Akustische Mustererkennung zur automatischen Schädlingserkennung

Constanze TSCHÖPE [1], Frank DUCKHORN [1], Alexander PIETZSCH [1], Uwe LIESKE [1]
[1] Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme Dresden IKTS,
Maria-Reiche-Straße 2, 01109 Dresden
constanze.tschoepe@ikts.fraunhofer.de

Kurzfassung

Ein großes Problem bei der Lagerung von Getreidevorräten stellt der Schädlingsbefall dar. Bis zu 15 % der Getreideernte auf der ganzen Welt werden durch Schädlinge, wie beispielsweise Kornkäfer, vernichtet.

Wenn eine Methode in der Lage ist, bereits einen Larvenbefall zu detektieren, könnten Vorkehrungen getroffen werden, bevor die Käfer schlüpfen. Es ist bekannt, dass Schädlinge Geräusche, z. B. Fressgeräusche, produzieren. Daher besteht eine Möglichkeit, Lager und Silos automatisiert zu überwachen, die auftretenden Geräusche aufzunehmen und zu analysieren. Unser Ansatz ist die Auswertung und Klassifizierung dieser Geräusche auf Basis der akustischen Mustererkennung.

In unseren Untersuchungen wurden Schädlinge in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien vom Schlüpfen der Larve bis zur Käferbildung überwacht. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Unterscheidung zwischen Larven- und Käferstadium möglich ist.

Das Verfahren und die Messergebnisse werden vorgestellt.

Lizenz: http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de/

Akustische Mustererkennung zur automatischen Schädlingserkennung

Constanze Tschöpe, Frank Duckhorn, Alexander Pietzsch, Uwe Lieske

Fraunhofer IKTS

© Fraunhofer

DACH-Jahrestagung, 13.05.2015, Salzburg

Akustische Mustererkennung zur automatischen Schädlingserkennung

- Einführung
- Versuchsaufbau
- Ergebnisse
- Ausblick

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Einführung

- Schädlingsbefall bei Lagerung von Getreidevorräten und Saatgut
  - bis zu 15 % wird vernichtet [Reichmuth, 1997]
  - großes Problem
  - Früherkennung wichtig
  - wenn möglich, bereits im Larvenstadium
- Ursachen für Schädlingsbefall
  - Restpopulationen im Silo
  - Lager nicht hermetisch dicht
  - Eintrag vom Feld bzw. Zulieferer
  - Einkauf je nach Verfügbarkeit und Preisniveau, weniger nach Bedarf
    → z. T. lange Lagerzeiten (Mühlen und Handelsgenossenschaften)

© Fraunhofer

Quellen (u. a.):
Reichmuth, Ch.: Vorratsschädlinge im Getreide. Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen, 1997
Karalus, Dr. W.: Ernte und Lagerung von Getreide, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2007
HaGe Nordland (Besuch)

Einführung

- Relevante Schädlinge
  - Getreideplattkäfer
  - Dörrobstmotte + Larven
  - Reismehlkäfer, Kornkäfer, Getreidekapuziner

© Fraunhofer

Einführung

- Kornkäfer (*Sitophilus granarius*)
  - Familie der Rüsselkäfer
  - in Europa am weitesten verbreiteter Getreideschädling
  - Befall von Roggen, Weizen, Gerste, Milo, Mais, Hafer, Malz, Reis, Buchweizen, geschälten Eicheln, Teigwaren
  - vorzugsweise Roggen
  - starker Befall führt zur Erhöhung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit
    → schwere Folgeschäden durch Milben und Schimmelpilze

Quelle: Wikipedia

© Fraunhofer

Quellen: http://de.wikipedia.org/wiki/Kornkäfer
Büchner, S. und Wolf, G.: Der Kornkäfer, Sitophilus Granarius (Linné), aus einer bandkeramischen Grube bei Göttingen. In: Archäologisches Korrespondenzblatt 27, Nr. 2, 1997
Thieleke, H.: Der Kornkäfer. Die neue Brehm-Bücherei. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg-Lutherstadt, 1956

Fraunhofer IKTS

Einführung

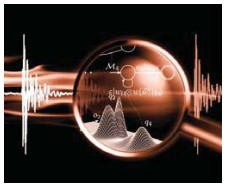
- Ziel:
  - Erkennung von Schädlingen
  - Unterscheidung von Larven- und Käferstadium
  - möglichst frühe Detektion der Larven

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Akustische Mustererkennung

- **Beurteilung** von Prüfobjekten anhand akustischer Aufzeichnungen
- **Automatische** Zuordnung zu **Güteklassen**, z. B.



Quelle: Wolff, M., BTU Cottbus

Aussage	Güteklasse
Zustand	„gut“ / „schlecht“
	„neuwertig“ / „verschlissen“ / „defekt“
Restlebensdauer	„80 % Lebenszeit erreicht“
	„leicht beschädigt“
Schädlingsbefall	„kein Befall“ / „Käfer“ / „Larve“ / „frühe Larve“

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Akustische Mustererkennung

Ziel:

- **Automatische Beurteilung** von Prüfobjekten anhand aktiv oder passiv gewonnener, **akustischer Messsignale** zum Zwecke der **Zustandsüberwachung** oder **Qualitätskontrolle**

Methode:

- Eigenschaften von Prüfobjekten äußern sich als **typische Ausprägungen** und zeitliche **Abfolgen** von **Signalereignissen**.
- Mit Hilfe von Verfahren der Signalanalyse, Merkmalextraktion und -kompression und statistischen Mustererkennung werden automatisch Modelle der Messsignale erstellt.
- Diese Modelle können zur **Beurteilung unbekannter Prüfobjekte** benutzt werden.

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Statistische Klassifikatoren

Signal mit Ereignissen

↓

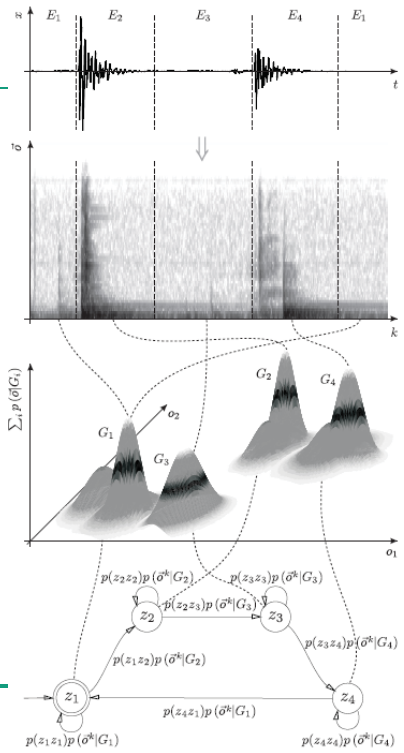
Merkmalvektorfolge
(Kurzzeit-FFT)

↓

GAUSSsche Mischverteilung von
Signalereignissen

↓

Hidden-MARKOV-Modell



© Fraunhofer

Akustische Mustererkennung

Vorteile:

- flexibel
- zur Lösung einer Klasse von Problemen
- selbst lernfähig
- Kombination vieler Sensordaten möglich

Leistungsspektrum:

- Erkennung von Rissen, Einschlüssen, Einschlägen, Abnutzung
- Überwachung von Produktionsprozessen
- Überwachung der Verschleißzustände von Maschinen
- Zustandsüberwachung von Bauteilen, Materialien, Maschinen und ganzer Anlagen
- Auswertung nichttechnischer Signale (Sprache, Musik, Biosignale…)

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Versuchsaufbau

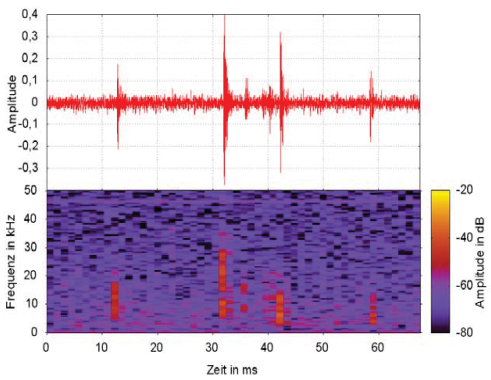
- 4 Gläser
  - K1, K2 ohne Larven
  - L1, L2 mit Larven
- Körperschallsensor
- Täglich 6 Aufnahmen je 20 Sekunden
- Aufzeichnung über 58 Tage

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Experiment

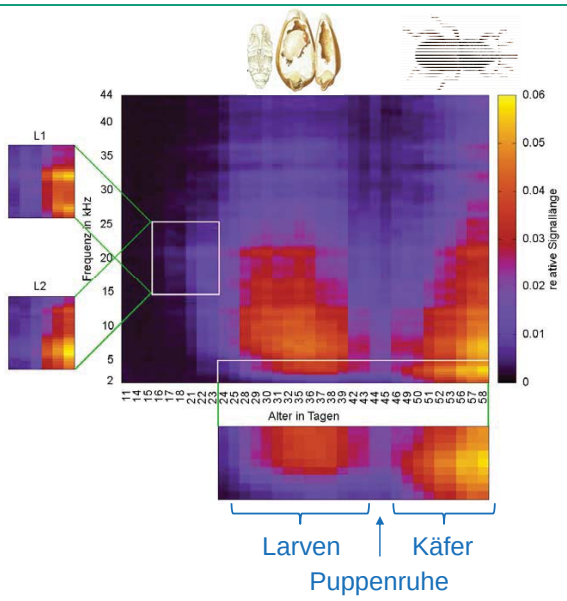
- Glas mit Larven: beispielhafter Signalabschnitt nach 31 Tagen



© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Experiment



© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

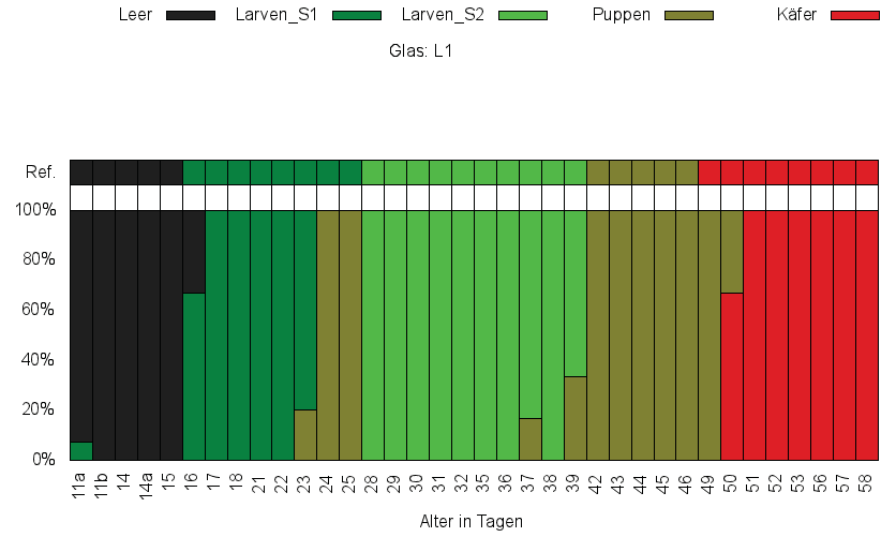
Experiment

- Messergebnis beider Larvengläser gut vergleichbar
- Maximum der Aktivität im Larvenstadium:
  - zwischen 6 und 12 kHz
- Maximum der Aktivität im Käferstadium:
  - zwischen 2 und 8 kHz
- erste Impulse des Larvenstadiums
  - zwischen 15 und 25 kHz

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

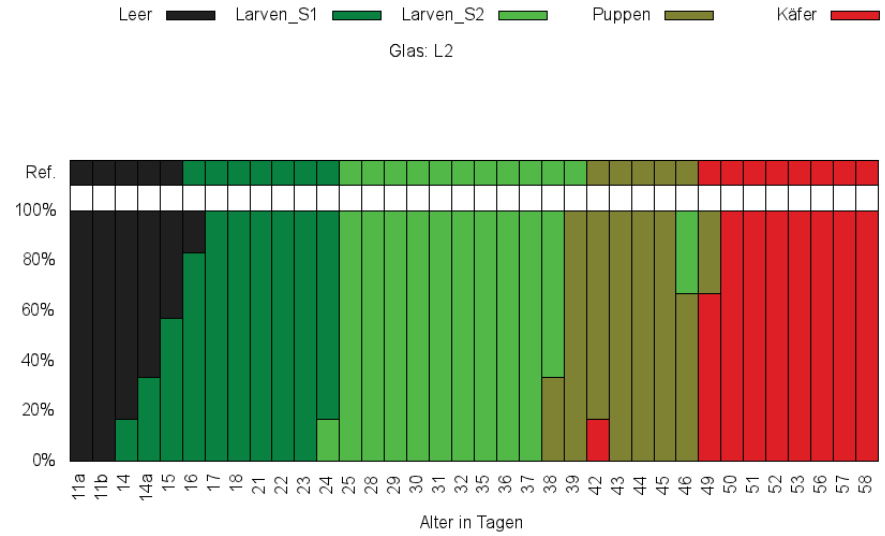
Ergebnisse



© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Ergebnisse



© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Ergebnisse

- Laborversuch:
  - ideales Erkennungsergebnis unter Laborbedingungen
  - Unterscheidung von Larven und Käfern ist möglich
  - sogar schrittweiser Anstieg des Larvenbefalls erkennbar

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Ausblick

- Durchführung von Feldtests (Umgebungsgeräusche!)
- Entwicklung eines permanenten Gerätes für Getreidesilos
- Erweiterung auf andere Schädlinge

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS

Akustische Mustererkennung zur automatischen Schädlingserkennung

Vielen Dank!

© Fraunhofer

Fraunhofer IKTS