Hybrides, skalierbares Diagnose-System für freie Kfz-Werkstätten

Konzeption und erste Evaluationsergebnisse

Nghia Dang Duc, Peter Engel, Gerrit de Boer, Frank Puppe

Personal und Prüftechnik in den Werkstätten müssen mit der fortschreitenden Entwicklung der Kraftfahrzeuge mithalten. Dies wird zunehmend erschwert durch die steigende Typenvielfalt - insbesondere bei den Diagnoseabläufen in freien Werkstätten - und die wachsende Fahrzeugkomplexität, welche wesentlich durch die stark zunehmende Anzahl der durch mechatronische Systeme realisierten Funktionen bedingt ist. Mechatronische Systeme vereinigen mechanische und elektronische Einzelkomponenten mit Softwarefunktionen zu integrierten komplexen Systemen. Aus den oben genannten Gründen bedarf es verbesserter Wissenserhebungs- und Diagnoseverfahren, um die Diagnose in freie Werkstätten zu unterstützen. Der vorgestellte Lösungsansatz vereint einen qualitativen modellbasierten Diagnoseansatz mit einem auf heuristischem Diagnosewissen basierenden Ansatz. Diese Lösung ermöglicht zum einen die kombinierte Analyse von Informationen aus der Onboard-Diagnose des Steuergeräts, der Offboard-Diagnose externer Messgeräte sowie den subjektiven Beobachtungen des Werkstattpersonals und zum anderen die Beherrschung der Variantenvielfalt in freien Werkstätten. Dieser Beitrag beschreibt, wie auf den Methoden der Künstlichen Intelligenz eine leistungsfähige Diagnosetoolkette realisiert wird und stellt die ersten Ergebnisse der Realisierung und Evaluierung vor.

1 Motivation

Die Diagnose von Fahrzeugen in den Werkstätten basiert heute auf dem Einsatz von spezieller Prüftechnik, mit deren Hilfe die in den Steuergeräten (ECUs[1]) des Fahrzeugs abgelegten Diagnoseinformationen (Diagnostic Trouble Codes - DTC [2]) ausgelesen werden. Ein DTC gibt - aus Sicht des erzeugenden Steuergerätes - Hinweise auf mögliche Fehlerquellen, die aber in der Regel nicht immer hinreichend sind. Aus diesem Grund werden in der Werkstatt neben den DTC der Steuergeräte weitergehende Symptome zur Diagnose herangezogen, wie zum Beispiel physikalische Messgrößen (Spannung, Druck, Abgas usw.) und subjektive Beobachtungen (Geräusche, Sichtkontrolle). Diagnosesysteme in Vertragswerkstätten wenden hauptsächlich die fallbasierte Diagnostik an. Zum einen hält sich hier die Fahrzeugvielfalt in Grenzen und zum anderem besteht eine Meldepflicht bei neuen, nicht im System vorhandenen Fällen. Die freien Werkstätten verfügen nicht über eine solche Datenbank. Somit ist der fallbasierte Ansatz schwer umsetzbar. Daher muss das Werkstattpersonal bei einem Diagnosevorgang die vorliegenden Diagnoseinformationen zur Bildung von Fehlerhypothesen selbst kombinieren und hieraus weitere Prüfschritte und Messungen ableiten. Hierzu gehört auch die Methodik bei der Fehlersuche, das heißt, das Treffen von Entscheidungen über durchzuführende Prüfgänge und deren Reihenfolge („Welches Steuergerät wird zuerst abgefragt?“, „Welche physikalischen Signale werden als nächstes gemessen?“, „Welche Komponente wird als erstes einem Komponententest unterzogen?“usw.). Diese Methodik bestimmt erheblich die Kosten bei der Fehlersuche und mitunter deren Erfolg, da die Anzahl der zu diagnostizierenden Fahrzeuge entsprechend hoch und der relative Erfahrungsschatz des Werkstattpersonals entsprechend gering ist, verglichen mit dem einer Vertragswerkstatt. Um die zukünftige Unterstützung des Personals der freien Werkstätten bei der Fehlersuche zu gewährleisten, werden neue Generationen von herstellerunabhängigen Diagnosetools benötigt, die die Probleme der Variantenvielfalt und Komplexität lösen.

2 Die Anwendungen

Die Anwendungsbeispiele sind ein Common-Rail- (CP3-System; Versuchträger: Daimler E220cdi) und ein Motronic-System mit E-Gas (ME 7.x-System; Versuchträger: Opel-Corsa 1.2). Die Bereitstellung des Moments aus dem Verbrennungsvorgang im Brennraum ist die Hauptfunktion der beiden Systeme. Um das Verbrennungsmoment zu erzeugen, werden z.B. bei dem ME 7.x-System die Luftmasse und die verfügbare Kraftstoffmasse gemischt und in den Brennraum eingeführt; der Zündfunke leitet die Verbrennung des Luft-Kraftstoff-Gemischs zu einem bestimmten Zeitpunkt ein. Hierbei kann das Motorsystem im verschiedene Subsysteme aufgeteilt werden: Luft, Einspritzung, Brennraum, Abgas, Kühlung und Motorsteuerung [3]. Die Aufteilung des Systems bezieht sich auf die einzelnen Funktionen bzw. Aufgaben der Subsysteme. Zum Beispiel ist die Aufgabe des Luftsystems beim jeweiligen Betriebszustand des Motors (Warmlauf, Leerlauf, Teillast, etc.) ein bestmöglich angepasstes Luft-Kraftstoff-Verhältnis bereitzustellen. Um die zugewiesene Aufgabe auszuführen, sind die Subsysteme im Ottomotor-System wiederum aus mehreren Komponenten aufgebaut. Beispielsweise besteht das Luftsystem (Abbildung 1) aus mehreren Komponenten wie Drosselklappe, Ansauglufttemperatursensor, Luftmassenmesser, Luftfilter, Luftleitung, etc.[3]. Das Motor-