



MINIATURISIERTES SYSTEM ZUR INTELLIGENTEN SIGNALVERARBEITUNG IM MASCHINENBAU

Dr. Constanze Tschöpe, Dr. Frank Duckhorn, Dipl.-Ing. (FH) Christian Richter, Dipl.-Ing. (FH) Matthias Eiselt, Dipl.-Ing. (FH) Peter Blüthgen

Intelligente Signalverarbeitung wird im Maschinenbau zur prozessintegrierten Qualitätskontrolle, für Lebensdaueranalysen an Verschleißteilen und zur Zustandsüberwachung benötigt. Das Fraunhofer IKTS hat im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts »MISIS« ein miniaturisiertes System zur intelligenten Signalverarbeitung entwickelt. Herzstück ist das Basismodul, bestehend aus digitalem Signalprozessor (DSP) und Field Programmable Gate Array (FPGA) inklusive der benötigten Speicher, Stromversorgung und der peripheren Schnittstellen. Das Modul in Form einer Mini-PCI-Express-Karte (30 x 50,95 mm) kann in verschiedensten Systemen, z. B. in vielen Laptops, betrieben werden. Die Kombination von DSP und FPGA ermöglicht die Realisierung komplexer, echtzeitkritischer Algorithmen bis hin zur akustischen Mustererkennung mit tiefen neuronalen Netzen (DNN) oder Hidden-Markov-Modellen (HMM). Über ein Flachbandkabel kann das Basismodul mit verschiedenen Signalakquise- und -ausgabemodulen verbunden werden. Damit ist es sowohl zur Audio- und Ultraschallsignalverarbeitung als auch zur Verarbeitung anderer Signalquellen geeignet. Im Rahmen des Projekts entwickelte der Verbundpartner SINUS Messtechnik GmbH ein Signalakquisemodul zur hochqualitativen Verarbeitung von Audiosignalen im hörbaren Bereich (bis 24 kHz), das über vier unabhängige Kanäle verfügt. Mit diesen beiden Modulen konnte die Leistungsfähigkeit des Systems demonstriert werden, z. B. bei der automatischen Erkennung von Defekten in Glasflaschen – ein Kooperationsprojekt mit der BTU Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Kommunikationstechnik. Dafür wurden die gesamte Merkmalanalyse (Fensterung, Fourieranalyse, zeitliche und räumliche Glättung über Filtermatrizen) sowie die Klassifikationsalgorithmen (Dichteberechnung der Hidden-Markov-Modelle, Suche in endlichen gewichteten Automaten) im Basismodul im-

plementiert. Durch die Einbettung dieser rechenintensiven Algorithmen auf dem FPGA wurde die Rechenzeit deutlich reduziert. Damit sind die Verfahren der Merkmalanalyse und Klassifikation auch für hochfrequenterer Signale einsetzbar. Intelligente Signalverarbeitung und akustische Mustererkennung setzt das Fraunhofer IKTS auch erfolgreich zur prozessintegrierten Quali-

Rechenzeit bezogen auf die Signallänge

Algorithmus	DSP	FPGA
Merkmalanalyse	9,4 %	1,1 %
Dichteberechnung	59 %	34 %
Suche	32 %	3,1 %

tätskontrolle von Zahnrädern, zur Ermittlung der Restlebensdauer von Ventilen, zur Fehlerfrüherkennung an Walzen und Lagern in Spinnmaschinen, zur Zustandsüberwachung an Flugzeugmaterialien und zur automatisierten Weichheitsprüfung von Tissueprodukten im Herstellprozess ein. Sie eignen sich damit hervorragend zur Prüfung von Maschinenkomponenten oder auch als Prüfeinheit für Produktionsanlagen.

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie dem Projektträger VDI/VDE Innovation + Technik GmbH für die finanzielle Unterstützung (FKZ 16ES0297) und den Partnern im Projekt »MISIS« für die Zusammenarbeit.



- 1 Integration im Messsystem.
- 2 Basismodul des miniaturisierten Systems zur intelligenten Signalverarbeitung.