

Kurzfassung

Die steigende Zahl von Motor-Getriebekombinationen auf dem Fahrzeugmarkt und die wachsende Komplexität und Vielfalt von Funktionen in den Fahrzeugsteuergeräten verursachen eine ständige Erhöhung des Aufwands für die Getriebeabstimmung. Bei diesem als Getriebeapplikation bezeichneten Vorgang verstellt ein Versuchsingenieur die Parameter der Getriebesteuerung bis die subjektive Beurteilung der Schaltqualität seinen Erwartungen entspricht. Dieser Prozess findet heute meist im aufwändigen Fahrversuch auf öffentlichen Straßen unter kaum reproduzierbaren Bedingungen statt.

Eine effiziente Möglichkeit, den steigenden Applikationsaufwand zu bewältigen, stellt die Automatisierung des Applikationsprozesses dar. Die vorliegende Arbeit leistet durch die detaillierte Analyse des Schaltablaufs von Automatikgetrieben, die Festlegung neuer Beurteilungskriterien und die Entwicklung eines effizienten, automatisierten Applikationsprozesses dazu einen Beitrag. Herkömmlich wird die Schaltqualität anhand von zusammenfassenden, oft subjektiven Noten beurteilt, wodurch allerdings der Bezug zu den Ursachen für Beeinträchtigungen verloren geht. Daher wird in der Arbeit ein mehrkriterieller Ansatz verfolgt, bei dem verschiedene Phasen des Beschleunigungsübergangs identifiziert werden sowie Schaltzeit und Verschleiß als objektive Kriterien eingehen. Insbesondere wird Diskomfort als Abweichung von einem idealen Beschleunigungsübergang definiert, der sich aus einer einfachen Schwingungsbetrachtung ableiten lässt. Basierend auf Diskomfort und Schaltzeit als zwei zu minimierenden Kriterien wird ein bi-kriterielles Optimierungsproblem formuliert und mit Hilfe eines mehrkriteriellen genetischen Algorithmus gelöst. Dabei wird die Widersprüchlichkeit der beiden Kriterien deutlich, weshalb optimale Parameter der Getriebesteuerung nicht eindeutig, sondern immer Kompromisslösungen sind.

Es wird gezeigt, dass die relevanten Schaltablaufparameter mit einer Sensitivitätsanalyse gefunden werden können, um den Aufwand der Optimierung zu reduzieren. Eine weitere Effizienzsteigerung wird durch die Anwendung eines ersatzmodellgestützten Optimierungsalgorithmus erzielt. Am Ende der Arbeit kann gezeigt werden, dass sich Schaltungen mit dem vorgeschlagenen automatisierten Prozess teilweise besser abstimmen lassen als durch eine klassische, manuelle Applikation. Die Zukunft einer automatisierten Applikation am Prüfstand und am Simulationsmodell erscheint somit möglich.

Abstract

The increasing number of power train variants and the growing complexity and diversity of functions of control software for automatic transmissions lead to a rising calibration effort. During transmission calibration, a test driver typically adjusts parameters of the shift control algorithms until his subjective assessment of the shift quality satisfies his requirements. Today this process is mainly executed on the road under poorly reproducible conditions.

An efficient way to cope with the challenge of rising calibration efforts is to automate the calibration process. The present thesis contributes to this by defining new shift quality criteria and developing an efficient automated calibration process. Conventionally shift quality is assessed on the basis of summarized, subjective grades. By this, however, the connection between cause and effect of poor shift quality is lost. Therefore, in this thesis, a multi-objective approach is applied, which identifies different phases of the shift event and considers shift time and wear out as additional criteria. In particular, discomfort is defined as a deviation from an ideal acceleration transition which can be derived from a simple vibration analysis. Based on discomfort and shift time a bi-criterion optimization problem is defined and solved by a multi-objective genetic algorithm. Therefore the solution of the problem is not unique but always a set of trade-offs between the two conflicting criteria.

It is shown that relevant parameters of the shift control may be identified by sensitivity analysis in order to reduce the complexity of the optimization problem. A further increase of efficiency is achieved by using a surrogate model based optimization algorithm. At the end of this thesis it is shown that results of the proposed automated process partly outperform those of the classic manual calibration process. Future transmission calibration may therefore be carried out automatically on test rigs and with simulation models.