

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4549738号  
(P4549738)

(45) 発行日 平成22年9月22日 (2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日 (2010.7.16)

(51) Int. Cl.	F 1	
<b>B6OR 16/02 (2006.01)</b>	B6OR 16/02	660B
<b>B6OW 10/04 (2006.01)</b>	B6OK 41/00	301A
<b>B6OW 10/02 (2006.01)</b>	B6OK 41/00	301C
<b>B6OW 10/10 (2006.01)</b>	B6OK 41/00	301D
<b>B6OW 10/12 (2006.01)</b>	B6OK 41/00	301E

請求項の数 7 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-157295 (P2004-157295)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成16年5月27日 (2004.5.27)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2005-335548 (P2005-335548A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成17年12月8日 (2005.12.8)	(74) 代理人	100075513
審査請求日	平成19年3月19日 (2007.3.19)		弁理士 後藤 政喜
		(74) 代理人	100084537
			弁理士 松田 嘉夫
		(74) 代理人	100114236
			弁理士 藤井 正弘
		(72) 発明者	直野 健
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
		(72) 発明者	清水 正明
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の制御システム及び制御システム並びに制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ネットワークに接続された複数の制御ノードと、  
各制御ノードに制御される制御対象と、を備え、車両の運転状態に応じて前記複数の制御ノードが連動して前記制御対象の制御を行う車両の制御システムにおいて、  
運転者の運転操作に応じたユーザパラメータを入力するユーザパラメータ入力部と、  
車両の外部環境に起因する外部パラメータを入力する外部パラメータ入力部と、  
制御特性毎にそれぞれ設定されて、複数の前記ユーザパラメータと、複数の前記外部パラメータとから各制御対象の複数の内部パラメータを演算する複数の目的関数と、  
前記複数の目的関数に対して、運転者の運転指標を示すポリシーをそれぞれ設定するポリシー設定部と、  
前記ポリシーに基づいて、前記複数の目的関数の重み付けを行い、前記重み付けの上位の目的関数を複数選択して、当該ポリシーに合致するように前記内部パラメータを前記選択された複数の目的関数間で最適となるように調整するパラメータ調整部と、  
前記パラメータ調整部で得られた内部パラメータを、当該内部パラメータに対応する制御ノードに指令する出力部と、  
を備えたことを特徴とする車両の制御システム。

【請求項2】

前記ポリシー設定部は、前記選択した目的関数及び当該目的関数の入力及び出力を車両の走行中に記録することを特徴とする請求項1に記載の車両の制御システム。

## 【請求項 3】

前記ポリシー設定部は、車両に設置した入力装置から前記ポリシーを入力することを特徴とする請求項 1 に記載の車両の制御システム。

## 【請求項 4】

前記ポリシー設定部は、車両のキーに設けた記憶装置から前記ポリシーを入力することを特徴とする請求項 1 に記載の車両の制御システム。

## 【請求項 5】

前記ポリシー設定部は、運転終了時には、車両のキーに設けた記憶装置へ前記ポリシーを格納することを特徴とする請求項 4 に記載の車両の制御システム。

## 【請求項 6】

ネットワークに接続された複数の制御ノードと、  
各制御ノードに制御される制御対象と、を備え、前記複数の制御ノードが連動して前記制御対象の制御を行う制御システムにおいて、  
ユーザの操作に応じたユーザパラメータを入力するユーザパラメータ入力部と、  
外部環境に起因する外部パラメータを入力する外部パラメータ入力部と、  
制御特性毎にそれぞれ設定されて、複数の前記ユーザパラメータと、複数の前記外部パラメータとから各制御対象の複数の内部パラメータを演算する複数の目的関数と、  
前記複数の目的関数に対して、制御の指標を示すポリシーをそれぞれ設定するポリシー設定部と、

10

前記ポリシーに基づいて、前記複数の目的関数の重み付けを行い、前記重み付けの上位の目的関数を複数選択して、当該ポリシーに合致するように前記内部パラメータを前記選択された複数の目的関数間で最適となるように調整するパラメータ調整部と、  
前記パラメータ調整部で得られた内部パラメータを、当該内部パラメータに対応する制御ノードに指令する出力部と、  
を備えたことを特徴とする制御システム。

20

## 【請求項 7】

ネットワークに接続された複数の制御ノードと、  
各制御ノードに制御される制御対象と、を備え、前記複数の制御ノードが連動して前記制御対象の制御を行う制御方法において、  
ユーザの操作に応じたユーザパラメータを入力する手順と、  
外部環境に起因する外部パラメータを入力する手順と、  
制御特性毎にそれぞれ設定されて、複数の前記ユーザパラメータと、複数の前記外部パラメータとから各制御対象の複数の内部パラメータを演算する複数の目的関数に対して、  
制御の指標を示すポリシーをそれぞれ設定する手順と、  
前記ポリシーに基づいて、前記複数の目的関数の重み付けを行う手順と、  
前記重み付けの上位の目的関数を複数選択する手順と、  
前記ポリシーに合致するように前記内部パラメータを前記選択された複数の目的関数間で最適となるように調整する手順と、  
前記調整された内部パラメータを、当該内部パラメータに対応する制御ノードに指令する手順と、  
を含むことを特徴とする制御方法。

30

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複数の制御ノードが連動する制御システムのパラメータのチューニングに関し、特に、車両の制御システムの改良に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年の自動車は、その多くの部品に制御用のマイクロコンピュータ (Electronic Contr

50

ol Unit、以下ECU)が搭載され、ECUに組み込まれたソフトウェアによって動作させるようになっている(例えば、非特許文献1)。ECUは、現在は、それぞれ単体で動作することが多いが、今後、複数のECUが有機的に連動して、より高度な動きをすることが求められつつある。例えば、できるだけ高速でカーブを走行したい場合、サスペンション制御システムによって荷重を内側に傾けつつ、駆動力を外側の車輪に置き、内側の車輪には若干の制動力をかける、などである。

#### 【0003】

自動車は、より高度な機能を実現するため、数10個から100個ものECUで様々な動きが実現されている。例えば、ABS(アンチロックブレーキシステム)、エアバッグ、各国排ガス規制に対応するためのエンジン制御、より燃費の良い走行を実現するためのエンジン制御、カーブ走行時の揺れを抑えるサスペンション制御などである。

10

#### 【0004】

上記のような高度な制御では、複数のECUを連携させて制御を行っており、例えば、目標とする駆動力を制御するものとしては、エンジンコントロールユニットや変速コントロールユニット等を連携させて、乗員に違和感を与えることなく加減速を行い、駆動トルクを最適に制御するものが知られている(例えば、特許文献1)。

#### 【0005】

また、複数の制御系に対して最適なゲイン調整を行うものとして、制御対象のパラメータ調整をするフィードバック装置が知られている(例えば、特許文献2)。

#### 【0006】

また、運転者の運転操作情報、車両状態、環境情報等から車両の複数のアクチュエーターを統合的に制御する装置におけるソフトウェア構成を階層化し、階層構造を最適化してソフトウェアの開発工数の低減を図るものも知られている(例えば、特許文献3)。

20

【特許文献1】特開2002-225590号

【特許文献2】特開2003-65135号

【特許文献3】特開2003-191774号

【非特許文献1】菅沼賢治、村山浩之著、「自動車組み込みソフトウェアにおける開発戦略」、情報処理2003年4月号、社団法人情報処理学会、2003年4月、Vol.44 No.4、P363~P368

#### 【発明の開示】

30

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

しかしながら、上記各従来例では、より高度な動きを求められるようになると、ECUを制御する個々のソフトウェアのパラメータを調整する作業が莫大になるという問題が生じてしまう。更に、ユーザの利用状況(運転意図や運転者の趣向及び周囲の運転環境)に応じて当該パラメータの値を柔軟に変更することができないため、運転意図や運転者の趣向あるいは周囲の道路事情に応じた効率的な制御を行うのが難しい、という問題があった。

#### 【0008】

例えば、NOxガス排出量と燃費はトレードオフの関係にある。交通量が多い場面では、燃費は概して悪いため、NOxガス排出量を減らす走行が望ましく、逆に交通量が少ない場面では、NOxガス排出量は概して低いため、燃費を優先する走行が望ましい。しかし、現在の車両ではこのような場面に応じた操縦ができず、実現しようすると、ECUのパラメータ調整に莫大なコストがかかってしまう。

40

#### 【0009】

すなわち、個々の機器を制御するソフトウェアが独立にパラメータ調整をすればいいというものではなく、例えば排ガス規制と燃費向上とは相反するため、両者を上手く鑑みたパラメータ調整が求められる。そのため、ソフトウェアのパラメータチューニングにかかる工数は、より高度な機能を求められるほど、大きくなるという傾向にある。

#### 【0010】

50

また、操縦性（レスポンス性）と乗員の乗り心地はトレードオフの関係にある。同乗者がいる場合には、高速旋回（急ハンドル）や急発進といった走行をできるだけ抑えるような走行を優先し、一方でドライバーが単独で目的地にできるだけ早く到着したい場合には、レスポンス性を優先させる、という場面に応じた制御を行うのが好ましいが、上記従来例では、運転者の意志等に沿うような制御を行うのは難しい、という問題があった。

【0011】

上記従来例では、システム毎に運転者が変更可能なパラメータを段階的に切り替えるものが知られており、例えば、自動変速機（駆動力制御システム）では変速比を高めを設定して燃費の向上を図るエコノミーモードや加速性やエンジンプレーキの強さを向上させるパワーモードなどを運転者の操作により切り替えるものが周知であり、またサスペンション制御システムでは、ダンパの減衰力の強弱やパネレートも運転者の操作により変更可能なものが周知である。

10

【0012】

しかし、上記従来のパラメータ切り換えでは、システム毎に対して運転者の希望する制御特性を独立して設定可能ではあるものの、システム間のバランスは運転者が考慮する必要があるため、車両について熟知している運転者であっても、運転意図（または趣向）に対してシステム間のバランスが最適となるようなパラメータを見いだすのは容易ではない、という問題があった。

【0013】

そこで本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、複数の制御ノード（ECU）の制御パラメータを自動的にチューニングすることを通じ、複数の制御ノードが有機的に制御をすることを目的とし、またその結果、外部状況に適合しつつ、ユーザの好みにあった高度な走行を実現することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、ネットワークに接続された複数の制御ノードと、各制御ノードに制御される制御対象と、を備え、複数の制御ノードが連動して前記制御対象の制御を行う際に、ユーザの操作に応じたユーザパラメータを入力するユーザパラメータ入力部と、外部環境に起因する外部パラメータを入力する外部パラメータ入力部と、制御特性毎にそれぞれ設定されて、複数の前記ユーザパラメータと複数の前記外部パラメータとから各制御対象の複数の内部パラメータを演算する複数の目的関数と、前記複数の目的関数に対して、ユーザの制御指標を示すポリシーをそれぞれ設定するポリシー設定部と、前記ポリシーに基づいて、前記複数の目的関数の重み付けを行い、前記重み付けの上位の目的関数を複数選択して、当該ポリシーに合致するように前記内部パラメータを前記選択された複数の目的関数間で最適（最小あるいは最大）となるように調整するパラメータ調整部と、前記パラメータ調整部で得られた内部パラメータを、当該内部パラメータに対応する制御ノードに指令する出力部とを備える。

30

【0015】

これにより、ユーザパラメータと外部パラメータを目的関数に与えると、ポリシーに基づいて目的関数の重み付けを行った上で、複数の目的関数間で最適となる内部パラメータを自動的に調整することができる。

40

【発明の効果】

【0016】

したがって、本発明は、運転に係るポリシーを入力しておくことで、複数の制御ノードが連動する複雑なパラメータ設定を自動的に行うことができ、その結果、ユーザの好みに合った走行を容易に行うことができ、また、複数の目的関数に対して、両方をバランスよく満足するような内部パラメータを自動的にチューニングすることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。

50

## 【 0 0 1 8 】

図 1 は本発明を車両に適用した場合の一例を示し、車両の各制御系を示すブロック図で、図 2 は、車両の各機器の構成を示すブロック図である。

## 【 0 0 1 9 】

図 1、図 2 において、車両 1 0 0 には、エンジン 2 0 0 の制御を行うエンジン制御ノード 2、電子制御スロットル 2 0 1 の制御を行うスロットル制御ノード 3、変速機 3 0 0 の制御を行う変速機制御ノード 4、車輪のロックを回避する A B S (Antilock Brake System) 制御ノード 5、懸架装置の制御を行うサスペンション制御ノード 6、G P S (GLOBAL POSITIONING SYSTEM) 等を用いて車両の位置、走行環境を検出し表示装置 1 1 に表示するナビゲーションノード (ナビゲーションシステム) 8、運転状態に応じて前輪 1 0 1 と後輪 1 0 2 の操舵角をそれぞれ制御する操舵制御ノード 9、衝突安全性を確保するためエアバッグ 1 4 等の制御を行う安全性制御ノード 1 0 が搭載される。

10

## 【 0 0 2 0 】

これらの各制御ノードは、C P U、R A M、R O M などを含む E C U (Electronic Control Unit) で構成され、ネットワーク (例えば、C A N = Controller Area Network) 1 5 を介してポリシー分析・操作量生成ノード (以下、ポリシーノードという) 1 に接続される。

## 【 0 0 2 1 】

ポリシーノード 1 は、運転者が設定したポリシー (指標) に合致するように、運転状態に応じた操作量指令値を演算し、各制御ノードへ指令する。上記各制御ノードは、ポリシーノード 1 から受信した操作量指令値に基づいて各機器 (アクチュエータなど) の制御を行い、車両 1 0 0 の運転状態を運転者が望むポリシーに合致させる。

20

## 【 0 0 2 2 】

つまり、ポリシーノード 1 は、各制御ノードの E C U を運転者が希望するポリシーに基づいて統合的に制御する上位の E C U として機能し、各制御ノードの E C U はポリシーノード 1 の下で並列的に動作する下位の E C U として機能する。

## 【 0 0 2 3 】

ポリシーノード 1 には、車両 1 0 0 の運転状態を検出する各種センサがネットワーク 1 5 を介して接続される。これらのセンサは、運転者の操作状態を検出するユーザセンサと、車両 1 0 0 の走行状態を検出するセンサと、車両 1 0 0 の走行環境を検出するセンサに大別される。

30

## 【 0 0 2 4 】

ユーザセンサとしては、図 2 に示すように、アクセルペダルの踏み込み量などに基づいて加減速操作を検出するアクセル操作量センサ S 1、ブレーキペダルの踏み込み量などに基づいて制動または減速操作を検出するブレーキ操作量センサ S 2、ハンドルの操舵角を検出する操舵角センサ S 3、変速モードやシフトレバーの位置を検出するシフト位置センサ S 4 が配設される。

## 【 0 0 2 5 】

車両 1 0 0 の走行状態を検出するセンサとしては、図 2 に示すように、車輪の速度を検出する車輪速センサ S 1 0、S 1 1、車体の前後加速度または横加速度を検出する加速度センサ (図示省略) 等が配設される。

40

## 【 0 0 2 6 】

車両 1 0 0 の走行環境を検出するセンサとしては、図 2 に示すように、前方の車両や障害物までの距離の検出を行うミリ波レーダ S 5、未舗装路や凍結路、ドライまたはウェット等の路面の状態 (路面抵抗など) を検出する路面センサ S 6、車体前方の画像を撮影して周囲の環境 (路面勾配や路面の屈曲度) を検知する車載カメラ S 7、外気の温度を検出する外気温センサ S 8、車外の風速を検出する風速センサ S 9 等が配設される。

## 【 0 0 2 7 】

なお、ナビゲーションノード 8 は、走行環境を検出してポリシーノード 1 へ入力するのに加え、地図情報に基づいて走行中の道路の制限速度、騒音や排出ガスの規制値など、法

50

令などによる走行条件を検出し、ポリシーノード1へ入力するようにしてもよい。また、ナビゲーションノード8は、無線通信等により周囲の交通状況（渋滞情報、規制情報）を走行環境として取得し、また、現在の位置の道路の種別（一般道路や高速道路）を走行環境として取得して、ポリシーノード1へ入力することができる。なお、地図情報は、ストレージ装置16に格納されていても良いし、無線通信などによりデータセンターなどから随時取得するようにしても良い。

【0028】

次に、ネットワーク15には、イグニッションキー（ポリシーキー）13（図1参照）に格納されたポリシーデータを読み書きするリーダライタ12が接続される。このリーダライタ12は、車両の鍵穴に配置されるものである。後述するように、イグニッションキー13には、運転者に固有のポリシーデータが格納されており、イグニッションキー13を挿入したときに、ポリシーノード1がポリシーデータを読み込んで、これを運転者のポリシーとして設定することが可能である。そして、車両100でポリシーを変更した場合にはイグニッションキー13へポリシーデータを書き込むことで、運転者に固有のポリシーデータを保存することができる。

10

【0029】

また、表示装置11はネットワーク15に接続されて、ナビゲーションノード8やポリシーノード1からの情報を表示するのに加え、タッチパネルなどの入力部を備えて、後述するポリシーの入力等を行う。

【0030】

20

以上のような各種センサからの入力と、イグニッションキー13等から入力されたポリシーデータを受けたポリシーノード1は、ストレージ装置16に格納された目的関数に、上記ユーザセンサからの運転者の操作量（ユーザパラメータ）と、車両100の走行状態及び走行環境に基づく外部パラメータと、各制御ノードの内部パラメータ（操作指令値）とをポリシーデータに基づいて後述するようにチューニングし、操作量指令値を演算して各制御ノードに指令する。

【0031】

ポリシーノード1は、後述するように、チューニングを行った結果としてポリシーに合致するような内部パラメータを演算して、各制御ノードへ指令する。

【0032】

30

ここで、各制御ノードで行われる制御の一例について、図1及び図2を参照しながらそれぞれ説明する。なお、図2においては、図面を簡易にするため各制御ノードを省略しているが、各制御ノードは、ポリシーノード1及び制御対象の機器と、図1に示したように接続されているものである。

【0033】

1. エンジン制御ノード

エンジン制御ノード2では、エンジン制御アクチュエータ20を介してエンジン200の出力を制御する。エンジン制御アクチュエータ20は、例えば、燃料噴射弁で構成される場合、エンジン制御ノード2は、ROMに予め格納されたソフトウェアにより燃料噴射量を演算し、開弁期間を制御する。

40

【0034】

ポリシーノード1が、エンジン制御ノード2へ目標駆動力（またはトルク）とスロットル開度を指令する場合、エンジン制御ノード2は、内部パラメータとして図示しないクランク角センサから検出したエンジン回転速度と、受信した目標駆動力及びスロットル開度に応じて燃料噴射量を演算し、上述のようにエンジン制御アクチュエータ20を制御する。

【0035】

なお、ポリシーノード1は、燃料噴射量をエンジン制御ノード2に指令するようにしても良い。

【0036】

50

## 2. スロットル制御ノード

スロットル制御ノード3は、ROMに予め格納されたソフトウェアにより、サーボモータなど構成されたスロットル制御アクチュエータ21を駆動して、ポリシーノード1が指令したスロットル開度となるように、電子制御スロットル201の開度を制御する。

【0037】

なお、ポリシーノード1が、スロットル制御ノード3に対して吸入空気量を指令しても良く、この場合、スロットル制御ノード3は、ROMに予め格納されたソフトウェアにより、エンジン回転速度と図示しないエアフローメータの検出値などに基づいてスロットル開度を演算し、スロットル制御アクチュエータ21を駆動すればよい。エンジン回転速度の検出は、エンジン200のクランク角センサ(図示省略)から直接読み込んでも良いし、あるいは、エンジン制御ノード2やポリシーノード1から受信するようにしてもよい。

10

【0038】

## 3. 変速機制御ノード

変速機制御ノード4は、ROMに予め格納されたソフトウェアにより、ステップモータやデュティソレノイド弁などで構成されたトランスミッション制御アクチュエータ21を駆動して、ポリシーノード1が指令した変速比(または目標入力軸回転数)となるように変速機300を制御する。

【0039】

なお、ポリシーノード1が、目標駆動力を指令する場合には、エンジン200からの入力と車速(車輪速センサの出力)に基づいて、変速機制御ノード4は目標変速比または目標入力軸回転数を演算して、トランスミッション制御アクチュエータ21を駆動すればよい。

20

【0040】

## 4. ABS制御ノード

ABS制御ノード5は、ROMに予め格納されたソフトウェアにより、油圧制御弁などで構成されるブレーキ制御アクチュエータ50~53を駆動して、ポリシーノード1から指令された各車輪のスリップ率または制動力となるように制御する。

【0041】

なお、各車輪毎に独立した制動力の制御は、車両が過度のオーバーステアやアンダーステアになるのを防ぐために、車両のヨーレートなどを制御する、いわゆるスタビリティコントロールである。

30

【0042】

## 5. サスペンション制御ノード

サスペンション制御ノード6は、ROMに予め格納されたソフトウェアにより、流体圧制御弁などで構成されるサスペンション制御アクチュエータ60~63を駆動して、ポリシーノード1から指令されたダンパの減衰力、バネ定数、車高となるように制御を行う。

【0043】

ポリシーノード1は、路面センサがS6が検出した路面状態の変化に応じて減衰力やバネ定数を変更したり、車体の応答性を高めるポリシーが設定された場合には、減衰力及びバネ定数を大きくし、逆に、乗り心地を高めるポリシーが設定された場合には、減衰力やバネ定数を低下させるようにサスペンション制御ノード6に指令する。

40

【0044】

また、ポリシーノード1は、制動時のノーズダイブや加速時のスクワットを抑制するため、各車輪毎に減衰力やバネ定数の指令値を変更して、車体の姿勢を維持する制御を行う。

【0045】

## 6. 操舵制御ノード

操舵制御ノード9は、ROMに予め格納されたソフトウェアにより、モータ等で構成される舵角アクチュエータ90、91を駆動して、ポリシーノード1から指令された操舵角となるように制御を行う。

50

## 【 0 0 4 6 】

ポリシーノード1は、車体の応答性を高めるポリシーが設定された場合には、旋回性能を向上させるため、ヨーレートの立ち上がりが迅速になるよう前輪と後輪の操舵角を逆相としたり、逆に、乗り心地を高めるポリシーが設定された場合には、ヨーレートの立ち上がりが緩やかになるよう前輪と後輪の操舵角が同相となるように指令を行う。

## 【 0 0 4 7 】

## 7. 安全管理ノード

安全管理ノード10は、ROMに予め格納されたソフトウェアにより、ポリシーノード1から作動指令があったときには、流体圧制御弁等を含むエアバッグシステム14を駆動してエアバッグを進展し、乗員の保護を行う。

10

## 【 0 0 4 8 】

なお、以上の各制御ノードで行われる制御は、あくまで一例であり、上記に限定されるものではない。

## 【 0 0 4 9 】

また、車両100が4輪駆動の場合では、図示はしないが、前後輪101、102への駆動力配分比率を変更する駆動力配分機構を設け、走行状態や路面状態に応じて前後輪101、102への駆動力を変更することができる。この場合、駆動力配分機構を制御する駆動力配分制御ノード(図示省略)を設けて、ポリシーノード1から操作量指令値を受信し、駆動力配分の制御を行うことができる。

## 【 0 0 5 0 】

20

## &lt; イグニッションキー &gt;

次に、運転者毎の運転指標であるポリシーを格納可能なイグニッションキー13の構成について、図3を参照しながら説明する。

## 【 0 0 5 1 】

イグニッションキー13には、ポリシーデータを格納するためのメモリ130が設けられる。このメモリ130は、読み書き可能で、かつ記憶保持動作が可能な記憶素子(例えば、フラッシュメモリ、E<sup>2</sup>PROM)で構成され、信号線134を介してデータ入出力インターフェース133に接続される。

## 【 0 0 5 2 】

また、イグニッションキー13には、ON/OFF操作が可能なスイッチ131が配置され、信号線135を介して命令入出力インターフェース132に接続される。

30

## 【 0 0 5 3 】

イグニッションキー13を車両の鍵穴に挿入すると、ネットワーク15と上記インターフェース132、133が接続される。この状態で、ポリシーノード1は、リーダライタ12を介してメモリ130の内容を読み書き可能となる。また、後述するように、ポリシーノード1が運転者へポリシーデータの保存を問いかけたときには、スイッチ131を操作することで、運転者が車両で設定したポリシーデータをイグニッションキー13のメモリ130に書き込み、維持することができる。

## 【 0 0 5 4 】

また、一つの車両100に対して複数のイグニッションキー13を作成し、運転者毎にイグニッションキー13を配布して、各運転者のポリシーデータをメモリ130にそれぞれ格納しておけば、運転者毎に異なるセッティング(車両状態)で運転を行うことが可能となる。

40

## 【 0 0 5 5 】

## &lt; ポリシーノードの概要 &gt;

次に、ポリシーノード1で行われる制御の概要について、以下に説明する。

## 【 0 0 5 6 】

ポリシーノード1は、イグニッションキー13等から入力されたポリシーデータに基づいて、ストレージ装置16に格納された目的関数に重み付けを行う。

## 【 0 0 5 7 】

50



そして、上記ユーザセンサからの運転者の操作量（ユーザパラメータ）と、車両100の走行状態及び走行環境に基づく外部パラメータと、各制御ノードの内部パラメータとを目的関数に設定する。

【0058】

ユーザパラメータと外部パラメータを入力として、目的関数の値が最小あるいは最大となるように、内部パラメータの演算（チューニング）を行う。そして、この演算結果を操作量指令値として各制御ノードに与える。

【0059】

ここで、各パラメータについて説明する。

【0060】

目的関数に与える、ユーザパラメータ、外部パラメータ、内部パラメータは、次の通りである。

【0061】

・ユーザパラメータは、ユーザ（運転者）が直接操作するパラメータであり、例えば、アクセル操作量やハンドル舵角である。このユーザパラメータは、ユーザークリティカルパラメータ（User's Critical Parameter、以下、UCPという）と呼ぶ。

【0062】

・外部パラメータは、ユーザが制御することはできず、かつ制御対象の機器に影響を与えるパラメータであり、例えば、外気温、路面勾配などである。すなわち、車両の性能に影響を与えるパラメータである。この外部パラメータは、エクスターナルクリティカルパラメータ（external Critical Parameter、以下、XCPという）と呼ぶ。

【0063】

・内部パラメータは、ユーザが直接制御できず、各制御ノードの内部構造が決めるパラメータで、例えば、エンジンの燃料噴射量やサスペンションのバネ定数である。この内部パラメータを内部クリティカルパラメータ（Inertial Critical Parameter、以下、ICPという）と呼ぶ。

【0064】

例えば、目的関数Fとして「燃費」、UCPとして「アクセル操作量」、XCPとして「車輪速度」、ICPとして「エンジン燃料噴射量」とすると、パラメータのチューニングとは、「ユーザの与えるアクセル操作量と、現在走行中の車輪速度を条件として、燃費を最小化するようにエンジン燃料噴射量を調整すること」となる。

【0065】

次に、ユーザのポリシーを記述する方式を以下のように定義する。

【0066】

第一に、目的関数を複数用意する。例えば目的関数F1として「燃費」、目的関数F2として「NOx排出量」とする。

【0067】

第二に、ユーザのポリシーを「F1とF2のどちらをどの程度優先するか、の重み付けの値」と定義する。例えば、F1:F2=4:3等とする。

【0068】

第三に、目的関数F1とF2を上記の3つのパラメータで記述する。

【0069】

$$F1 = F1(UCP, XCP, ICP)$$

$$F2 = F2(UCP, XCP, ICP)$$

上記で定義したユーザのポリシーと、UCP、XCPを入力として、「組合せ最適化問題」として、上記のパラメータのチューニングを実施する。即ち、UCP、XCPの値を与えた、F1:F2=4:3という重み付けを行った上で最適となるICPを求める。

【0070】

ここで、上記組合せ最適化問題の解法としては、本願出願人が提案した特開2000-276454号公報の第5頁に開示されるように、上記目的関数Fを多項式として展開し

10

20

30

40

50

、最小2乗法と呼ばれる統計処理手法により、UCP、XCP、ICPと、これらのパラメータに対応する実行結果から、多項式の係数を決定するものが知られている。

【0071】

また、ポリシーノード1では、各制御ノードを統括する制御を行うことができ、例えば、駆動輪の空転を防止するトラクションコントロールや、車両100の安定性を確保するVSC (Vehicle Stability Control) を行う。

【0072】

トラクションコントロールは、例えば、車輪速と車体速 (ナビゲーションノード8等の検出値) から駆動力の空転を検出すると、エンジン制御ノード2及びスロットル制御ノード3へトルクダウンを指令するとともに、ABS制御ノード5に空転した車輪の制動を指令する。

10

【0073】

VSCは、旋回中の車両が過大なオーバーステアやアンダーステアとなる場合に、ABS制御ノード5及び操舵制御ノード9にヨーレートが適正值となるように、各車輪の制動を指令するとともに、エンジン制御ノード2及びスロットル制御ノード3に駆動力が最適となるように指令する。

【0074】

(A) 目的関数

次に、目的関数の設定例を以下に示し、一例として、6つの目的関数F1, F2, F3, F4, F5, F6を設ける場合を示す。なお、これら目的関数F1~F6は、目的関数群を構成する。

20

【0075】

まず、目的関数F1は、可制御性 (レスポンス性・アクティブセーフティ) とし、運転操作に対する車両100の応答性とする。この目的関数F1の値 (操作指令値 = ICP) としては、目標駆動力 (燃料噴射量及び変速比) や操舵角などである。可制御性を高くするポリシーが設定されれば、目標駆動力を高く (燃料噴射量 = 大、変速比 = Lo側) して加速性を確保し、後輪の操舵角をヨーレートが素速く立ち上がるように逆相操舵を主体とするICPを得る。一方、可制御性を低くするポリシーが設定されれば、目標駆動力を低く (燃料噴射量 = 小、変速比 = Hi側) し、後輪の操舵角をヨーレートが緩やかに立ち上がるように同相操舵を主体とするICPを得る。

30

【0076】

目的関数F2は、安全性 (パッシブセーフティ) とし、衝突後の安全性 (後安全性という) とする。この目的関数F2の値としては、サスペンションの高さ、バネ定数、減衰力、エアバッグの作動流体の圧力などである。サスペンションは荷重の位置を変えるため、車体全体の剛性に影響を与えるからである。

【0077】

目的関数F3は、燃費 (Km/l) とする。この目的関数F3の値としては、目標駆動力 (燃料噴射量及び変速比) である。燃費を向上させるポリシーが設定されれば、目標駆動力を低く (燃料噴射量 = 小、変速比 = Hi側) して燃費の向上を図るICPを得る。一方、燃費を低くするポリシーが設定されれば、目標駆動力を高く (燃料噴射量 = 大、変速比 = Lo側) し、燃費は悪化するが加速性を向上させるICPを得る。ただし、燃費を低くした場合は、法令等で規制される値を限度としてICPを制限する。

40

【0078】

目的関数F4は、排出ガス中の有害物質排出量 ( $\text{mm}^3$ ) とする。この目的関数F4の値としては、エンジン回転速度、吸入空気量、燃料噴射量及び変速比である。有害物質排出量を低下させるポリシーが設定されれば、エンジン回転速度、吸入空気量、燃料噴射量を低くするICPを得る。一方、有害物質排出量を悪化するポリシーが設定されれば、目標駆動力を高く (燃料噴射量 = 大、変速比 = Lo側) し、エンジン回転速度、吸入空気量、燃料噴射量を高くするICPを得る。ただし、有害物質排出量を高くした場合は、法令等で規制される値を限度としてICPを制限する。

50

## 【 0 0 7 9 】

目的関数 F 5 は、静粛性 ( d b ) とする。この目的関数 F 5 の値としては、エンジン回転速度とサスペンションのバネ定数、減衰力である。静粛性を向上させるポリシーが設定されれば、エンジン回転速度を低く、ダンパの減衰力及びバネ定数を低くする I C P を得る。一方、静粛性を低下するポリシーが設定されれば、エンジン回転速度は高く、ダンパの減衰力及びバネ定数を高くする I C P を得る。ただし、騒音の制限値が法令等で規制される値を限度として I C P を制限する。

## 【 0 0 8 0 】

目的関数 F 6 は、乗り心地 ( 乗員の各重心点での変位、回転角、速度、角速度あるいは加速度 ) とする。この目的関数 F 6 の値としては、サスペンションのバネ定数、減衰力、ステアリングの操舵角である。乗り心地を向上させるポリシーが設定されれば、ダンパの減衰力及びバネ定数を低くし、ヨーレートの立ち上がりが緩やかになるよう前輪と後輪の操舵角が同相となるような I C P を得る。一方、乗り心地を低下するポリシーが設定されれば、ダンパの減衰力及びバネ定数を高くし、ヨーレートの立ち上がりが迅速になるよう前輪と後輪の操舵角が逆相となるような I C P を得る。

## 【 0 0 8 1 】

## ( B ) パラメータの設定

次に、ユーザパラメータである U C P、外部パラメータである X C P、内部パラメータである I C P の設定について以下に説明する。

## 【 0 0 8 2 】

ユーザの入力値である U C P は、例えば、次のように定義する。

- ・ U C P - 1 アクセル操作量 = アクセル操作量センサ S 1 の検出値。
- ・ U C P - 2 ブレーキ操作量 = ブレーキ操作量センサ S 2 の検出値。
- ・ U C P - 3 シフト位置 = シフト位置センサ S 4 の検出値。
- ・ U C P - 4 ハンドルの操舵角 = 操舵角センサ S 3 の検出値。

## 【 0 0 8 3 】

次に、車両 1 0 0 の走行状態及び走行環境に基づく外部パラメータの入力値である X C P は、例えば、次のように定義する。

- ・ X C P - 1 前方車両距離 = ミリ波レーダー S 5 の検出値。
- ・ X C P - 2 車輪速度 = 車輪速センサ S 1 0、S 1 1 の検出値。
- ・ X C P - 3 外部気温 = 外気温センサ S 8 の検出値。あるいは、ナビゲーションノード 8 が道路情報システムから受信した値でもよい。
- ・ X C P - 4 外部風速 = 風速センサ S 9 の検出値。あるいは、ナビゲーションノード 8 が道路情報システムから受信した値でもよい。
- ・ X C P - 5 路面抵抗 = 路面センサ S 6 の検出値。あるいは、ナビゲーションノード 8 が道路情報システムから受信した値でもよい。
- ・ X C P - 6 路面上下角度 ( 勾配 ) = 車載カメラ S 7 の検出値。あるいは、ナビゲーションノード 8 が演算した地図情報に基づく値でもよい。
- ・ X C P - 7 道路蛇行度 ( 屈曲度 ) R = 車載カメラ S 7 の検出値。あるいは、ナビゲーションノード 8 が演算した地図情報に基づく値でもよい。
- ・ X C P - 8 交通量あるいは渋滞度 = ナビゲーションノード 8 が道路情報システムから受信した値。あるいは、車載カメラ S 7 からの画像を認識した値であってもよい。
- ・ X C P - 9 制限速度 = ナビゲーションノード 8 が道路情報システムから受信した値。あるいは、ナビゲーションノード 8 が地図情報に基づいて取得した値であってもよい。
- ・ X C P - 1 0 制限排気量 = ナビゲーションノード 8 が道路情報システムから受信した値。あるいは、ナビゲーションノード 8 が地図情報に基づいて取得した値であってもよい。
- ・ X C P - 1 1 制限騒音 = ナビゲーションノード 8 が道路情報システムから受信した値。あるいは、ナビゲーションノード 8 が地図情報に基づいて取得した値であってもよい。

## 【 0 0 8 4 】

次に、各制御ノードの内部パラメータであり、ポリシーノード1が出力するICPは、例えば、以下のように定義する。

- ・ICP-1 エンジン回転速度 = エンジン制御ノード2からの値(クランク角センサの検出値)。
- ・ICP-2 エンジン吸気量 = 電子スロットル制御ノード3からの値(エアフロメータの検出値)。
- ・ICP-3 エンジン燃料噴射量 = エンジン制御ノード2からの値。
- ・ICP-4 変速比 = (操舵装置可変ギア比)トランスミッション制御システム。
- ・ICP-5 前輪蛇角(ICP5-right/ICP5-left) = 操舵制御ノード9からの値。
- ・ICP-6 後輪蛇角(ICP6-right/ICP6-left) = 操舵制御ノード9からの値。
- ・ICP-7 前輪蛇角アクチュエータ90のパワーステアリング油圧またはアシスト量 = 操舵制御ノード9からの値。
- ・ICP-8 後輪蛇角アクチュエータ91のパワーステアリング油圧 = 操舵制御ノード9からの値。
- ・ICP-9 駆動力配分比率 = 駆動力配分制御ノードからの値。
- ・ICP-10 ブレーキポンプ油圧 = ABS制御ノードからの値。
- ・ICP-11 サスペンション長 = サスペンション制御ノード6からの値。
- ・ICP-12 サスペンション・バネ定数 = サスペンション制御ノード6からの値。
- ・ICP-13 サスペンション・減衰定数 = サスペンション制御ノード6からの値。
- ・ICP-14 エアバッグ噴射空気量 = 安全管理ノード10からの値。

以上のように、UCP、XCP、ICPを定義する。

#### 【0085】

(C) 目的関数とパラメータの設定

次に、上記(A)で定義した目的関数と、上記(B)で定義した各パラメータの関係を決定し、目的関数F1~F6を定義する。

#### 【0086】

目的関数F1~F6は、常に全てのUCP、XCP、ICPを利用するのではなく、各目的関数Fがチューニングする車両特性に応じて、適宜選択し、各目的関数Fに設定すればよい。

#### 【0087】

例えば、図4の組み合わせテーブルで示すように、各目的関数Fで使用するUCP、XCP、ICPを適宜設定する。

#### 【0088】

可制御性を示す目的関数F1では、一例として、全てのUCP-1~UCP-4と、外気温XCP-3を除くXCP、エアバッグ噴射空気量ICP-14を除くXCPを設定する。後安全性を示す目的関数F2では、入力として前方車両距離XCP-1、車輪速XCP-2、道路蛇行度XCP-7のみを用いて、エアバッグ噴射空気量ICP-14、サスペンションの長さ、バネ定数、減衰定数ICP-11~13を制御する。

#### 【0089】

同様にして、燃費を示す目的関数F3、排気性能を示す目的関数F4、静粛性を示す目的関数F5、乗り心地を示す目的関数F6に、入力として必要なUCP、XCPと出力するICPを定義し、目的関数F1~F6の設定を行っておく。

#### 【0090】

(D) ポリシーの適用

イグニッションキー13に格納されたポリシーデータや、表示装置11などから入力されたポリシーデータに基づいて、ポリシーノード1は上記目的関数F1~F6の重み付けを行うことで、ポリシーを適用する。

#### 【0091】

10

20

30

40

50

イグニッションキー 13 からポリシーデータを入力した場合や、運転者がポリシーを設定する指令を行った場合には、図 5 で示すように、目的関数 F 1 ~ F 6 毎にポリシーを設定する画面が表示装置 11 に表示される。

【 0 0 9 2 】

運転者は表示装置 11 のタッチパネルなどを操作することで、各目的関数 F 1 ~ F 6 のポリシーを変更することができる。この場合では、イグニッションキー 13 からポリシーデータを読み込んだ直後の状態を示す。

【 0 0 9 3 】

目的関数 F 1 ~ F 6 に適用するポリシーデータは、「 1 」 ~ 「 5 」の範囲の数値を設定することで設定でき、数値が大きくなるほど各目的関数 F 1 ~ F 6 に対応する車両 100 の性能が増大し、数値が小さくなるほど各目的関数 F 1 ~ F 6 に対応する車両の性能は低下する。そして、所定の値（例えば、 3 ）が標準値として設定される。

【 0 0 9 4 】

例えば、目的関数 F 1 の可制御性は、「 3 . 6 」に設定されているので、標準よりもやや応答性の高い設定となっている。一方、後安全性は「 1 . 8 」であるので標準値よりも低い設定となっている。

【 0 0 9 5 】

また、一例として、状況に応じたポリシーの適用例を以下に示す。

- ・安全性と同乗者の乗り心地を優先する走行ポリシー

[F1, F2, F3, F4, F5, F6] = [2:4:1:2:3:4]

後安全性と乗り心地を優先して大きく設定し、燃費を犠牲にして安全性を取る場合である。

- ・走行性を重視する走行ポリシー

[F1, F2, F3, F4, F5, F6] = [5:1:2:2:1:1]

可制御性を最優先として他を犠牲にし、応答性を高める場合である。

- ・VIPを向上させる場合の走行ポリシー

[F1, F2, F3, F4, F5, F6] = [1:5:1:1:5:5]

後安全性と静粛性及び乗り心地を優先する場合である。

【 0 0 9 6 】

以上のように、各目的関数 F 1 ~ F 6 に対して、任意のポリシーを設定することができる。

【 0 0 9 7 】

( E ) 組み合わせ最適化問題の演算

ここで、組み合わせ最適化問題の解法と、複数の目的関数とポリシーの適用について、図 6 を参照しながら説明する。

【 0 0 9 8 】

図 6 ( A ) はポリシーを適用せずに、燃費を示す目的関数 F 3 を関数 F X - 1 と、排気性能を示す目的関数 F 4 を関数 F X - 2 として、最適な I C P を得る場合について検討する。

【 0 0 9 9 】

ここでは、説明を簡易にするため、F X - 1、F X - 2 には、U C P と X C P を固定値として与え、燃料噴射量 I C P - 3 を出力するものとする。燃費の関数 F X - 1 ( I C P ) は、燃料噴射量が増大するにつれて燃費が低下する特性を示し、排気性能の関数 F X - 2 は、燃料噴射量が増大するにつれて排気性能が悪化（ガス排出量の増大）する特性を示す。関数 F X - 1 は燃費が最大となる燃料噴射量 I C P - 3 を検索し、関数 F X - 2 は排気性能が最良（排出量が最小）となる I C P - 3 を検索する。

【 0 1 0 0 】

したがって、これら 2 つの関数 F X - 1、2 の組み合わせ最適化問題は、関数 F 1 - X が最大で、関数 F X - 2 が最小となる I C P - 3 を検索すればよいことになる。つまり、図 6 ( A ) で関数 F X - 1 と F X - 2 が交差する点 X ' の値が最適な燃料噴射量 I C P -

10

20

30

40

50

3となる。

【0101】

次に、上記関数  $F X - 1 ( I C P - 3 )$  と、関数  $F X - 2 ( I C P - 3 )$  にポリシーを反映させた場合を図6(B)に示す。燃費に関する関数  $F X - 1$  にポリシー  $f - 1$  を適用し、排気性能に関する関数  $F X - 2$  にポリシー  $f - 2$  を適用する。

【0102】

ポリシー  $f - 1$  を適用した新たな関数を  $G X - 1$  とし、

$$G X - 1 = F X - 1 ( I C P ) / f - 1 \quad \dots\dots\dots ( 1 )$$

同じくポリシー  $f - 2$  を適用した新たな関数を  $G X - 2$  とし、

$$G X - 2 = F X - 2 ( I C P ) / f - 2 \quad \dots\dots\dots ( 2 )$$

とする。ただし、 $f - 1 > 1$ 、 $f - 2 > 1$ である。

10

【0103】

ポリシー  $f - 1$ 、 $f - 2$  を反映させた結果、関数  $G X - 1$  で与えられる燃費特性と、関数  $G X - 2$  で与えられる排気性能は、図中実線で示すようになり、ポリシー適用前の図中点線の特性に対して低いものとなる。

【0104】

そして、最適化問題は上記図6(A)と同様にして、最小の燃費かつ最大の排気性能となる  $I C P$  は、関数  $G X - 1$  と  $G X - 2$  の交点に対応する  $X$  となる。

【0105】

以上のように、複数の目的関数  $F$  に対してポリシー（各目的関数の重み付け係数）を適用して、 $U C P$  と  $X C P$  を入力として各関数が最適な値となる  $I C P$  を選択すればよい。

20

【0106】

なお、実際には上記図4のように、一つの  $I C P$  に対して複数の目的関数  $F$  が関与する場合（例えば、燃料噴射量  $I C P - 3$  は、目的関数  $F 1$ 、目的関数  $F 3 \sim F 6$  で演算される）があるが、この場合には、各目的関数  $F$  に対して与えられたポリシー（重み付け）に準じた加重平均値や、ポリシーの大きさに応じた代表値を選択すればよい。

【0107】

例えば、上記走行性を重視する走行ポリシーにおいて、

$$[F1, F2, F3, F4, F5, F6] = [5:1:2:2:1:1]$$

とポリシーを設定した場合、燃料噴射量  $I C P - 3$  について考えると、上記図4より、目的関数  $F 2$  を除く、 $F 1$ 、 $F 3 \sim F 6$  より  $I C P - 3$  が演算される。ここで、5つの目的関数に与えられたポリシーの和と、各ポリシーの比を按分比として加重平均を、出力する  $I C P - 3$  とすることができる。

30

【0108】

あるいは、上記図6(B)のように、ポリシーの値が大きい目的関数を複数（例えば、2つ）選択し、これらの代表的な目的関数に基づいて  $I C P$  を演算してもよい。この場合、ポリシーノード1の演算負荷を大幅に低減することができる。

【0109】

次に、運転者の操作入力である  $U C P$  と、制御対象の各制御ノードで用いられる  $I C P$  に加えて、車両100の外部パラメータである  $X C P$  を変化させたときの  $I C P$  の変化について、図7を参照しながら説明する。

40

【0110】

図7は、上記図6(B)の排気性能に関する目的関数  $F X - 2$  の  $X C P$  を、外気温 ( $X C P - 3$ ) とし、この外気温を  $-10^{\circ}C$ 、 $20^{\circ}C$ 、 $50^{\circ}C$  に変化させ、 $U C P$  については固定としたものである。なお、燃費に関する目的関数  $F X - 1$  については、上記図6と同じく  $U C P$  と  $X C P$  を固定とした。

【0111】

そして、上記図6(B)と同様に、目的関数  $F X - 1$  にポリシーを適用したものを関数  $G X - 1$  とし、目的関数  $F X - 2$  にポリシーを適用したものを関数  $G X - 2$  とした。

【0112】

50

関数  $G X - 1$  は  $U C P$  と  $X C P$  を固定しているので、燃費に対する燃料噴射量  $I C P - 3$  が出力される。一方、外気温  $X C P - 3$  を  $- 10^{\circ} C$  から、 $20^{\circ} C$ 、 $50^{\circ} C$  と増大するにつれて、排気性能は向上する。

【 0 1 1 3 】

排気性能の特性が  $X C P$  の変化に伴うため、関数  $G X - 1$  と関数  $G X - 2$  の最適解は、 $- 10^{\circ} C$  のときに図中  $\times 1$ 、 $20^{\circ} C$  のときに図中  $\times 2$ 、 $50^{\circ} C$  のときに  $\times 3$  となり、外気温の上昇に応じて、最適化問題の解である  $I C P - 3$  が増大することが分かる。

【 0 1 1 4 】

以上のように、 $U C P$  と  $I C P$  に加えて  $X C P$  を入力として与えることで、車両の外部環境の変化に応じて的確な操作指令値を求めることができる。つまり、外部環境の変化にかかわらず、パラメータの最適なチューニングを自動的に行うことができるのである。また、 $U C P$  と  $X C P$  にポリシーを加えることで、外部環境と車両の性能に加えて運転者の趣向を加味したパラメータのチューニングを実現でき、複数の制御ノードが並列動作する装置において、最適なパラメータ（操作指令値）を自動的に得ることが可能となるのである。

【 0 1 1 5 】

< ポリシーノードの制御 >

次に、ポリシーノード 1 における制御の詳細について、フローチャートを参照しながら詳述する。

【 0 1 1 6 】

図 8 はポリシーノード 1 で行われる制御のメインルーチンである。まず、 $S 20$  では、鍵穴にイグニッションキー 13 が挿入されると、リーダライタ 12 はイグニッションキー 13 のメモリからポリシーデータを読み込み、 $S 21$  では上記目的関数  $F 1 \sim F 6$ （可制御性、後安全性、燃費、排気性能、静粛性、乗り心地）についてポリシーデータに基づく重み付けを行う。

【 0 1 1 7 】

ここでは、全ての目的関数を用いずに、ポリシーの値の大きな目的関数のみを用いる場合を示す。

【 0 1 1 8 】

$S 22$  では、運転の開始によりカウンタ  $T$  をリセットしてから、 $S 23 \sim S 29$  のループ処理を行う。

【 0 1 1 9 】

$S 23$  では、各  $U C P ( T )$  の入力を行う。上述したようにアクセル操作量センサ  $S 1$  からアクセル操作量  $U C P - 1$  の検出値を入力し、ブレーキ操作量センサ  $S 2$  からブレーキ操作量  $U C P - 2$  の検出値を入力し、シフト位置センサ  $S 4$  からシフト位置  $U C P - 3$  の検出値を入力し、操舵角センサ  $S 3$  からハンドルの操舵角  $U C P - 4$  の検出値を入力する。

【 0 1 2 0 】

次に、 $S 24$  では、外部環境を示す  $X C P$  を各センサから入力する。上記図 4 で示したように、 $X C P - 1 ( T ) \sim - 11 ( T )$  の各値を読み込む。

【 0 1 2 1 】

$S 25$  では、ポリシーデータに基づいて使用する目的関数  $F 1 \sim F 6$  から所定数の目的関数を選択し、例えば、ポリシーの値が値が大きな目的関数を  $F X - 1$ 、 $F X - 2$  として 2 つ選択する。

【 0 1 2 2 】

各目的関数  $F X - 1$ 、 $F X - 2$  に  $U C P$ 、 $X C P$  を入力し、上記 ( E ) で述べたように、組み合わせ最適化問題の演算を行い、運転操作に起因する  $U C P$  と外部環境に起因する  $X C P$  と、運転者が設定したポリシーを満たす最適の  $I C P ( T )$  を演算し、出力する。 $S 26$  では、各  $I C P ( T )$  が各制御ノードに送信され、各制御ノードは制御対象であるアクチュエータの駆動を行う。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 3 】

S 2 7では、目標値として設定されたポリシーに対して、F X - 1、F X - 2の値と実際に出力されたI C P ( T )とU C P ( T )、X C P ( T )の各値を表示装置 1 1に表示する。つまり、目標値に対する実際の値を表示する。

## 【 0 1 2 4 】

次に、S 2 8では上記S 2 7のF X - 1、F X - 2、U C P ( T )、X C P ( T )の各値のログをストレージ装置 1 6に記憶する。

## 【 0 1 2 5 】

S 2 9ではイグニッションキー 1 3がO F Fに操作されて、運転が終了したか否かを判定する。運転が継続される場合には、S 3 2へ進んでカウンタ T をインクリメントしてからS 2 3へ戻り、上記処理を繰り返す。

10

## 【 0 1 2 6 】

一方、運転終了であれば、S 3 0で予め設定した終了処理（後述する）を行い、S 3 1でイグニッションキー 1 3が抜かれて運転が終了する。

## 【 0 1 2 7 】

次に、図 9 は上記図 8 の S 2 1で行われる処理を示すサブルーチンである。

## 【 0 1 2 8 】

S 4 0でポリシーデータの入力を開始すると、ポリシーノード 1 は運転者に対してイグニッションキー 1 3に格納されているポリシーデータを入力するか否かを要求する。この要求は、例えば、表示装置 1 1に表示しても良いし、あるいは図示しないオーディオ装置から出力することができる。

20

## 【 0 1 2 9 】

この要求に対して、運転者が上記図 3 で示したイグニッションキー 1 3のスイッチ 1 3 1を操作すれば、イグニッションキー 1 3からポリシーデータを読み込むためにS 4 2へ進む。一方、そうでない場合にはS 4 5に進んで図 5 で示したようなポリシーデータ入力画面からポリシーデータの入力を行う。

## 【 0 1 3 0 】

S 4 2ではリーダライタ 1 2を介して、ポリシーノード 1 がイグニッションキー 1 3のメモリ 1 3 0からポリシーデータを読み込む。

## 【 0 1 3 1 】

S 4 3では、図 5 で示したようなポリシーデータ入力画面に、読み込んだポリシーデータの表示を行う。

30

## 【 0 1 3 2 】

S 4 4では、ポリシーデータの変更を行うか否かを運転者の操作に応じて判定し、変更しない場合には、読み込んだポリシーデータを目的関数 F 1 ~ F 6 にセットする。一方、運転者が変更を望む場合（表示装置 1 1のタッチパネルの操作などにより判定する）、S 4 5に進んで、図 5 で示したようなポリシーデータ入力画面を表示し、S 4 6 ~ S 5 1のサブルーチンにて、目的関数 F 1 ~ F 6 毎にポリシーデータを入力する。

## 【 0 1 3 3 】

次に、図 1 0 は上記図 8 の S 3 0で行われる終了処理のサブルーチンである。

40

## 【 0 1 3 4 】

S 6 0では、運転の終了時に、現在の設定のポリシーデータをイグニッションキー 1 3のメモリ 1 3 0に格納するか否かを判定する。この判定は、例えば、運転者がイグニッションキー 1 3のスイッチ 1 3 1を操作したか否かで判定する。運転者がイグニッションキー 1 3へポリシーデータを格納すると判定した場合にはS 6 1に進み、そうでない場合にはS 6 3へ進んで、ポリシーデータのメモリ 1 3 0への格納は行わずに処理を終了する。

## 【 0 1 3 5 】

ポリシーデータを格納する場合は、S 6 1においてメモリ 1 3 0への格納はポリシーデータに運転中の実際値（実現パラメータ）も格納するか否かを判定する。この判定も上記S 6 0と同様に行う。なお、実際値は、運転中に求めたF X - 1、F X - 2の値である。

50



## 【 0 1 3 6 】

実際値が不要の場合には S 6 2 へ進んで、ポリシーデータのみをイグニッションキー 1 3 のメモリ 1 3 0 へ格納する。

## 【 0 1 3 7 】

実際値も含む場合には、S 6 4 へ進んでポリシーデータと実際値をイグニッションキー 1 3 のメモリ 1 3 0 へ格納して処理を終了する。

## 【 0 1 3 8 】

次に、図 1 1 は上記図 8 の S 2 5 で行われる処理のサブルーチンである。

## 【 0 1 3 9 】

S 7 0 では、各目的関数 F 1 ~ F 6 に設定されたポリシーの値を優先度として、優先度の高い順に 2 つの目的関数を選択する。 10

## 【 0 1 4 0 】

S 7 1 では、選択した目的関数をそれぞれ F X - 1、F X - 2 として設定する。S 7 2 では、関数 F X - 1 の優先度をポリシーの値を示すポリシーマップから入力し、この値を f - 1 として設定する。なお、ポリシーマップは、上記図 5 の目的関数と設定したポリシーの値を対応付けるものである。

## 【 0 1 4 1 】

S 7 3 では、関数 F X - 2 の優先度をポリシーの値を示すポリシーマップから入力し、この値を f - 2 として設定する

S 7 4 では、上記図 6 ( B ) で示したように、関数 F X - 1 に値 f - 1 で重み付けを行ったものを関数 G X - 1 として設定する。 20

## 【 0 1 4 2 】

S 7 5 は、上記 F X - 1 と同様に、関数 F X - 2 に値 f - 2 で重み付けを行ったものを関数 G X - 2 として設定する。

## 【 0 1 4 3 】

そして、S 7 6 では、関数 G X - 1 と G X - 2 の差の絶対値が最小となる I C P を演算し、この値を操作指令値とする。

## 【 0 1 4 4 】

以上の処理により、ドライビングポリシーを予め運転前に入力しておくことで、多数ある E C U ( 制御ノード ) の複雑なパラメータ設定を自動的に行うことができ、その結果、容易にユーザの好みにあった走行が可能になる。 30

## 【 0 1 4 5 】

また、複数の目的関数に対して、両方をバランスよく満足するような内部パラメータ I C P を自動的にチューニングすることが可能になる。

## 【 0 1 4 6 】

そしてユーザの指令 ( 操作 )、及び外部環境に応じて、ユーザのポリシーに即した E C U の制御パラメータをリアルタイムに定めることができる。従来例では、機器の出荷前までにおおよそパラメータ設定が定められており、ユーザの利用状況に応じたパラメータ調整ができず、あるいは、パラメータ調整が可能であったとしても前記従来例で述べたように、複数の制御ノードが独立して内部パラメータを決定していたため、ユーザのポリシーを満足させるようなバランスは得られない。 40

## 【 0 1 4 7 】

これに対して本願発明では、複数の目的関数に対してポリシーを用いて制御対象 ( 図中アクチュエータ駆動ノード ) のパラメータのチューニングを実現することで、ユーザに負担をかけることなく、バランスのとれた I C P を出力でき、ユーザのポリシーに沿った制御状態を創出することが可能となる。

## 【 0 1 4 8 】

さらに、製造者等では、製品の生産時にテストするべきパラメータの組合せの数を減らすことができる。つまり、内部パラメータ I C P の範囲がポリシーの入力によって範囲を制限されなければ、制御ソフトウェア A ( パラメータ数 N ) と制御ソフトウェア B ( パラ 50

メータ数  $M$ ) があつた場合、ソフトウェアの連動のパターンとして最悪、 $N \times M$ 通りのテストが必要であつた。しかし、本発明によって、ポリシーから与えられる値  $f$  によって求められる  $ICP$  の組み合わせの数のテストのみで済ますことができる。よつて、生産における工数及び労力を大幅に低減し、生産性を向上させることが可能となるのである。

【0149】

また、前記従来例では、各制御ノードに  $UCP$  に基づいて  $ICP$  を決定するためのマップやテーブルなどを設けていたが、本発明によれば、各制御ノードをポリシーノード1からの操作指令値を実現すればよいので、各制御ノードにマップやテーブルを設ける必要がなくなる。これにより、各制御ノードの構成を簡易にすることが可能となつて製造コストの低減を図ることができる。加えて、各制御ノードの  $ICP$  を求めるためのマップやテーブルなどをポリシーノード1に設ければ、各制御間での動作検証を一つのノードでテストを行うことが可能となり、前記従来例のように複数の制御ノードを接続してから各制御間の整合性を検証するのに比して、生産性を大幅に向上させることが可能となる。特に、開発期間の短縮と、製品の信頼性を向上させることが可能となる。

10

【0150】

なお、上記実施形態では、走行前にポリシーの入力を行う一例を示したが、走行中に上記図5の設定画面からポリシーの変更を行つてもよい。

【0151】

<変形例1>

上記実施形態においては、車両に本発明を適用した場合を例示したが、これに限定されるものではなく、複数の  $ECU$  を備えた機器、航空機、装置等に適用することができる。

20

【0152】

すなわち、図12で示すように、ユーザの操作指令を検知するユーザセンサ  $S_a$  と、装置の外部環境を検出する外部センサ  $S_b$  と、これらセンサ  $S_a$ 、 $S_b$  の検出値を入力とし、複数の制御ノード(図中アクチュエータ駆動ノード)の指令値を求める複数の目的関数を備え、各目的関数に対してポリシーを用いて重み付けを行つて、上述のようにポリシーに沿つた制御状態となるように、各制御ノードへの指令値をチューニングするポリシーノード1を備えるものであればよい。

【0153】

また、各制御ノードの出力は、アクチュエータに限定されるものではなく、例えば、電子的なデバイス等であつてもよい。

30

【0154】

例えば、連動して一つの制御を行う複数の制御ノードはサーバで構成されてもよい。すなわち、複数のサーバが連動して一つのサービスを提供する場合、本願発明のポリシーノード1を適用すると図13で示すようになる。ポリシーノード1はネットワークを介して各サーバと接続される。そして、ポリシーノード1は、これら連動するサーバ(図中計算機1a、1b)の上位計算機(上位ノード)となり、各サーバに対してユーザまたは管理者が与えたポリシーに基づいた制御パラメータを指令する。

【0155】

ポリシーノード1には、複数のサーバが提供するサービスに対するユーザのポリシーと、ユーザからの入力( $UCP$ )と、外部パラメータ( $XCP$ )を入力する。

40

【0156】

ポリシーノード1では、上記実施形態と同様に、複数の目的関数に対してユーザのポリシーに応じた重み付けを行い、各サーバに対する指令値を複数の目的関数から算出し、ポリシーに合致するように指令値  $ICP$  をチューニングする。そして各指令値を各サーバに指令する。

【0157】

これにより、サービスのポリシーをポリシーノード1へ入力することで、多数あるサーバ(計算機ノード)の複雑なパラメータ設定を自動的に行うことができ、その結果、ユーザの好みにあつたサービス提供を容易かつ自動的に行うことができるのである。

50

## 【産業上の利用可能性】

## 【0158】

以上のように、本発明によればユーザのポリシーに基づいて複数の制御ノードのパラメータを自動的にチューニングできるので、複数のECUを備えた車両、航空機、機器、装置や、複数のサーバが連動するシステムに適用することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0159】

【図1】本発明の一実施形態を示す、車両の制御システムのブロック図。

【図2】同じく車両の制御対象、センサを示すブロック図。

【図3】イグニッションキーの構成を示すブロック図。

【図4】ユーザパラメータICP、外部パラメータXCP、内部パラメータと目的関数Fの関係を示す組み合わせテーブル。

【図5】目的関数F1～F6毎にポリシーを設定する画面イメージ。

【図6】2つの関数について組み合わせ最適化問題の解を示すグラフで、(A)はポリシー適用前を示し、(B)はポリシー適用後を示す。

【図7】同じく、2つの関数について組み合わせ最適化問題の解を示すグラフで、一方の関数の外部パラメータXCPを変化させた場合を示す。

【図8】ポリシーノードで行われる制御の一例を示すフローチャート。

【図9】図8のS21で行われるポリシー入力処理のサブルーチンを示すフローチャート。

【図10】図8のS30で行われる終了処理のサブルーチンを示すフローチャート。

【図11】図8のS25で行われる組み合わせ最適化問題のサブルーチンを示すフローチャート。

【図12】本発明の制御概念を示すブロック図。

【図13】変形例を示すブロック図。

## 【符号の説明】

## 【0160】

- 1 ポリシーノード(ポリシー分析・操作量生成ノード)
- 2 エンジン制御ノード
- 3 電子スロットル制御ノード
- 4 変速機制御ノード
- 5 ABS制御ノード
- 6 サスペンション制御ノード
- 8 ナビゲーションノード
- 9 操舵制御ノード
- 10 安全管理ノード
- 11 表示装置
- 13 イグニッションキー13
- 130 メモリ130

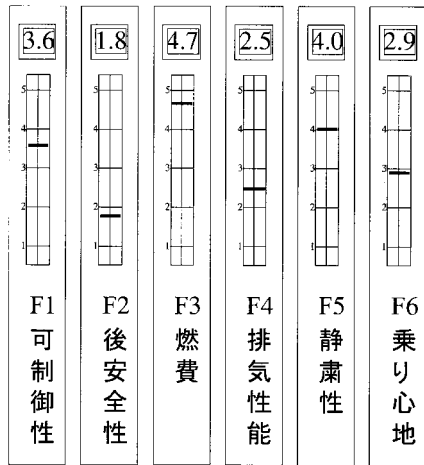
10

20

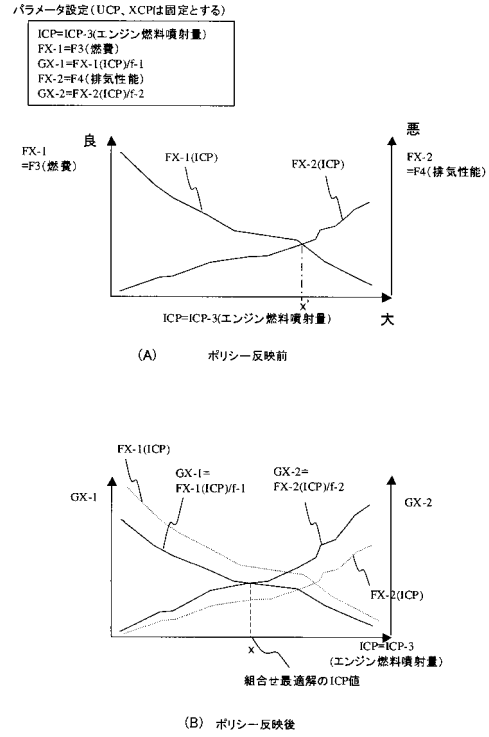
30



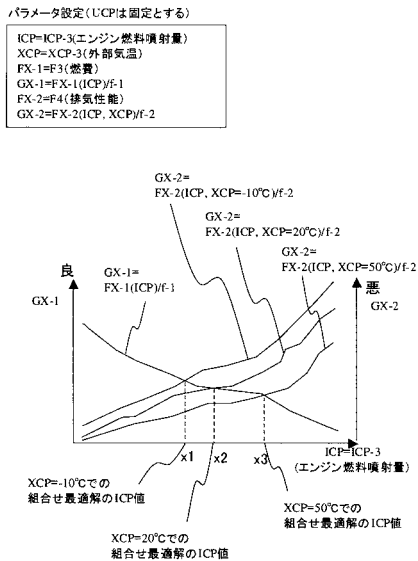
【図5】



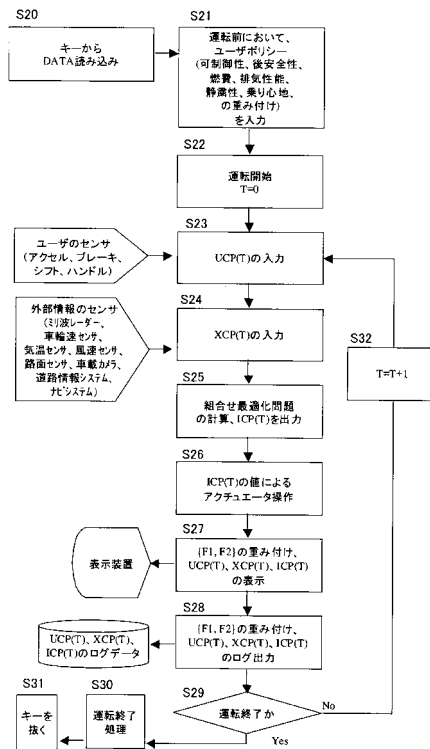
【図6】



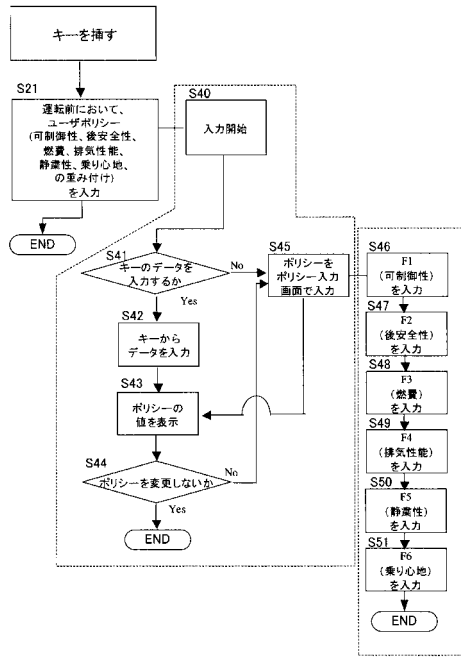
【図7】



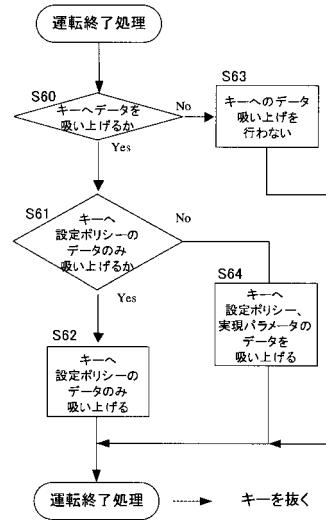
【図8】



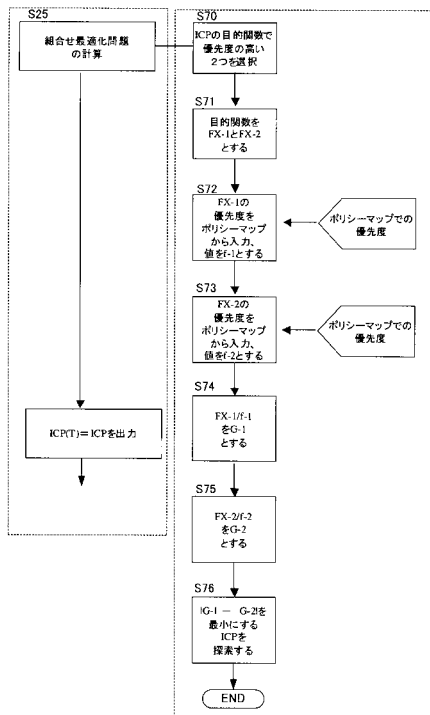
【図9】



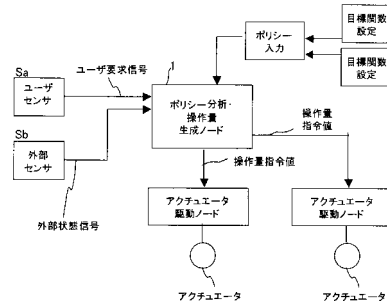
【図10】



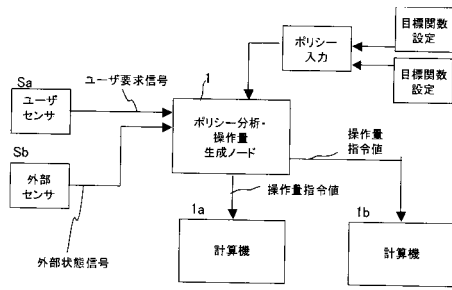
【図11】



【図12】



【図13】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
<b>B 6 0 W 10/18 (2006.01)</b>		B 6 0 K 41/00 3 0 1 F
<b>B 6 0 W 10/20 (2006.01)</b>		B 6 0 K 41/00 3 0 1 G
<b>B 6 0 W 10/22 (2006.01)</b>		B 6 0 K 41/00 3 0 1 H
<b>B 6 0 W 10/00 (2006.01)</b>		B 6 0 K 41/28
<b>F 0 2 D 45/00 (2006.01)</b>		F 0 2 D 45/00 3 2 2 C
		F 0 2 D 45/00 3 5 8 M
		F 0 2 D 45/00 3 7 4 A

- (72)発明者 荒川 文男  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
- (72)発明者 金川 信康  
茨城県日立市大みか町七丁目1番地1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
- (72)発明者 櫻井 康平  
茨城県日立市大みか町七丁目1番地1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
- (72)発明者 星野 雅俊  
茨城県日立市大みか町七丁目1番地1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
- (72)発明者 吉村 健太郎  
茨城県日立市大みか町七丁目1番地1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

審査官 加藤 信秀

- (56)参考文献 特開平10-089121(JP,A)  
特開平06-342302(JP,A)  
特開2004-025937(JP,A)  
特開平05-189698(JP,A)  
特開2001-171499(JP,A)  
国際公開第02/100698(WO,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 R 1 6 / 0 2  
B 6 0 W 1 0 / 0 0  
B 6 0 W 1 0 / 0 2  
B 6 0 W 1 0 / 0 4  
B 6 0 W 1 0 / 1 0  
B 6 0 W 1 0 / 1 2  
B 6 0 W 1 0 / 1 8  
B 6 0 W 1 0 / 2 0  
B 6 0 W 1 0 / 2 2  
F 0 2 D 4 5 / 0 0