beste Modell für Ihre Aufgabenstellung ausgewählt bzw. adaptiert.

3. Modell validieren

Die Performanz des Messmodells wird von uns umfassend validiert, sodass wir Aussagen über zu erwartende Messgenauigkeiten, Verarbeitungszeiten und notwendige Frequenzbereiche treffen können. Diese Validierung ist die Grundlage für die anschließende Systementwicklung.

4. System entwickeln und integrieren

Basierend auf den Erkenntnissen der Modellvalidierung erstellen wir für Sie ein

angepasstes Qualitätskontrollsystem basierend auf Klangaufnahme und optimierter Datenauswertung. Dieses System kann in Ihre bestehenden Produktionssysteme integriert werden.

Klanganalyse – Vorteile im Überblick

1. Automatisiert: Für die Durchführung der Analyse im Produktivbetrieb sind keine manuellen Arbeitsschritte nötig.
2. Online: Die Datenauswertung geschieht im Produktionstakt und kann zur sofortigen Kennzeichnung, zur Sortierung der Ware oder zum Eingriff in den Produktionsprozess genutzt werden.
3. Integriert: Das System nutzt kompakte und robuste Mikrofonensortertechnik, die in den Produktionsprozess integriert werden kann. Ergebnisse der Datenauswertung können in vorhandene Datenerhebungs- und Steuerungssysteme integriert werden.
4. Nicht-invasiv: Die Messmethode führt nicht zur Beeinträchtigung Ihres Produktes.
5. Optimierte: Sie erhalten ein auf Ihre Bedürfnisse in Hard- und Software zugeschnittenes Kontrollsystem.

- 1 *Systemaufbau mit Förderband, Mikrofonarray und Aufprallplatte.*
- 2 *Walnüsse, gleiche Erscheinung, unterschiedliche Innenleben.*