

Titel: Verbessertes Messen und Prüfen durch Künstliche Intelligenz

Messen und Prüfen sind keine Tätigkeiten, die nur in dafür besonders bekannten Gebieten vorkommen wie zum Beispiel der Verwendung von Werkzeugmaschinen in der Produktion. Nein, Messen und Prüfen sind Tätigkeiten, die fast überall in technischen Systemen unseres täglichen Lebens vorkommen; sie sind damit eine wesentliche Grundlage unserer technisierten Welt. Ein paar bekannte Beispiele hierfür sind: Messen aller fahrzeugrelevanten Daten wie zum Beispiel der Drehgeschwindigkeit der Achsen beim Anti-Blokkier-System (ABS), Zustandsmessungen des Antriebs eines modernen Zuges etc. Messen und Prüfen sind insbesondere bei hochtechnisierten Systemen wie Flugzeugen, Raketen, Kraftwerken und so weiter nicht mehr weg zu denken.

Für allgemeine Mess- und Prüfaufgaben werden von den einschlägigen Fachgebieten wie zum Beispiel Regelungstechnik verschiedene ausgereifte Verfahren angeboten, die einen Großteil der relevanten Einsatzgebiete abdecken. Für speziellere Anwendungen sind entsprechende Verfahren oft noch Mangelware. In manchen Anwendungen kann man die benötigten Messgrößen nicht direkt ermitteln bzw. aus anderen herleiten. Ein etwas ungewöhnliches Beispiel mag Roboter-Fußball sein. Hier spielen Roboter selbstständig gegeneinander Fußball. Je nach Größe und den damit verbundenen Möglichkeiten werden die Roboter in verschiedene Ligen eingeteilt. Bei einigen wird das Spielfeld mit einer Kamera von oben aus global beobachtet, bei anderen befinden sich kleine Kameras auf den einzelnen Robotern. Die Aufgabe der zu entwickelnden Kontrollarchitekturen ist es nun, die eigene Position, die der anderen Mitspieler sowie der Gegner und des Balls zu ermitteln. All dies muss aus den zur Verfügung stehenden Kamerabildern abgeschätzt werden. Neben klassischen Verfahren kommen hierbei auch Methoden der künstlichen Intelligenz zum Einsatz. Diese Methoden unterstützen die Segmentierung (d.h. das Zusammenführen der einzelnen Pixel zu ganzen Objekten), Vorder-/Hintergrund-Trennung, Eliminierung von Rauschen, und, was besonders wichtig ist, das Anwenden von Lernverfahren zur sukzessiven Verbesserung der fortlaufenden Messungen.

Weitere zum Einsatz kommende Verfahren sind unter anderem Fuzzy Logik, Neuronale Netze sowie Evolutionäre Algorithmen. Fuzzy Logik ist eine Art Beschreibungssprache, die zum einen den Gesetzen der mathematischen Logik gehorcht, und es zum anderen dem Benutzer gestattet, sein Expertenwissen in einer recht verständlichen Form zu formulieren. Bei den Neuronalen Netzen handelt es sich um starke Abstraktionen natürlicher Nervenfasern.

Ein Charakteristikum dieser Neuronalen Netze ist, dass sie anhand von geeignet gewählten Beispielen lernen können. Nach einer genügend langen Lernphase sind richtig konfigurierte Neuronale Netze in der Lage, ihr Wissen sinnvoll auf neue und unbekannte Fälle anzuwenden. Dies macht ihren Einsatz besonders dort geeignet wo die mathematischen Zusammenhänge entweder nicht bekannt oder nur schwer formulierbar sind. Die Fähigkeit, anhand von Beispielen zu lernen und später universell zu generalisieren kann in modifizierter Form auch auf

Fuzzy Logik angewendet werden.

Ein weiteres, recht eingängiges Beispiel solcher Methoden der Künstlichen Intelligenz ist die Diagnose von Auto-Wasserpumpen. Klassischerweise könnte man soeben hergestellte Wasserpumpen durch den Einbau in eine geeignete Testanlage auf ihre Funktionstchtigkeit hin überprüfen. Andererseits kann man auch versuchen, die Funktionstchtigkeit neuer Wasserpumpen anhand ihrer Motorgerusche zu ermitteln. Wollte man dies mittels der oben beschriebenen Methoden machen, müsste man eine genügend große Zahl funktionsfähiger sowie funktionsuntchtiger Wasserpumpen aus der Produktion nehmen und einem Lernverfahren zuführen. Die damit ausgestattete Anlage wird dann nach einiger Zeit des Lernens in der Lage sein, gute von schlechten Pumpen zu unterscheiden.

Das eben beschriebene Verfahren ist recht allgemein anwendbar. Beispielsweise kann man bei der Diagnose fehlerhafter Werkstücke Kamerabilder einsetzen. Auch hier brüchte man nur wieder genügend Positiv- sowie Negativbeispiele. Es muss sich bei "Bildern nicht einmal um die blichen Kamerabilder handeln. Ein gutes, recht anspruchsvolles Beispiel besteht im Verstehen natrlich gesprochener Sprache. In einer Vorverarbeitungsstufe kann der gesprochene Text durch eine Fourier-Analyse kompakt dargestellt werden. Das so ermittelte Frequenzspektrum kann als "Bildäufgefasst und in geeigneter Art und Weise durch ein nachgeschaltetes Neuronales Netzwerk analysiert werden. Bei richtigem Training und nicht zu großen Strungen lassen sich recht erstaunliche Resultate (Erkennungsraten) erzielen.

Neuronale Netze lassen sich auch sehr gut dann einsetzen, wenn die Zahl der zu beobachtenden Messgren sehr hoch ist. Netzwerke, die in der Literatur als selbstorganisierende Kohonen-Karten bekannt sind, sind in der Lage, die hohe Zahl der Messgren auf eine reduzierte, dem System innewohnende wesentlich kleinere Zahl zu reduzieren. Dies macht dann die Realisierung nachgeschalteter Mesysteme wesentlich einfacher.

Weiter oben wurden noch Evolutionre Algorithmen erwht. Dabei handelt es sich um eine sehr stark vereinfachte Form der natrlichen Evolution. Ohne weitere Kenntnis mathematischer Zusammenhnge kann die knstliche Evolution mittels zuflliger Variationen (wie zum Beispiel Mutation und Rekombination) sowie Selektion der Besten einen Gegenstand schrittweise verbessern helfen. Diese Verfahren lassen sich anwenden, um einerseits das Messverfahren und/oder seine Parameter oder andererseits das ganze System zu optimieren.

Dies kann sich auf kleinere Korrekturen des eigentlichen Messverfahren beziehen, aber auch die Optimierung des gesamten Systems betreffen. Evolutionre Algorithmen knnen auch eingesetzt werden, um Neuronale Netze sowie Fuzzy-Logiken nachtrglich zu optimieren.



Ansprechpartner:

Prof. Ralf Salomon
Universität Rostock
Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik
18051 Rostock
Email: ralf.salomon@uni-rostock.de