

Datenfusion für das multivariate Condition-Monitoring von Antriebssträngen

Christian SCHMIDT¹, Oliver MEY², Samuel KLEIN¹, André SCHNEIDER²,
Dirk MAYER², Olaf ENGE-ROSENBLATT², Hans-Georg HERRMANN¹

¹ Fraunhofer IZFP, Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren, Saarbrücken

² Fraunhofer IIS/EAS, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen, Institutsteil
Entwicklung Adaptiver Systeme, Dresden

Kontakt E-Mail: christian.schmidt@izfp.fraunhofer.de

Kurzfassung

Die steigende Nachfrage nach effizienten, zuverlässigen und verfügbaren industriellen Produktionsanlagen hat zur Entwicklung von Systemen zur kontinuierlichen Zustandsüberwachung (CM) geführt. Durch die Analyse von Sensorsignalen und eine frühzeitige Erkennung und Klassifizierung von Schäden durch CM-Systeme, können drohende Ausfälle bedingt durch Verschleiß frühzeitig erkannt werden, was eine kosteneffiziente vorausschauende Wartung von Fertigungssystemen ermöglicht und schwere Schäden verhindert. Die Datenanalyse kann durch die Anwendung von Algorithmen des maschinellen Lernens (ML) und die Fusion von Daten aus heterogenen Sensoren verbessert werden.

Mittels einer eigens entwickelten, flexiblen, Iot-fähigen Linux-Plattform wurde ein Demonstratorsystem entwickelt. Mit diesem wurde eine schrittweise Integration von Klassifizierungen aus Vibrations- und Acoustic Emission-Sensoren (AE-Sensoren) umgesetzt, um die Informationen aus Signalen zu kombinieren, die im Nieder- und Hochfrequenzbereich erfasst werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der vorgeschlagenen Kombination aus Vibrations- und AE-Sensorik sowie dem Algorithmus zur Fusion der Klassifikatoren eine Verbesserung der Schadensklassifizierung sowie Robustheit erreicht werden kann. Eine Anpassung und Erweiterung für weitere Anwendungen und Sensormodalitäten ist möglich.

Datenfusion für das multivariate Condition Monitoring von Antriebssträngen

Christian Schmidt, Samuel Klein, Hans-Georg Herrmann
Fraunhofer IZFP

Oliver Mey, Dirk Mayer, André Schneider, Olaf Enge-Rosenblatt
Fraunhofer IIS/EAS

AUSGANGSSITUATION

Durch die Analyse von Sensorsignalen und eine frühzeitige Erkennung und Klassifizierung von Schäden an Antriebssträngen durch Condition-Monitoring-Systeme (CMS), beispielsweise in Produktionsanlagen, können drohende Ausfälle frühzeitig erkannt werden. Dies ermöglicht eine kosteneffiziente, vorausschauende Wartung und verhindert schwere Schäden. Die Bandbreite der Einsatzfälle und Betriebsumgebungen der Komponenten ist allerdings sehr groß. Ein anschauliches Beispiel bieten die weit verbreiteten Wälzlager. Durchmesser, aufzunehmende Lasten, Drehzahlen und Betriebsdauern variieren hier sehr stark. Es werden daher Anpassungen der CMS für jeden Einzelfall notwendig.

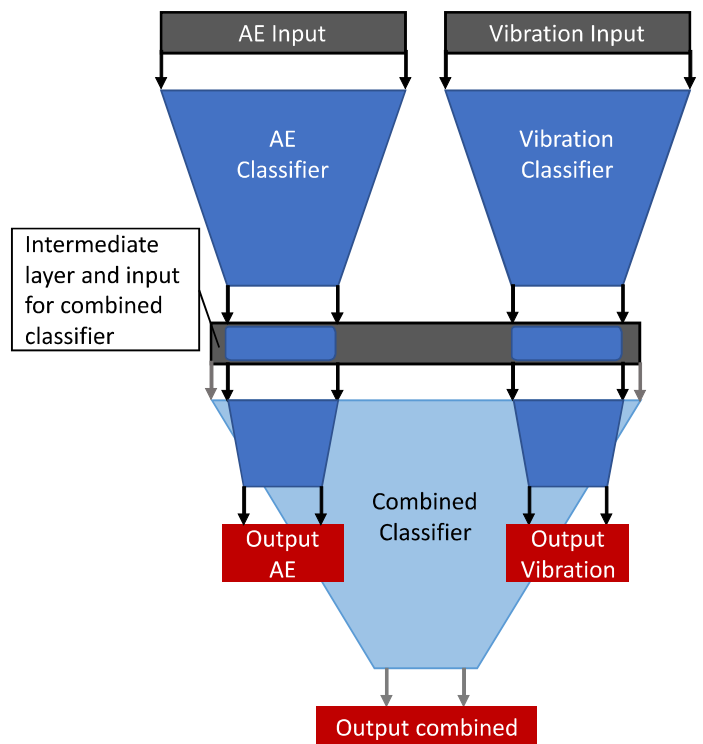
ZIEL

- Verbesserung der Wälzlagerüberwachung bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen
- Machine Learning (ML) gestützte Datenfusion verschiedener Sensormodalitäten
- Automatisierte Anomalieerkennung, Schadensdetektion und -klassifizierung
- Möglichkeit der schnellen Einbindung in bestehende Produktionsumgebungen
- Erweiterbarkeit der Hard- und Software-Plattform für weitere Anwendungsfälle

ZUSAMMENFASSUNG

Zur Antriebsstrangüberwachung unter wechselnden Bedingungen wurde ein Demonstratorsystem mit austauschbaren Referenzfehlern aufgebaut und instrumentiert. Hieran wurden mittels ML-Algorithmen Klassifikatoren trainiert und eine Fusion der Daten vorgenommen. Es konnte so eine Verbesserung der Klassifizierungsgenauigkeit und -robustheit erreicht werden.

Hard- und Software zur Datenerfassung, -verarbeitung und -analyse basieren auf einer IoT-fähigen Linux-Plattform und sind für eine flexible Anpassung an weitere Sensormodalitäten und Anwendungsfälle ausgelegt.



	(a) Vibration Classifier				(b) Acoustic Emission Classifier				(c) Combined Classifier with Splitted Training Dataset			
Actual Labels	No Defect	Inner ring	Outer ring	Rolling element	No Defect	Inner ring	Outer ring	Rolling element	No Defect	Inner ring	Outer ring	Rolling element
No Defect	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Inner ring	0,0 %	50,0 %	34,4 %	15,6 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,00 %	100,00 %	0,00 %	0,00 %
Outer ring	0,0 %	90,6 %	9,4 %	0,0 %	78,1 %	0,0 %	12,5 %	9,4 %	0,00 %	15,62 %	84,38 %	0,00 %
Rolling element	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %	0,00 %	3,12 %	0,00 %	96,88 %
	Predicted Labels				Predicted Labels				Predicted Labels			