Drehzahladaptive Regelung zur Bewegung des Drehmomentgradienten

Vorteile

- Adaptive Begrenzung von Drehmomentverläufen zur Vermeidung von Spielreaktionen
- Softwarelösung ohne zusätzliche Sensorik
- Schutz mechanischer Komponenten und Erhöhung des Fahrkomforts

Fachbereich:

Antriebstechnik
Regelungstechnik
Fahrzeugtechnik

Technologie-Reifegrad (TRL):

TRL 2-3: Nachweis der Funktionstüchtigkeit

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)
DE 102021113291 B4
[04/2024]

Angebot:

Verkauf
Lizenzierung
Entwicklungskooperation

Literatur:

Universität Rostock Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock

Einleitung

Moderne Antriebssysteme, insbesondere in Elektro- und Hybridfahrzeugen, zeichnen sich durch eine hohe Dynamik in der Drehmomentbereitstellung aus. Diese Eigenschaft birgt jedoch auch Risiken: Drehmomentänderungen können bei spielbehafteten Übertragungselementen wie Gelenkwellen, Lagern oder Getrieben zu abrupten Reaktionen führen – etwa in Form von Rucken, Klappern oder überhöhtem Verschleiß. Besonders kritisch sind schnelle Vorzeichenwechsel des Drehmoments, wie sie beispielsweise beim Übergang zwischen Schub- und Zugbetrieb auftreten. Klassische Steuerverfahren begrenzen Drehmomentverläufe lediglich statisch – d. h. unabhängig von der momentanen Systemdynamik. Die Erfindung zielt darauf ab, diese Limitierung zu überwinden, indem der maximale Drehmomentgradient drehzahlabhängig reguliert wird. Dadurch lassen sich lastbedingte und geschwindigkeitsabhängige Effekte gezielt ausgleichen, ohne die Reaktionsfreudigkeit des Antriebssystems grundlegend einzuschränken.

Innovation

Die vorliegende Erfindung beschreibt ein softwaregestütztes Verfahren zur Begrenzung des zeitlichen Gradienten eines Drehmoments an einem spielbehafteten mechanischen Überträger – insbesondere in drehschwingungsfähigen Antriebssträngen. Im Unterschied zu bekannten Lösungen erfolgt diese Begrenzung nicht statisch, sondern adaptiv in Abhängigkeit von der aktuellen Drehzahl des Systems.

Kernidee ist die modellbasierte Anpassung der maximal zulässigen Drehmomentänderungsrate („Gradient“) in Abhängigkeit vom Betriebszustand. Dafür wird zunächst ein dynamisches Modell des Antriebsstrangs erstellt, dass neben der Trägheit der rotierenden Komponenten auch das nichtlineare Verhalten des Elastomerlagers berücksichtigt. Dabei werden Effekte wie Kriechen, Alterung und lastbedingte Steifigkeitsveränderungen modelliert. Das Modell liefert in Echtzeit einen Referenzbereich für zulässige Drehmomentgradienten – abhängig von Drehzahl, Temperatur, Systemsteifigkeit und Spiel.

Sobald eine vom Fahrer oder vom Steuergerät angeforderte Drehmomentänderung außerhalb dieses zulässigen Bereichs liegt, greift das Verfahren korrigierend ein: Die Steigung des gewünschten Drehmoments wird aktiv „geglättet“ – also in einen sicheren Bereich überführt, der weder mechanische Überlastung noch unkontrollierte Spielreaktionen erzeugt. Dabei bleiben das Zielmoment und der grundlegende Charakter des Fahrverhaltens erhalten – lediglich die Rampe zur Zielerreichung wird anlagenschonend angepasst.

Die besondere Stärke der Erfindung liegt in der adaptiven Steuerung: Während klassische Begrenzungen statische Grenzwerte nutzen, passt das erfindungsgemäße System diese laufend an die aktuelle Betriebssituation an. Dies ermöglicht z. B. bei niedriger Drehzahl (wo das Reaktionsmoment durch Spiel größer ist) eine flachere Drehmomentkurve und bei höherer Drehzahl eine dynamischere Freigabe – ohne Komfortverlust. Zusätzlich ist das Verfahren in der Lage, inkonsistente oder periodisch wiederkehrende Grenzwertverletzungen zu erfassen, um Rückschlüsse auf den Zustand der Systemkomponenten zu ermöglichen (z. B. Elastomerlager-Verschleiß oder Spielveränderungen).

Das Verfahren ist rein softwarebasiert und benötigt keine zusätzliche Sensorik – es nutzt ausschließlich vorhandene Eingangsdaten wie Drehzahl, Temperatur oder Motordrehmoment. Es eignet sich für die direkte Integration in Steuergeräte von Antriebssystemen und bietet durch seine Adaptivität Vorteile für vielfältige Anwendungen: vom Pkw bis zu Industrieanlagen mit hochdynamischen Drehmomentverläufen.

Insgesamt bietet die Innovation einen wichtigen Beitrag zur funktionalen Sicherheit und zum Komfort zukünftiger Antriebssysteme – besonders im Kontext zunehmender Elektrifizierung, Softwaresteuerung und steigender Lebensdaueranforderungen.

Vorteile

- Adaptive Begrenzung von Drehmomentverläufen zur Vermeidung von Spielreaktionen
- Softwarelösung ohne zusätzliche Sensorik
- Schutz mechanischer Komponenten und Erhöhung des Fahrkomforts

Fachbereich:

Antriebstechnik
Regelungstechnik
Fahrzeugtechnik

Technologie-Reifegrad (TRL):

TRL 2-3: Nachweis der Funktionstüchtigkeit

Schutzrechtssituation:

Patentanmeldung (DE)
DE 102021113291 B4
[04/2024]

Angebot:

Verkauf
Lizenzierung
Entwicklungskooperation

Literatur:

Vorteile und Anwendungspotenziale

Das Verfahren eignet sich insbesondere für softwaredefinierte Antriebsarchitekturen und sicherheitsrelevante Fahrzeugkonzepte, die von drehmomentbasierten Steuerstrategien abhängig sind.

Zentrale Vorteile:

- Vermeidung von Laststößen bei spielbehafteten Komponenten (z. B. Getriebe, Wellen)
- Adaptive Begrenzung des Drehmomentgradienten in Abhängigkeit von der Drehzahl
- Erhöhung von Fahrkomfort und Bauteilschutz ohne Verzicht auf Dynamik
- Keine zusätzliche Sensorik erforderlich – rein softwarebasiertes Verfahren
- Kompatibel mit E-Fahrzeugen, Hybridantrieben, Industrieanwendungen und Bahnfahrzeugen
- Modellgestützte Analyse potenzieller Verschleißtrends (z. B. in Elastomerlagern)
- Einfache Integration in bestehende Steuergeräte – ideal für Software-defined Vehicle-Ansätze

Relevanz und Marktpotential

Mit dem Übergang zur vollelektrischen Mobilität und softwarezentrierten Fahrzeugarchitekturen rückt die präzise Steuerung mechanischer Übergänge zunehmend in den Fokus. Gerade bei automatisierten Antrieben und Drive-by-Wire-Systemen gewinnt die Vermeidung unerwünschter Spielreaktionen an Bedeutung – aus Komfort- und aus Sicherheitsgründen. Die vorgestellte Technologie ermöglicht eine adaptive und intelligente Umsetzung dieser Anforderungen und bietet Herstellern eine einfache, aber wirkungsvolle Möglichkeit zur Differenzierung und Funktionsverbesserung. Sie adressiert einen wachsenden Bedarf im Automotive-Bereich sowie in anderen Hochleistungsanwendungen.

Aktueller Stand

Für die beschriebene Technologie wurde die deutsche Patentschrift **DE 102021113291 B4** eingereicht, die zwischenzeitlich erteilt wurde. Die Anmeldung schützt ein Verfahren zur rechnergestützten Ermittlung dynamischer Antriebsgrößen, insbesondere einer Kraft oder eines Drehmoments, die auf ein Antriebsaggregat wirken. Geschützt ist dabei insbesondere die modellgestützte Verarbeitung von Zustandsgrößen wie Drehzahl, Spiel, Trägheitsmomenten und Steifigkeiten, um zulässige Änderungsraten für das Antriebsmoment abzuleiten. Ebenfalls umfasst sind die softwarebasierte Umsetzung dieser Regelung sowie eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Universität Rostock bietet interessierten Partnern die Möglichkeit, die geschützte Technologie im Rahmen von Lizenzvergaben, Kooperationen oder Entwicklungsprojekten weiterzuentwickeln und zur Marktreife zu führen.

Kontakt:

Service GmbH der Universität Rostock
patente-vvb@uni-rostock.de
Tel.: +49 (0)381 498-9803

Universität Rostock Service GmbH

+49 (0)381 498-9803
patente-vvb@uni-rostock.de
www.verwertungsverbund-mv.de

Postadresse:
Universität Rostock Service GmbH
18051 Rostock