



(10) **AT 514918 A4 2015-05-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

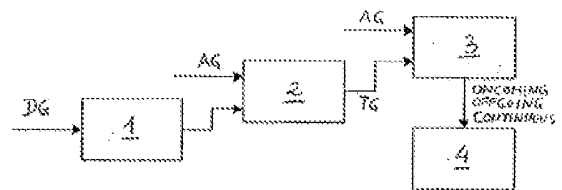
(21) Anmeldenummer: A 50456/2014 (51) Int. Cl.: **F16H 61/02** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 01.07.2014
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2015

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0736705 A2
GB 1420307 A
DE 102005052824 A1

(71) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)
(72) Erfinder:
Brandl Harald Dipl.Ing. (FH) Dr.
8020 Graz (AT)
Eggert Thomas Dr.
75177 Pforzheim (DE)
(74) Vertreter:
BABELUK Michael Dipl.Ing. Mag.
1150 WIEN (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES SCHALTABLAUFES EINES MEHRGÄNGIGEN AUTOMATIKGETRIEBES**

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren zur Steuerung eines Schaltablaufes eines mehrgängigen Automatikgetriebes zwischen einem Quellgang (AG) und einem Zielgang (TG), wobei für zumindest einen erlaubten Schaltablauf zwischen dem Quellgang (AG) und dem Zielgang (TG) auf der Basis des Quellganges (AG) und des Zielganges (TG) die für den Gangwechsel erforderlichen Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) ermittelt werden. Um den Aufwand für die Erstellung von Steuerungsstrategien zu reduzieren ist vorgesehen, dass die Schaltzustände der aktiven Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) des Getriebes für jeden Gang (G1, ..., G9) durch jeweils einen Binärvektor dargestellt werden und die sich öffnenden, sich schließenden und geschlossenen gehaltenen Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) des Schaltablaufs unter Verwendung von logischen Operatoren durch Verknüpfen der Binärvektoren des Quellganges (AG) und des Zielganges (DG) ermittelt werden.



AT 514918 A4 2015-05-15

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Steuerung eines Schaltablaufes eines mehrgängigen Automatikgetriebes zwischen einem Quellgang (AG) und einem Zielgang (TG), wobei für zumindest einen erlaubten Schaltablauf zwischen dem Quellgang (AG) und dem Zielgang (TG) auf der Basis des Quellganges (AG) und des Zielganges (TG) die für den Gangwechsel erforderlichen Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) ermittelt werden. Um den Aufwand für die Erstellung von Steuerungsstrategien zu reduzieren ist vorgesehen, dass die Schaltzustände der aktiven Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) des Getriebes für jeden Gang (G1, ..., G9) durch jeweils einen Binärvektor dargestellt werden und die sich öffnenden, sich schließenden und geschlossen gehaltenen Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) des Schaltablaufs unter Verwendung von logischen Operatoren durch Verknüpfen der Binärvektoren des Quellganges (AG) und des Zielganges (DG) ermittelt werden.

Fig.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Schaltablaufes eines mehrgängigen Automatikgetriebes zwischen einem Quellgang und einem Zielgang, wobei für zumindest einen erlaubten Schaltablauf zwischen dem Quellgang und dem Zielgang auf der Basis des Quellganges und des Zielganges, die für den Gangwechsel erforderlichen Schaltelemente ermittelt werden.

Die DE 10 2005 052 824 A1 beschreibt ein Verfahren zur Steuerung des Schaltablaufs eines mehrgängigen Kraftfahrzeug-Automatikgetriebes, bei dem zum Erreichen eines Ziel-Gangs Mehrfachsaltungen über eine Gangstufe hinweg durchführbar sind. Ausgehend von einem eingelegten Ist-Gang wird ein mehrere Gangstufen entfernter angeforderter Ziel-Gang in Abhängigkeit der aktuellen Fahrsituation wahlweise als Direktschaltung in einem Schritt oder als Kombination mehrerer zeitlich nacheinander ablaufender Einfach- und/oder Mehrfachsaltungen jeweils von Gangstufe zur in Richtung Ziel-Gang nächstfolgenden Gangstufe bzw. mit jeweils zwei Gangstufen eingelegt.

Steuerungsstrategien müssen üblicherweise für jedes Automatikgetriebe (AT) unabhängig voneinander erstellt werden. Dies erfordert jedoch einen beträchtlichen Entwicklungsaufwand und wirkt sich sehr nachteilig auf die Gesamtkosten aus.

Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und den Aufwand für die Erstellung von Steuerungsstrategien zu reduzieren.

Erfindungsgemäß erfolgt dies dadurch, dass die Schaltzustände der aktiven Schaltelemente des Getriebes für jeden Gang durch jeweils einen Binärvektor dargestellt werden und die sich öffnenden, sich schließenden und geschlossen gehaltenen Schaltelemente des Schaltablaufs unter Verwendung von logischen Operatoren durch Verknüpfen der Binärvektoren des Quellganges und des Zielganges ermittelt werden.

Unter Quellgang ist hier der aktuell eingelegte Gang zu verstehen. Der Zielgang ist jener auf der Basis eines Wunschganges ermittelte Gang, in den gewechselt werden soll. Der Wunschgang ist jener Gang, der vom Fahrer oder von einer elektronischen Steuereinheit angefordert wird. Dabei wird nach der Anforderung des Wunschganges und vor Durchführung des Gangwechsels geprüft, ob der Gangwechsel überhaupt erlaubt ist. Wenn ja, wird der Wunschgang dem Zielgang

zugeordnet. Ergibt die Prüfung, dass ein direkter Wechsel in den Wunschgang - beispielsweise wenn Quellgang und Wunschgang zu weit auseinander liegen - nicht erlaubt ist, so wird in Abhängigkeit des Quellganges und des Wunschganges ein zwischen dem Quellgang und dem Wunschgang liegender erlaubter Zielgang ermittelt.

Zur Steuerung des Schaltablaufes werden sich öffnende Schaltelemente (offgoing shift elements), sich schließende Schaltelemente (oncoming shift elements) und geschlossen gehaltene Schaltelemente (continuous shift elements) betrachtet.

Unter sich öffnende Schaltelemente, beispielsweise hydraulische Schaltkupplungen, werden jene Schaltelemente verstanden, die im Quellgang geschlossen und im Zielgang geöffnet sind. Unter sich schließende Schaltelemente, beispielsweise Schaltkupplungen, werden jene Schaltelemente verstanden, die im Quellgang geöffnet und im Zielgang geschlossen sind. Unter geschlossen gehaltene Schaltelemente, beispielsweise Schaltkupplungen, werden jene Schaltelemente verstanden, die sowohl im Quellgang, als auch im Zielgang geschlossen sind.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass sich öffnende Schaltelemente durch eine Konjunktion des Quellganges mit einer Negation des Zielganges ermittelt werden.

Sich schließende Schaltelemente können durch eine Negation des Quellganges mit einer Konjunktion des Zielganges ermittelt werden.

Weiters können geschlossen gehaltene Schaltelemente durch eine Konjunktion des Quellganges mit dem Zielgang ermittelt werden.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der Figur näher erläutert.

Die Figur zeigt schematisch einen Schaltablauf zwischen einem Quellgang AG und einem angeforderten Wunschgang DG bei einem durch ein mehrgängiges Automatikgetriebe gebildeten Getriebe eines Kraftfahrzeuges, welcher in vier Schritte unterteilt ist. Wird vom Fahrer oder einer elektronischen Schalteinheit ein Wunschgang DG angefordert, so wird in einem ersten Schritt 1 geprüft, ob der Gangwechsel überhaupt erlaubt ist. Fällt diese Überprüfung positiv aus, so wird der Zielgang TG dem Wunschgang DG gleichgesetzt. Fällt die Prüfung negativ aus - beispielsweise wenn Quellgang AG und Wunschgang DG zu weit auseinander liegen

- so wird ein alternativer erlaubter Zielgang TG ermittelt, welcher zwischen dem Quellgang AG und dem Wunschgang DG liegt. Diese Berechnung des Zielganges TG aus dem Wunschgang DG ist durch Schritt 2 angedeutet.

Die Schaltzustände der aktiven Schaltelemente des Getriebes, welche beispielsweise hydraulische Aktuatoren sind, werden für jeden Gang durch jeweils einen Binärvektor dargestellt und sind im Speicherbereich eines Steuergeräts, vorzugsweise einer Transmission Control Unit (TCU) so abgelegt, dass diese bei Bedarf abrufbar sind. Aus den tatsächlichen Übersetzungsverhältnissen der Drehmomente werden alle Werte der Schaltelemente in ein binäres Zahlensystem umgewandelt, wobei jeder Wert >0 durch eine 1 und jeder Wert $=0$ durch eine 0 ersetzt wird. Das so generierte Binärsystem wird vorzugsweise durch einen Prozessor wie beispielsweise dem Prozessor der TCU generiert.. Auf der Basis dieser Binärvektoren wird in Schritt 3 eine Indexberechnung der Schaltelemente durchgeführt, wobei die sich öffnenden (ONCOMING), sich schließenden (OFFGOING) Schaltelemente und geschlossen gehaltenen (CONTINUOUS) Schaltelemente des Schaltablaufs unter Verwendung von logischen Operatoren durch Verknüpfen der Binärvektoren des Quellganges und des Zielganges ermittelt werden. Im Allgemeinen können bei jedem Schaltablauf mehrere sich öffnende, sich schließende und geschlossen gehaltene Schaltelemente beteiligt sein.

Die aktiv beim Schaltablauf beteiligten Schaltelemente werden durch Binärvektoren dargestellt. Die Zustände (Indizes) der Schaltelemente werden durch logische Operatoren wie folgt bestimmt:

- OFFGOING: "im Quellgang geschlossen" AND NOT "im Zielgang geschlossen"
- ONCOMING: NOT" im Quellgang geschlossen" AND "im Zielgang geschlossen"
- CONTINUOUS: "im Quellgang geschlossen" AND "im Zielgang geschlossen"

1.) Beispiel 1: Sechsganggetriebe mit vier Schaltelementen C1, C2, C3, C4

Die Schaltelemente können beispielsweise Kupplungs- oder Bremsenlemente sein.

Das Getriebe weist folgendes Schaltschema für die Gänge G1, G2, G3, G4, G5 und G6 auf, wobei "X" für ein geschlossenes Schaltelement und "-" für ein geöffnetes Schaltelement steht:

Gang	C1	C2	C3	C4	Binärvektor
G2	-	X	-	X	0101
G3	-	X	X	-	0110
G4	X	X	-	-	1100
G5	X	-	X	-	1010
G6	X	-	-	X	1001

In der letzten Spalte sind die dem jeweiligen Gang G2, G3, G4, G5, G6 zugeordneten Binärvektoren dargestellt, wobei "1" für ein geöffnetes Schaltelement und "0" für ein geschlossenes Schaltelement steht. Die Position im Binärvektor gibt das jeweilige Schaltelement C1, C2, C3, C4 an.

1.1 Gangwechsel G2 -> G4

Beim Wechsel vom Quellgang G2 in den Zielgang G4 ergeben sich folgende Indizes für die beteiligten sich öffnenden Schaltelemente (OFFGOING), sich schließenden Schaltelemente (ONCOMING) oder geschlossen gehaltenen Schaltelemente (CONTINUOUS):

		Quellgang		Zielgang		Ergebnis	Schaltelement
OFFGOING		(0101)	AND NOT	(1100)	=	(0001)	C4
ONCOMING	NOT	(0101)	AND	(1100)	=	(1000)	C1
CONTINUOUS		(0101)	AND	(1100)	=	(0100).	C2

Durch Aufsuchen der Positionen der "0" bzw. "1" im Binärvektor der Spalte "Ergebnis" kann der Zustand der jeweiligen Schaltelemente erhalten werden. Im vorliegenden Fall kann also alleine aus den resultierenden Binärvektoren (0001)

bzw. (1000) für die Zeilen "OFFGOING" bzw. "ONCOMING" erkannt werden, dass das zweite Schaltelement C2 ein sich bei Schaltvorgang öffnendes und das erste Schaltelement C1 ein sich beim Schaltvorgang schließendes Schaltelement ist. Weiters kann aus dem resultierenden Binärvektor (0100) der Zeile CONTINUOUS erkannt werden, dass das zweite Schaltelement C2 während des Schaltvorganges geschlossen gehalten wird.

2.) Beispiel 2: Neunganggetriebe mit vier Schaltelementen C1, C2, C3, C4

Die Schaltelemente können beispielsweise Kupplungs- und/oder Bremsenelemente sein.

Die folgende Schalttafel zeigt die aktiven Schaltelemente für die entsprechenden Gänge, wobei "X" für ein geschlossenes Schaltelement und "-" für ein geöffnetes Schaltelement steht. Mit G1 bis G9 sind die einzelnen Gänge, und mit N ein Neutralgang bezeichnet. Das Getriebe ist beispielsweise für ein einen Elektromotor aufweisendes Hybridfahrzeug konzipiert:

Gang	C1	C2	C3	C4	Binärvektor
G1	-	X	X	-	0110
G2	-	-	X	X	0011
G3	-	X	-	X	0101
G4	-	-	-	X	0001
G5	X	-	X	-	1010
G6	X	X	-	-	1100
G7	X	-	X	X	1011
G8	X	X	X	-	1110
G9	X	X	-	X	1101

N	-	-	-	-	0000
---	---	---	---	---	------

In der letzten Spalte sind wieder die dem jeweiligen Gang zugeordneten Binärvektoren dargestellt, wobei "1" für ein geöffnetes Schaltelement und "0" für ein geschlossenes Schaltelement steht. Die Position im Binärvektor gibt das jeweilige Schaltelement C1, C2, C3, C4 an.

Für die verschiedenen Gangwechsel der Gänge G1 bis G9 ergeben sich unterschiedliche Anzahlen und Möglichkeiten von sich öffnenden Schaltelemente (OFFGOING), sich schließenden Schaltelemente (ONCOMING) oder geschlossen gehaltenen Schaltelementen (CONTINUOUS):

2.1 Gangwechsel G1 -> G2

Beim Wechsel vom Quellgang G1 in den Zielgang G2 ergeben sich folgende Indizes für die beteiligten drei aktiven Schaltelemente, also für ein sich öffnendes Schaltelement (OFFGOING), ein sich schließendes Schaltelement (ONCOMING) und ein geschlossen gehaltenes Schaltelement (CONTINUOUS):

		Quellgang		Zielgang		Ergebnis	Schaltelement
OFFGOING		(0110)	AND NOT	(0011)	=	(0100)	C2
ONCOMING	NOT	(0110)	AND	(0011)	=	(0001)	C4
CONTINUOUS		(0110)	AND	(0011)	=	(0010).	C3

Durch Aufsuchen der Positionen der "0" bzw. "1" im Binärvektor der Spalte "Ergebnis" kann der Zustand der jeweiligen Schaltelemente erhalten werden. Im vorliegenden Fall kann also alleine aus den resultierenden Binärvektoren (0100) bzw. (0001) für die Zeilen "OFFGOING" bzw. "ONCOMING" erkannt werden, dass das zweite Schaltelement C2 ein sich bei Schaltvorgang öffnendes und das vierte Schaltelement C4 ein sich beim Schaltvorgang schließendes Schaltelement ist. Weiters kann aus dem resultierenden Binärvektor (0010) der Zeile CONTINUOUS erkannt werden, dass das dritte Schaltelement C3 während des Schaltvorganges geschlossen gehalten wird.

2.1 Gangwechsel G3 -> G4

Beim Wechsel vom Quellgang G3 in den Zielgang G4 ergeben sich folgende Indizes für zwei beteiligte aktive Schaltelemente:

		Quellgang		Zielgang		Ergebnis	Schaltelement
OFFGOING		(0101)	AND NOT	(0001)	=	(0100)	C2
ONCOMING	NOT	(0101)	AND	(0001)	=	(0000)	-
CONTINUOUS		(0101)	AND	(0001)	=	(0001).	C4

Im vorliegenden Fall kann also alleine aus dem resultierenden Binärvektor (0100) für die Zeile "OFFGOING" erkannt werden, dass das zweite Schaltelement C2 ein sich bei Schaltvorgang öffnendes Schaltelement ist. Der Binärvektor (0000) in Zeile ONCOMING zeigt, dass kein Schaltelement während des Schaltvorganges geschlossen werden muss. Weiters kann aus dem resultierenden Binärvektor (0001) der Zeile CONTINUOUS erkannt werden, dass das vierte Schaltelement C4 während des Schaltvorganges geschlossen gehalten wird.

2.1 Gangwechsel G7 -> G8

Beim Wechsel vom Quellgang G7 in den Zielgang G8 ergeben sich folgende Indizes für die beteiligten vier aktiven Schaltelemente, also für ein sich öffnendes Schaltelement (OFFGOING), ein sich schließendes Schaltelement (ONCOMING) und zwei geschlossen gehaltene Schaltelemente (CONTINUOUS):

		Quellgang		Zielgang		Ergebnis	Schaltelement
OFFGOING		(1011)	AND NOT	(1110)	=	(0001)	C4
ONCOMING	NOT	(1011)	AND	(1110)	=	(0100)	C2
CONTINUOUS		(1011)	AND	(1110)	=	(1010).	C1, C3

Im vorliegenden Fall kann also alleine aus den resultierenden Binärvektoren (0100) bzw. (0001) für die Zeilen "OFFGOING" bzw. "ONCOMING" erkannt werden, dass das vierte Schaltelement C4 ein sich bei Schaltvorgang öffnendes und das zweite Schaltelement C3 ein sich beim Schaltvorgang schließendes Schaltelement ist.

Weiters kann aus dem resultierenden Binärvektor (1010) der Zeile CONTINUOUS erkannt werden, dass das erste Schaltelement C1 und das dritte Schaltelement C3 während des Schaltvorganges geschlossen gehalten werden.

2.1 Gangwechsel G6 -> G2

Beim Wechsel vom Quellgang G6 in den Zielgang G2 ergeben sich folgende Indizes für die beteiligten vier aktiven Schaltelemente, nämlich für zwei sich öffnenden Schaltelemente (OFFGOING) und zwei sich schließende Schaltelemente:

		Quellgang		Zielgang		Ergebnis	Schaltelement
OFFGOING		(1100)	AND NOT	(0011)	=	(1100)	C1, C2
ONCOMING	NOT	(1100)	AND	(0011)	=	(0011)	C3, C4
CONTINUOUS		(1100)	AND	(0011)	=	(0000).	-

Im vorliegenden Fall kann also alleine aus den resultierenden Binärvektoren (1100) bzw. (0011) für die Zeilen "OFFGOING" bzw. "ONCOMING" erkannt werden, dass das erste Schaltelement C1 und das zweite Schaltelement C2 während des Schaltvorgang geöffnet und dass dritte Schaltelement C3 und das vierte Schaltelement C4 während des Schaltvorganges geschlossen werden müssen. Weiters kann aus dem resultierenden Binärvektor (0000) der Zeile CONTINUOUS erkannt werden, dass kein Schaltelement während des Schaltvorganges geschlossen gehalten wird.

Die Beispiele wurden an Hand von ausgesuchten Schaltabläufen beschrieben. Selbstverständlich ist das Verfahren auch für alle anderen möglichen Schaltabläufe anwendbar.

Bestimmte Schaltparameter wie beispielsweise die Kupplungsdrehmomentverhältnisse, welche für andere Komponenten in der Regelsoftware benötigt werden, können einfach über die Indizes ausgewählt werden, wie durch den Schritt 4 in der Figur angedeutet ist. Anschließende Komponenten in der Softwarearchitektur steuern basierend auf den Indizes und den ausgewählten Schaltparametern die Schaltelemente.

Der Vorteil des Verfahrens ist, dass die bereits verarbeiteten Schaltvorgänge der Schaltelemente aus einem Getriebeprojekt in verschiedenen anderen Getriebeprojekten verwendet werden können, indem im Wesentlichen nur eine Tabelle für die Kombinationen der Getriebe und Schaltelemente kalibriert werden muss. Dazu wird diese Tabelle von Schaltelementen und Schaltzuständen vorteilhaft in einer Steuereinheit, besonders vorteilhaft in der TCU abgelegt. Darüber hinaus müssen die aktiven Schaltelemente für die verschiedenen, möglichen Gangwechsel nicht vordefiniert werden, sondern können dynamisch aus einer kalibrierbaren Tabelle berechnet werden.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Steuerung eines Schaltablaufes eines mehrgängigen Automatikgetriebes zwischen einem Quellgang (AG) und einem Zielgang (TG), wobei für zumindest einen erlaubten Schaltablauf zwischen dem Quellgang (AG) und dem Zielgang (TG) auf der Basis des Quellganges (AG) und des Zielganges (TG) die für den Gangwechsel erforderlichen Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltzustände der aktiven Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) des Getriebes für jeden Gang (G1, ..., G9) durch jeweils einen Binärvektor dargestellt werden und die sich öffnenden, sich schließenden und geschlossen gehaltenen Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) des Schaltablaufs unter Verwendung von logischen Operatoren durch Verknüpfen der Binärvektoren des Quellganges (AG) und des Zielganges (DG) ermittelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich öffnende Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) durch eine Konjunktion des Quellganges (AG) mit einer Negation des Zielganges (TG) ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich schließende Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) durch eine Negation des Quellganges (AG) mit einer Konjunktion des Zielganges (TG) ermittelt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass geschlossen gehaltene Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) durch eine Konjunktion des Quellganges (AG) mit dem Zielgang (TG) ermittelt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Durchführung des Gangwechsels geprüft wird, ob der Gangwechsel in einen angeforderten Wunschgang (DG) erlaubt ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit der Prüfung des Wunschganges (DG) der Zielgang (TG) ermittelt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die als Binärvektor dargestellten Schaltelemente (C1, C2, C3, C4) des

Getriebes in einem Steuergerät, vorzugsweise der Transmission Control Unit (TCU), abgelegt werden.

2014 07 01

Fu/St

