

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 612 049 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.09.1998 Patentblatt 1998/40

(51) Int Cl.⁶: **G08G 1/015**

(21) Anmeldenummer: **93118481.6**

(22) Anmeldetag: **16.11.1993**

(54) **Verfahren zum Klassifizieren von einen vorgegebenen Wegpunkt passierenden Fahrzeugen**

Method for classifying vehicles passing a predetermined point on the road

Procédé de classification de véhicules passant en un point prédéterminé de la route

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE DK FR GB GR LI NL

(30) Priorität: **15.02.1993 DE 4304298**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.08.1994 Patentblatt 1994/34

(73) Patentinhaber: **STN ATLAS Elektronik GmbH**
28305 Bremen (DE)

(72) Erfinder:
• **Becker, Gunnar, Dipl.-Geophys.**
D-28199 Bremen (DE)

- **Börsken, Norbert, Dr.**
D-28870 Ottersberg (DE)
- **Güdesen, Alwin, Dr.**
D-27321 Morsum (DE)
- **Klemp, Jürgen, Dipl.-Ing.**
D-28832 Achim (DE)
- **Tummoscheit, Günter, Dipl.-Ing.**
D-28876 Oyten (DE)
- **Vilmar, Gordian, Dipl.-Ing.**
D-28195 Bremen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 318 260 **FR-A- 2 670 404**
US-A- 4 247 768

EP 0 612 049 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Klassifizieren von einem vorgegebenen Wegpunkt passierenden Fahrzeugen.

Zur militärischen Aufklärung ist es notwendig, Bewegungen von Truppenteilen in einem Aufmarschgebiet rechtzeitig zu erkennen und zuverlässig zu analysieren. Hierzu ist die Beobachtung von Fahrzeugverschiebungen in bestimmten Wegabschnitten unerlässlich, wobei nicht nur die Anzahl der einen Wegpunkt passierenden Fahrzeuge sondern auch deren Natur festgestellt werden muß.

Bei einem bekannten Verfahren der eingangs genannten Art (FR 2 670 404 A1) erfolgt die optische Vermessung eines den Wegpunkt mit einer beliebigen Geschwindigkeit passierenden Fahrzeugs durch eine Vielzahl von zwischen jeweils einer lichtaussendenden Fotodiode auf der einen Wegseite und eines lichtempfindlichen Fotosensors auf der anderen Wegseite aufgespannten Lichtschranken, die mit konstantem Abstand voneinander in einer vertikalen Meßebeane angeordnet sind, und durch eine Vielzahl von gleichartigen Lichtschranken, die mit konstantem Abstand voneinander in einer parallel zum Weg ausgerichteten, horizontalen Meßebeane angeordnet sind. Das mit konstant angenommener Geschwindigkeit diese Meßeinrichtung passierende Fahrzeug unterbricht nacheinander die Lichtschranken in den beiden Meßebenen, so daß die Fotosensoren in beiden Meßebenen zeitabhängige Signale abgeben. Während die Signale der vertikalen Meßebeane eine Schnittlinie des Fahrzeugs über dessen momentane vertikale Ausdehnung erfassen, repräsentieren die Signale der horizontalen Meßebeane den Vorschub des Fahrzeugs längs des Weges. Die von den beiden Meßebenen gelieferten Signale werden zeitkontinuierlich zusammengesetzt und liefern eine Silhouette oder einen Schattenriß des passierenden Fahrzeugs, anhand derer oder dessen das Fahrzeug durch Vergleich mit bekannten Fahrzeugen klassifiziert wird. Die für dieses Verfahren benötigte Meßeinrichtung erfordert einen beträchtlichen Installationsaufwand am Meßort. Außerdem ergibt sich durch die Länge der erforderlichen Träger für die Fotodioden und Fotosensoren zum Aufspannen beider Meßebenen ein räumlich voluminöses Gebilde, das die Anwendung des bekannten Verfahrens für Zwecke der militärischen Aufklärung verbietet, besitzt doch ein solch beträchtlich über den Boden emporragendes Bauwerk eine große Eigenverratswahrscheinlichkeit.

Bei einem ebenfalls bekannten Verfahren zur Fahrzeugklassifikation (US-PS 4 158 832) bedient man sich zur Unterscheidung zwischen Kettenfahrzeugen, wie Panzer od. dgl., und Radfahrzeugen, wie Sattelschlepper, Lastkraftwagen und dgl., eines seismischen Detektors, der in Nähe des überwachten Wegabschnitts in den Boden eingegraben wird. Die von den Fahrzeugen erzeugten Fahr- und Motorgeräusche koppeln in den

Boden ein und breiten sich als Seismik- oder Bodenschallwellen im Boden aus. Diese Bodenschallwellen werden von dem bevorzugt als Geophon ausgebildeten Seismikdetektor empfangen. Aus den Ausgangssignalen des Geophons werden mit Hilfe geeigneter Signalverarbeitungsverfahren Kriterien gewonnen, die erkennen lassen, ob die empfangenen Bodenschallwellen von einem Ketten- oder Radfahrzeug ausgelöst worden sind.

Mit einem solchen seismischen Detektions- und Klassifizierungsverfahren lassen sich zwar bestimmte Gattungen von Fahrzeugen, wie eben Rad- und Kettenfahrzeuge, voneinander separieren, jedoch können nicht innerhalb einer Gattung auch bestimmte Fahrzeugtypen, wie schwere, mehrachsige Sattelschlepper oder leichtere Lastkraftwagen mit einer oder mehreren Antriebsachsen, bzw. Panzer und ebenfalls mit Ketten ausgerüstete leichtere Spähwagen, voneinander unterschieden werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Klassifizierungsverfahren für Fahrzeuge anzugeben, das einen Wegpunkt passierende Fahrzeuge erkennt und mit für militärische Aufklärungszwecke ausreichender Feinheit zu unterscheiden vermag, wobei auch Fahrzeuge mit gleichen Konstruktionsmerkmalen, wie Ketten oder Räder, noch innerhalb ihrer Gattung in verschiedenen Fahrzeugtypen aufgeschlüsselt, d.h. klassifiziert, werden sollen.

Die Aufgabe ist bei einem Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichenteil des Anspruchs 1 gelöst.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird durch Messen des Abstandes zu einem den Wegpunkt passierenden Fahrzeug von einem einzigen querab des Weges liegenden Meßort aus längs einer nur wenig über der Bodenfläche liegenden Meßlinie ein Profil des Fahrwerks in Richtung Längsachse des Fahrzeugs gewonnen, das zumindest mit seinen charakteristischen Parametern zur Identifizierung des Fahrzeugs herangezogen wird. Solche charakteristischen Fahrwerksparameter, die speziell nur bei bestimmten Fahrzeugtypen auftreten und daher zu deren Identifizierung bestens geeignet sind, sind z. B. die Anzahl der Fahrzeugräder, die Anzahl der Radachsen, die Abstände der Radachsen und der Durchmesser der Fahrzeugräder sowie Radverkleidungen bei Kettenfahrzeugen und Fahrzeugschürzen und dgl. Diese in Fahrzeuglängsrichtung vermessenen Fahrwerksparameter werden mit einer Vielzahl von gleichartigen Fahrwerksparametern bekannter Referenzfahrzeuge verglichen, und bei ausreichender Übereinstimmung wird das vermessene Fahrzeug als dasjenige Referenzfahrzeug identifiziert.

Hierbei ist es möglich, zum einen die typischen Fahrwerksparameter aus dem Meßprofil zu extrahieren und mit den entsprechenden Fahrwerksparametern der bekannten Referenzfahrzeuge zu vergleichen, und zum andern, anhand der typischen Fahrwerksparameter der

Referenzfahrzeuge ein synthetisches Meßprofil des Fahrwerks der bekannten Referenzfahrzeuge zu erstellen und dieses unmittelbar mit dem Meßprofil zu korrelieren.

Mit den vorstehend genannten Fahrwerksparametern und deren Kombination an einem vermessenen Fahrzeug können nicht nur Radfahrzeuge in verschiedene Kategorien unterteilt werden, sondern auch Kettenfahrzeuge in ihren verschiedenen Ausbildungen identifiziert werden, weil die Anzahl der Kettenlaufräder, deren Durchmesser und Radabstand sowie Radverkleidung bei unterschiedlichen Typen von Kettenfahrzeugen auch unterschiedlich ausgebildet sind.

Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit zweckmäßigen Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zur Gewinnung von Fahrwerksparametern aus dem gemessenen Profil des Fahrwerks Schnittlängen durch Addition der Meßwertabstände aufeinanderfolgender Meßwerte mit annähernd gleich großer Meßwertgröße definiert und die Lage der einzelnen Schnittlängen bestimmt. Entfernungsmesswerte mit gleicher Meßgröße entstehen aufgrund der Entfernungsmessung zu dem gleichen Fahrwerksteil, so daß die Schnittlängen die Länge dieser Fahrwerksteile in Fahrzeuglängsachse wiedergeben. Da erfindungsgemäß die Meßhöhe, d.h. der Abstand der Meßlinie von der Erdoberfläche recht gering gehalten wird, charakterisieren wiederholt, d.h. mindestens zweimal, auftretende gleiche Schnittlängen im Meßprofil parallel zu der Erdoberfläche verlaufende Sekantenabschnitten der Fahrzeugräder. Aus der Schnittlänge läßt sich aufgrund der bekannten Meßhöhe und bekannter geometrischer Beziehungen der Raddurchmesser ermitteln. Jede Radachse liegt auf dem Mittellot der jeweiligen Schnittlinien, und der Abstand der Radachsen läßt sich damit unmittelbar aus dem Meßprofil entnehmen. Die Klassifizierung des den Wegpunkt passierenden Fahrzeugs erfolgt dann aufgrund der Vielzahl an Übereinstimmungen der Fahrwerksparameter mit gleichen Fahrwerksparametern eines der bekannten Referenzfahrzeuge.

Das auf der Entfernungsmessung zum Fahrzeug basierende erfindungsgemäße Verfahren hat gegenüber der Videoüberwachung eines Wegabschnitts oder der Überwachung des Wegabschnitts mit einer Wärmebildkamera den Vorteil, daß zur Erstellung eines aussagefähigen Meßprofils nur wenige Daten verarbeitet werden und damit zu den entsprechenden Auswertestellen übertragen werden müssen. Dabei sind die Meßwerte relativ robust gegen Übertragungsfehler. Eine Meßvorrichtung zur Durchführung der Entfernungsmessung kann daher sehr kostengünstig hergestellt und damit eine Vielzahl an verschiedenen Wegpunkten installiert werden. Die Auswertung der Meßwerte an den einzelnen Meßstellen, also die Erstellung des Meßprofils, die Ex-

trahierung von Fahrwerksparametern und der Vergleich mit Referenzfahrzeugen, kann in einer von den Meßvorrichtungen entfernten Auswertezentrale für alle Meßvorrichtungen durchgeführt werden. Für eine Vielzahl von Wegpunktüberwachungen ist damit nur eine einzige Auswertezentrale notwendig.

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels im folgenden näher beschrieben. Es zeigen, jeweils in schematischer Darstellung,

Fig. 1 eine Seitenansicht eines auf einer Straße fahrenden Lastkraftwagens mit einer querab der Straße angeordneten Meßvorrichtung,

Fig. 2 eine Draufsicht von Fahrzeug und Meßvorrichtung gemäß Pfeil II in Fig. 1,

Fig. 3 eine Darstellung eines Meßprofils vom Fahrwerk des Fahrzeugs in Fig. 1 und 2,

Fig. 4 eine Darstellung der geometrischen Beziehungen zur Ermittlung eines Raddurchmessers R,

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Durchführung des Klassifizierungsverfahrens.

Mit dem nachfolgend beschriebenen Klassifizierungsverfahren werden Fahrzeuge erfaßt und identifiziert, die einen vorgegebenen Wegpunkt auf einer Fahrstraße 10 passieren.

Dabei wird vorausgesetzt, daß die Fahrzeuge den Wegpunkt nacheinander und nicht gleichzeitig passieren, was bei geeigneter Auswahl des Wegpunktes üblicherweise der Fall ist. Das Verfahren ist nachfolgend anhand der Identifizierung eines Lastkraftwagens 11 mit doppelter Hinterachse beschrieben, der sich auf der Fahrstraße 10 in Fahrtrichtung gemäß Pfeil 12 bewegt und dabei den vorgegebenen Wegpunkt passiert.

Von einem querab der Fahrstraße 10 liegenden Meßort 13 aus wird längs einer durch den vorgegebenen Wegpunkt verlaufenden festen Meßlinie 14 fortlaufend die Entfernung zum Fahrwerk des Fahrzeugs 11 gemessen. Die Entfernungsmessung erfolgt dabei optisch aktiv mit einem am Meßort 13 installierten an sich bekannten Laserentfernungsmesser, der mit einem Infrarot-Lasersender einen scharf gebündelten Lichtstrahl längs der Meßlinie 14 aussendet und mit einem Empfänger das an Fahrwerksteilen des Fahrzeugs 11 reflektierte Licht empfängt. Mittels einer Auswerteeinheit wird aus den Empfangssignalen die Entfernung zum Fahrzeug 11 bestimmt. Der Laserstrahl kann aus gepulstem oder moduliertem Licht bestehen. Bei Aussendung von Lichtimpulsen wird die Laufzeit des jeweiligen Laserimpulses gemessen und daraus die Entfernung bestimmt. Die Meßlinie 14 wird dabei rechtwinklig zur Fahrtrich-

tung 12 des Fahrzeugs 11, also rechtwinklig zur Fahrstraße 10, ausgerichtet, um vom Aspektwinkel abhängige Probleme bei der Entfernungsmessung zu vermeiden. Die Meßlinie 14 hält einen möglichst kleinen Abstand D von der Oberfläche der Fahrstraße 10 ein, der typischerweise etwa 20 cm beträgt. Für die Auswahl einer optimalen Meßhöhe D gelten folgende Randbedingungen: Die Messung sollte oberhalb von Unebenheiten der Straße, z. B. bei Schotterwegen, erfolgen. Die Messung soll auch eng benachbarte Räder bzw. Laufrollen bei Kraftfahrzeugen voneinander trennen, d. h. die Lücken zwischen den Rädern bzw. Laufrollen sollen möglichst groß sein, die Meßlinie sollte unterhalb der Radachsen liegen, da das Fahrwerk oberhalb der Achsen häufig durch Schürzen und ähnliches abgedeckt ist.

Zusätzlich zur fortlaufenden Entfernungsmessung wird die Fahrgeschwindigkeit v des Fahrzeugs 11 beim Passieren des Wegpunktes gemessen. Die Messung der Fahrgeschwindigkeit kann durch verschiedenen Methoden erfolgen, z. B. durch Anordnung von zwei im Abstand voneinander in Fahrtrichtung 12 des Fahrzeugs 11 angeordneten Sensoren zur Detektion des passierenden Fahrzeugs und Bestimmung der Zeitdifferenz. Die Detektion des Fahrzeugs kann dabei beispielsweise mit Magnetiksensoren erfolgen, die Veränderungen des magnetischen Erdfeldes beim Passieren des Fahrzeugs erfassen.

Aus der bekannten Meßfrequenz F der Entfernungsmessung und der gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit v wird der räumliche Abstand ΔL der Meßwerte in Fahrzeuglängsachse bestimmt und mit diesem räumlichen Abstand der Meßwerte ein Meßprofil des Fahrwerks des Fahrzeugs 11 erstellt. Hierzu werden die aufeinanderfolgend ermittelten Entfernungsmesswerte mit einem durch den errechneten Abstand vorgegebenen Intervall in einer der Fahrzeuglängsachse entsprechenden Richtung aneinandergereiht. Das dabei entstehende Meßprofil des Fahrwerks des Fahrzeugs 11 ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Auf der Ordinate ist dabei die Meßwertgröße, also die gemessene Entfernung E, und auf der Abszisse die Anzahl der Messungen mit aufeinanderfolgenden Abständen ΔL aufgetragen. In dem Meßprofil ist deutlich zu sehen, daß einige aufeinanderfolgende Meßwerte die gleich Meßwertgröße aufweisen, was bedeutet, daß diese Meßwerte von dem gleichen Fahrwerksteil des Fahrzeugs 11 herrühren. Zur Auswertung des Meßprofils zwecks Identifikation und Klassifikation des Fahrzeugs 11 werden sog. Schnittlängen I durch Addition der Meßwertabstände L aufeinanderfolgender Meßwerte mit annähernd gleich großer Meßwertgröße definiert sowie die Lage dieser Schnittlängen I innerhalb des Meßprofils bestimmt. Aufgrund der Meßhöhe D, d. h. des Abstandes der Meßlinie 14 von der Oberfläche der Fahrstraße 11, und des wiederholten Auftretens identischer Schnittlängen I in dem dargestellten Meßprofil, kann davon ausgegangen werden, daß die Meßwerte innerhalb der Schnittlängen I von den Fahrzeugrädern des Fahrzeugs

11 in Fig. 1 herrühren, die Schnittlängen I also parallel zur Fahrstraße 10 sich erstreckende Sekanten der Fahrzeugräder darstellen. In Fig. 4 sind die geometrischen Verhältnisse am Fahrzeugrad unter Berücksichtigung der Meßhöhe D und der Schnittlängen I dargestellt. Wie aus dieser Skizze ohne weiteres ableitbar ist, läßt sich aus der Schnittlänge I der Durchmesser R des Fahrzeugrades gemäß

$$R = D + \frac{I^2}{4D} \quad (1)$$

errechnen. Damit ist aus dem Meßprofil ein erster charakteristischer Fahrwerksparameter für das Fahrzeug 11 abgeleitet. Um Fehler zu eliminieren, wird aus Plausibilitätsgründen dieser Raddurchmesser R nur dann zugelassen, wenn die Bedingung

$$D/2 < R < 3 \text{ m}$$

erfüllt ist. Ist R größer als 3 m, kann die Schnittlinie nicht von einem Fahrzeugrad stammen, sondern muß vielmehr von einer Seitenschürze herrühren.

Der Radmittelpunkt und damit der Durchstoßpunkt der Radachse liegt auf dem Mittellot der Schnittlänge I. Der Abstand der Radachsen läßt sich somit ohne weiteres aus dem Meßprofil entnehmen. Damit ist ein weiterer Fahrzeugparameter, der das Fahrzeug 11 typisiert, bekannt. Ebenso läßt sich die Anzahl der Radachsen, hier drei, ohne weiteres aus dem Vorhandensein von drei für Fahrzeugräder charakteristischen Schnittlängen I entnehmen. Damit ist ein weiterer Fahrwerksparameter für das Fahrzeug 11 bekannt.

Die wie vorstehend abgeleiteten Fahrwerksparameter: Anzahl der Radachsen, Abstand der Radachsen und Durchmesser der Räder, werden mit einer Vielzahl von gleichen Fahrwerksparametern bekannter Referenzfahrzeuge verglichen, und das vermessene Fahrzeug 11 wird als dasjenige Referenzfahrzeug identifiziert bzw. klassifiziert, dessen Fahrwerksparameter in der Summe die geringste Abweichung von den aus dem Meßprofil abgeleiteten drei Fahrwerksparametern aufweisen. Hier, also als Lastkraftwagen mit zwei Hinterachsen des Typs XY. Anhand des Referenzfahrzeuges können die Fahrzeugdaten angegeben werden, also maximal zulässiges Ladegewicht, Leergewicht etc..

Zur Auswertung des Meßprofils zwecks Identifikation des den Wegpunkt passierenden Fahrzeuges 11 kann auch so vorgegangen werden, daß aus den Fahrwerksparametern einer Vielzahl von bekannten Referenzfahrzeugen unter Einbeziehung der Meßhöhe D der Meßlinie 14 eine Vielzahl von synthetischen Fahrwerksprofilen, im folgenden Referenzprofile genannt, erzeugt werden, die so gestaltet sind, wie das in Fig. 3 gezeigt wird. Die so gewonnenen synthetischen Referenzprofile der Vielzahl der Referenzfahrzeuge werden

nacheinander mit dem Meßprofil gemäß Fig. 3 des zu identifizierenden Fahrzeugs 11 korreliert, d. h. auf Übereinstimmung geprüft. Das zu identifizierende Fahrzeug 11 wird dann als dasjenige Referenzfahrzeug klassifiziert, dessen mit dem Meßprofil gemäß Fig. 3 korrelier-
tes Referenzprofil den größten Korrelationsfaktor ergibt, also möglichst nahe an 1 liegt. Dabei kann gleichzeitig ein Grenzwert des Korrelationsfaktors festgelegt werden, bei dem eine solche Zuordnung des Fahrzeugs 11 zu einem Referenzfahrzeug zugelassen wird, so daß Fehlklassifizierungen weitgehend ausgeschlossen werden.

In Fig. 5 ist ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Klassifizierungsverfahrens von Fahrzeugen dargestellt. Mit 15 ist dabei ein Laserentfernungsmesser und mit 16 eine Geschwindigkeitsmeßeinrichtung bezeichnet. Laserentfernungsmesser 15 und Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 16 werden von einer Weckvorrichtung 17 aktiviert, wenn ein Fahrzeug 11 sich dem vorgegebenen Meßpunkt, durch den die Meßlinie 14 hindurchgeht, nähert. Die Weckvorrichtung 17 kann beispielsweise eine passive Sensorik sein, wie z. B. Magnetsensoren, die eine von dem Fahrzeug bei Annäherung hervorgerufene Änderung des Magnetfeldes registrieren. Mit Aktivierung treten der Laserentfernungsmesser 15 und die Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 16 in ihren Meßmodus, d. h. der Laserentfernungsmesser 15 vermißt fortlaufend mit der Meßfrequenz F die Entfernung E längs der Meßlinie 14 zu dem durch die Meßlinie 14 hindurchfahrenden Fahrzeug 11. Gleichzeitig vermißt die Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 16 die momentane Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs 11 beim Passieren der Meßlinie 14. Die vom Laserentfernungsmesser 15 ausgegebenen Meßwerte werden über ein Filter 18 geführt, in welchem fehlerhafte Entfernungsmesswerte, z. B. aufgrund gestörter Laserreflexion, erkannt und entfernt werden. Die so gefilterten Entfernungsmesswerte werden einer Meßwert-Auswerteeinheit 19 zugeführt, die zusätzlich noch ein die Fahrzeuggeschwindigkeit v darstellendes Meßsignal von der Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 16 und ein die Meßfrequenz F angegebendes Signal vom Laserentfernungsmesser 15 erhält. Die Meßwert-Auswerteeinheit 19 berechnet die räumlichen Abstände der einzelnen Meßwerte in Richtung der Fahrzeuglängsachse aus dem Quotienten von Fahrzeuggeschwindigkeit v und Meßfrequenz F gemäß

$$L = \frac{v}{F} \quad (2)$$

Mit diesem Meßwertabstand wird von der Meßwert-Auswerteeinheit 19 das Meßprofil gemäß Fig. 3 erstellt und einer Parameter-Extraktionseinheit 20 zugeführt. Die Extraktionseinheit 20 ermittelt, wie vorstehend beschrieben, aus dem Meßprofil typische Fahrwerksparameter, wie Raddurchmesser, Anzahl der Radachsen und Radabstände und gibt die so ermittelten Fahrwerks-

parameter an einen Vergleichler 21. In einem Referenzspeicher 22 sind eine Vielzahl von gleichen Fahrwerksparametern aus bekannten Referenzfahrzeugen in Zuordnung zu diesen Referenzfahrzeugen abgespeichert. Diese Fahrwerksparameter werden nacheinander in den Vergleichler 21 ausgelesen. Der Vergleichler 21 ermittelt den Grad der Übereinstimmung aller Fahrwerksparameter des gleichen Referenzfahrzeugs mit den Fahrzeugparametern des zu identifizierenden Fahrzeugs 11 und gibt dasjenige Referenzfahrzeug aus, bei dem der Grad an Übereinstimmung maximal ist. Dieses bedeutet, daß das zu identifizierende Fahrzeug 11 als das ausgegebene Referenzfahrzeug klassifiziert ist.

Anstelle der Blöcke 20 und 21 können die Blöcke 23 und 24 vorgesehen werden, wobei der Block 23 eine Rechenvorrichtung und Block 24 eine Korrelationseinheit darstellt. Mit der Rechenvorrichtung 23 wird aus der Vielzahl von im Referenzspeicher 22 abgespeicherten, jeweils zu einer Vielzahl von Referenzfahrzeugen gehörenden Fahrzeugparametern unter Berücksichtigung der Meßhöhe D ein synthetisches Referenzprofil für jedes der abgespeicherten Referenzfahrzeuge erstellt, das gleich konfiguriert ist, wie das Meßprofil für das Fahrwerk des Fahrzeugs 11 in Fig. 3. Das in der Meßwert-Auswerteeinheit 19 erstellte Meßprofil von dem Fahrwerk des Fahrzeugs 11 wird der Korrelationseinheit 24 zugeführt. Die Korrelationseinheit 24 korreliert dieses Meßprofil aufeinanderfolgend mit jedem des von der Rechenvorrichtung 23 errechneten Referenzprofils vom Fahrwerk eines bekannten Referenzfahrzeugs und ermittelt den Korrelationsfaktor. Aus der Vielzahl der Korrelationsfaktoren wird der maximale Korrelationsfaktor bestimmt, der vorzugsweise noch zusätzlich eine Mindestgröße überschreiten muß. Das Referenzfahrzeug, das diesen maximalen Korrelationsfaktor ergibt, wird als Klassifizierungsfahrzeug ausgegeben, d. h. das zu detektierende Fahrzeug 11 wird als das am Ausgang der Korrelationseinheit 24 ausgegebene Referenzfahrzeug klassifiziert.

Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann z. B. bei Böschungen neben der Fahrstraße 10, die wenig Platz für die Einrichtung des Meßortes 13 in Nähe der Fahrstraße 10 lassen, unmittelbar am Rand der Fahrstraße 10 eine Optik mit einer Ein- und Austrittspupille in Meßhöhe D installiert werden, deren optische Achse mit der Meßlinie 14 zusammenfällt. Die Optik wird über ein Lichtleitkabel mit dem an einem hinter der Böschung eingerichteten Meßort installierten Laserentfernungsmesser verbunden, und zwar dort an Lasersender und Empfänger angekoppelt. Das Lichtleitkabel kann dabei beliebig verlegt, auch durch die Böschung hindurchgeführt oder in die Erde eingegraben werden. Bei der Entfernungsmessung ist dann die Länge des Lichtleitkabels zu berücksichtigen. Es ist möglich, in der Optik eine separate Ein- und Austrittspupille vorzusehen, die jeweils über separate Lichtleitkabel mit dem Lasersender und dem Empfänger verbunden werden. Es ist jedoch auch möglich,

die Ein- und Austrittspupille zusammenzulegen, so daß nur noch ein Lichtleitkabel zu dem Laserentfernungsmesser führt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Klassifizieren von einen vorgegebenen Wegpunkt passierenden Fahrzeugen, bei dem im Wegpunkt von querab des Weges aus das jeweils den Wegpunkt passierende Fahrzeug (11) optisch aktiv vermessen und ein Meßprofil vom Fahrzeug (11) erzeugt wird, das mittelbar durch Ableiten von Parametern oder unmittelbar mit einer Vielzahl von bekannten Referenzfahrzeugen verglichen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Vermessung des Fahrzeugs (11) mittels einer fortlaufenden optischen Entfernungsmessung längs einer durch den Wegpunkt in Höhe des Fahrwerks des Fahrzeugs (11) verlaufenden festen Meßlinien (14) von einem einzigen, querab des Weges (10) liegenden Meßort (13) aus durchgeführt wird, daß die Geschwindigkeit (v) des jeweils den Wegpunkt passierenden Fahrzeugs (11) gemessen wird und aus der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) und der Meßfrequenz (F) der räumliche Abstand (L) der Meßwerte in Fahrzeuglängsachse bestimmt wird und daß durch eine durch die Abstände (L) vorgegebene Aneinanderreihung der Meßwerte in Richtung der Fahrzeuglängsachse ein Meßprofil des Fahrwerks des Fahrzeugs (11) erstellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ableitung von Fahrwerksparametern, wie Anzahl der Fahrzeugräder, Abstand der Radachsen, Durchmesser der Fahrzeugräder und dgl., in dem Meßprofil Schnittlängen (I) durch Addition der Meßwertabstände (ΔL) aufeinanderfolgender Meßwerte mit annähernd gleich großer Meßwertgröße definiert und die Lage der einzelnen Schnittlängen (I) bestimmt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrzeugparameter "Raddurchmesser (R)" aus der Schnittlänge (I) gemäß der Gleichung

$$R = D + \frac{I^2}{4D} \quad (1)$$

berechnet wird, wobei D der Abstand der Meßlinie (14) von der Wegoberfläche ist, und daß der Fahrzeugparameter "Raddurchmesser (R)" nur dann zugelassen wird, wenn

$$D/2 < R < 3 \text{ m}$$

ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß aus den als Fahrzeugparameter "Raddurchmesser (R)" zugelassenen Schnittlängen (I) und deren Relativlage im Meßprofil der Fahrwerksparameter "Radabstände" bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die abgeleiteten Fahrwerksparameter mit einer Vielzahl von gleichen Fahrwerksparametern bekannter Referenzfahrzeuge verglichen wird und daß das den Wegpunkt jeweils passierende Fahrzeug (11) als dasjenige Referenzfahrzeug identifiziert wird, dessen Fahrwerksparameter in der Summe die geringsten Abweichungen von den aus dem Meßprofil abgeleiteten Fahrwerksparametern aufweisen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Fahrwerksparametern der Vielzahl bekannter Referenzfahrzeuge unter Einbeziehung der Meßhöhe (D) der Meßlinie (14) eine Vielzahl von jeweils einem Referenzfahrzeug zugehörigen synthetischen Fahrwerksprofilen (Referenzprofilen) erzeugt wird, daß das Meßprofil mit der Vielzahl der Referenzprofile korreliert wird und daß das den Wegpunkt jeweils passierende Fahrzeug (11) als dasjenige Referenzfahrzeug identifiziert wird, dessen mit dem Meßprofil korreliertes Referenzprofil den größten Korrelationsfaktor ergibt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßlinie (14) im wesentlichen horizontal und im rechten Winkel zur Fahrtrichtung (12) des Fahrzeugs (11) ausgerichtet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (D) der Meßlinie (14) von der Wegoberfläche möglichst klein gehalten wird, typischerweise etwa 20 cm beträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur optisch aktiven Entfernungsmessung ein an sich bekannter Laserentfernungsmesser, vorzugsweise Infrarot-Laserentfernungsmesser, mit einem Lasersender, der einen scharf gebündelten Lichtstrahl aussendet, einem Empfänger, der das reflektierte Licht empfängt, und einer Auswerteeinheit, die die Entfernung berechnet, verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Lasersender ausgesendete Licht und das vom Empfänger aufgenommene reflektierte Licht über eine am Wegrand in Meßhöhe (D) installierte Optik mit einer Aus- und Eintrittspupille ab-

gegeben bzw. aufgenommen wird, die über mindestens ein Lichtleitkabel mit dem Lasersender und Empfänger verbunden ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuge (11) im Abstand vor dem Wegpunkt detektiert und mit dem Detektionssignal die Entfernungsmessung aktiviert wird.

Claims

1. Method of classifying vehicles passing a predetermined point on the road, in which the vehicle (11) respectively passing the point on the road is actively optically surveyed at the point on the road from abreast of the road, and a measurement profile of the vehicle (11) is generated, which is compared indirectly by derivation of parameters or directly with a plurality of known reference vehicles, characterised in that the optical surveying of the vehicle (11) is performed by means of a continuous optical distance measurement along a fixed measurement line (14), which runs through the point on the road on a level with the chassis of the vehicle (11), of a single measurement location (13) located abreast of the road (10), that the speed (v) of the respective vehicle (11) passing the point on the road is measured, and from the vehicle speed (v) and the measurement frequency (F) the spatial distance (L) between the measured values is determined in the longitudinal axis of the vehicle, and that by aligning the measured values predetermined by the distances (L) in the direction of the longitudinal axis of the vehicle, a measurement profile of the chassis of the vehicle (11) is drawn up.
2. Method according to Claim 1, characterised in that for derivation of chassis parameters such as number of vehicle wheels, distance between axles, diameter of the vehicle wheels and suchlike, cut lengths (l) are defined in the measurement profile by addition of the measured value distances (ΔL) of consecutive measured values with approximately equal measured value magnitude and the position of the individual cut lengths (l) is determined.
3. Method according to Claim 2, characterised in that the vehicle parameter "wheel diameter (R)" is calculated from the cut length (l) according to the equation

$$R = D + \frac{l^2}{4D} \quad (1)$$

wherein D is the distance of the measurement line

(14) from the road surface, and that the vehicle parameter "wheel diameter (R)" is only permitted when

$$D/2 < R < 3 \text{ m.}$$

4. Method according to Claim 3, characterised in that the vehicle parameter "wheel distances" is determined from the cut lengths (l) permitted as vehicle parameter "wheel diameter (R)" and their relative position in the measurement profile.

5. Method according to one of Claims 2 to 4, characterised in that the derived chassis parameters are compared with a plurality of like chassis parameters of known reference vehicles, and that the vehicle (11) respectively passing the point on the road is identified as the reference vehicle whose chassis parameters exhibit the smallest deviations in total from the chassis parameters derived from the measurement profile.

6. Method according to Claim 1, characterised in that a plurality of artificial chassis profiles (reference profiles) belonging to one respective vehicle is generated from the chassis parameters of the plurality of known reference vehicles, including the measurement height (D) of the measurement line (14), that the measurement profile is correlated with the plurality of reference profiles, and that the vehicle (11) respectively passing the point on the road is identified as the reference vehicle, whose reference profile correlated with the measurement profile provides the highest correlation factor.

7. Method according to one of Claims 1 to 6, characterised in that the measurement line (14) is oriented essentially horizontally and at right angles to the direction of travel (12) of the vehicle (11).

8. Method according to Claim 7, characterised in that the distance (D) of the measurement line (14) from the road surface is kept as small as possible, typically amounting to about 20 cm.

9. Method according to one of Claims 1 to 8, characterised in that a laser range finder known per se, preferably an infrared laser range finder, with a laser transmitter, which transmits a finely focussed light beam, a receiver, which receives reflected light, and an evaluation unit, which calculates the distance, is used for the optically active distance measurement.

10. Method according to Claim 9, characterised in that the light transmitted by the laser transmitter and the reflected light absorbed by the receiver is emitted and absorbed respectively via an optical unit in-

stalled on the road edge at measurement height (D) with an exit and entrance pupil, which is connected to the laser transmitter and receiver via at least one light guide.

11. Method according to one of Claims 1 to 10, characterised in that the vehicles (11) are detected at a distance in front of the point on the road and the distance measurement is activated with the detection signal.

Revendications

1. Procédé pour classer des véhicules passant en un point prédéterminé de route, dans lequel, depuis le point de route, le véhicule (11) respectif passant en ce point de route est mesuré optiquement de manière active perpendiculairement à la route, et un profil de mesure du véhicule (11) est établi, qui est comparé, indirectement au moyen d'une extraction de paramètres ou directement, avec une pluralité de véhicules connus de référence, caractérisé en ce que la mesure optique du véhicule (11) est effectuée au moyen d'une mesure optique permanente le long d'une parmi des lignes fixes de mesure (14) passant par le point de route à la hauteur du châssis du véhicule (11) à partir d'un seul lieu de mesure (13) situé perpendiculairement à la route (10), que la vitesse (v) du véhicule (11) passant au point correspondant de route est mesurée et la distance dans l'espace (L) des valeurs de mesure est déterminée dans l'axe longitudinal du véhicule à partir de la vitesse (v) du véhicule et de la fréquence de mesure (F), et qu'au moyen d'une succession, prédéterminée par les distances (L), de valeurs de mesure en direction de l'axe longitudinal du véhicule, un profil de mesure du châssis du véhicule (11) est élaboré.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour une extraction de paramètres de châssis tels que le nombre de roues du véhicule, la distance des essieux, le diamètre des roues du véhicule etc., dans le profil de mesure, des segments (l) sont définis au moyen d'une addition des distances de valeur de mesure (ΔL) de valeurs successives de mesure ayant approximativement des valeurs égales de mesure et que la situation des segments individuels (l) est déterminée.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le paramètre de véhicule "diamètre de roue" (R) est calculé à partir de la longueur d'un segment (l) au moyen de l'équation

$$R = D + \frac{l^2}{4D} \quad (1)$$

dans laquelle D est la distance de la ligne de mesure (14) à la surface de la route, et que le paramètre de véhicule "diamètre de roue" (R) est seulement accepté quand

$$D/2 < R < 3 \text{ m.}$$

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'à partir des longueurs de segments (l) acceptées comme paramètres de véhicule "diamètre de roue" (R) et de leur situation relative dans le profil de mesure, le paramètre de châssis "distances de roue" est déterminé.
5. Procédé selon une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les paramètres de châssis obtenus sont comparés à une pluralité de paramètres correspondants de châssis de véhicules connus de référence et que le véhicule (11) passant alors au point de route est identifié comme le véhicule de référence dont les paramètres de châssis présentent dans leur somme les écarts les plus réduits par rapport aux paramètres de châssis extraits du profil de mesure.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à partir des paramètres de châssis de la pluralité de véhicules connus de référence relativement à la hauteur de mesure (D) de la ligne de mesure (14), une pluralité de profils synthétiques de châssis concernant un véhicule correspondant de référence (profils de référence) sont établis, que le profil de mesure est corrélé avec la pluralité de profils de référence et que le véhicule (11) passant au point correspondant de route est identifié comme le véhicule de référence dont le profil de mesure corrélé avec le profil de référence donne le facteur de corrélation le plus élevé.
7. Procédé selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la ligne de mesure (14) est disposée pratiquement de manière horizontale et à angle droit par rapport à la direction de déplacement (12) du véhicule (11).
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la distance (D) de la ligne de mesure (14) par rapport à la surface de la route est maintenue aussi réduite que possible et s'élève typiquement à 20 cm.
9. Procédé selon une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, pour une mesure optique active

de distance un télémètre à laser d'un type connu en soi, de préférence un télémètre à laser infrarouge, est utilisé avec un émetteur à laser qui émet un faisceau lumineux fortement collimaté, un récepteur qui reçoit la lumière réfléchie, et un module d'évaluation qui calcule la distance. 5

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que la lumière émise par l'émetteur à laser et la lumière réfléchie recueillie par le récepteur sont respectivement délivrée ou recueillie par l'intermédiaire d'une optique installée, à la hauteur de mesure (D), au bord de la route, par l'intermédiaire d'une pupille d'entrée et de sortie qui est reliée par l'intermédiaire d'au moins un câble optique avec l'émetteur et le récepteur à laser. 10 15

11. Procédé selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les véhicules (11) sont détectés à distance avant le point de route et que la mesure de distance est activée par le signal de détection. 20

25

30

35

40

45

50

55

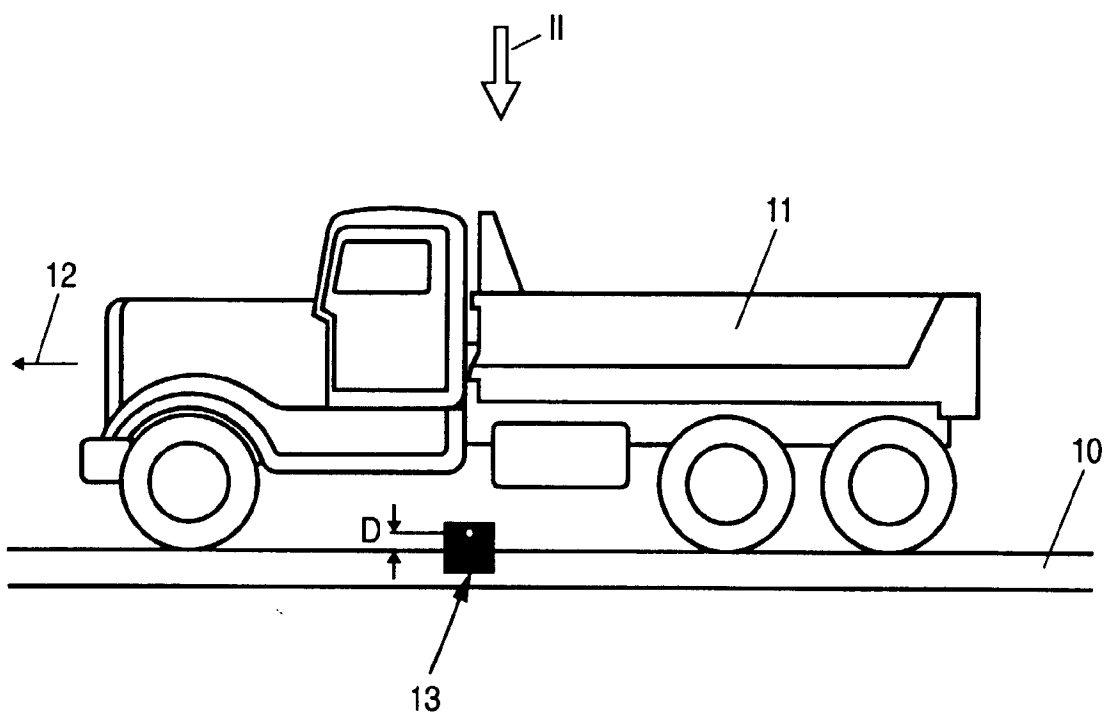


Fig. 1

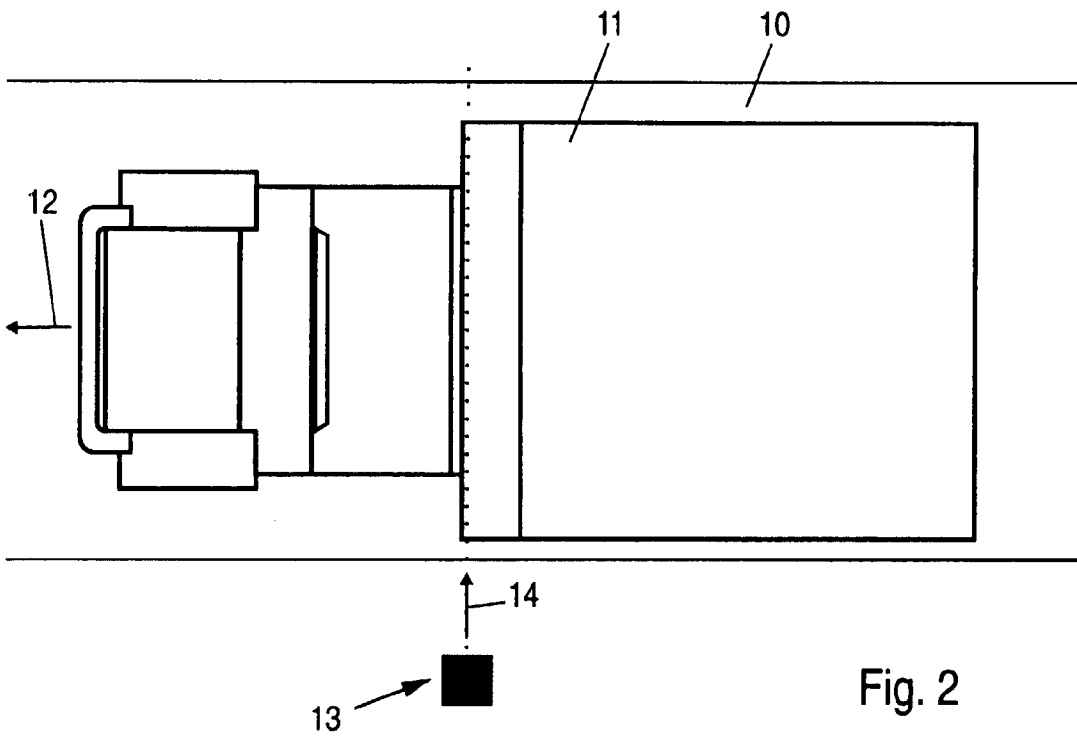


Fig. 2

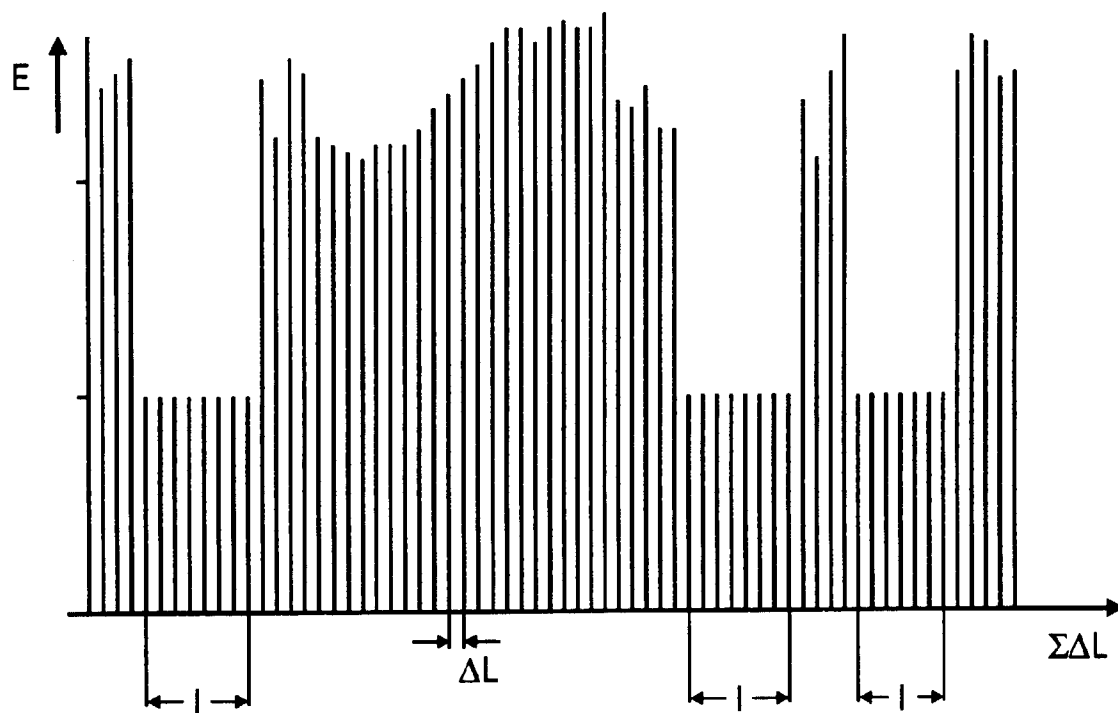


Fig. 3

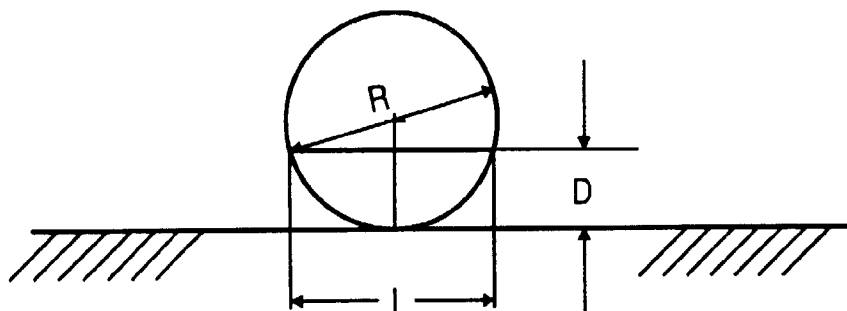


Fig. 4

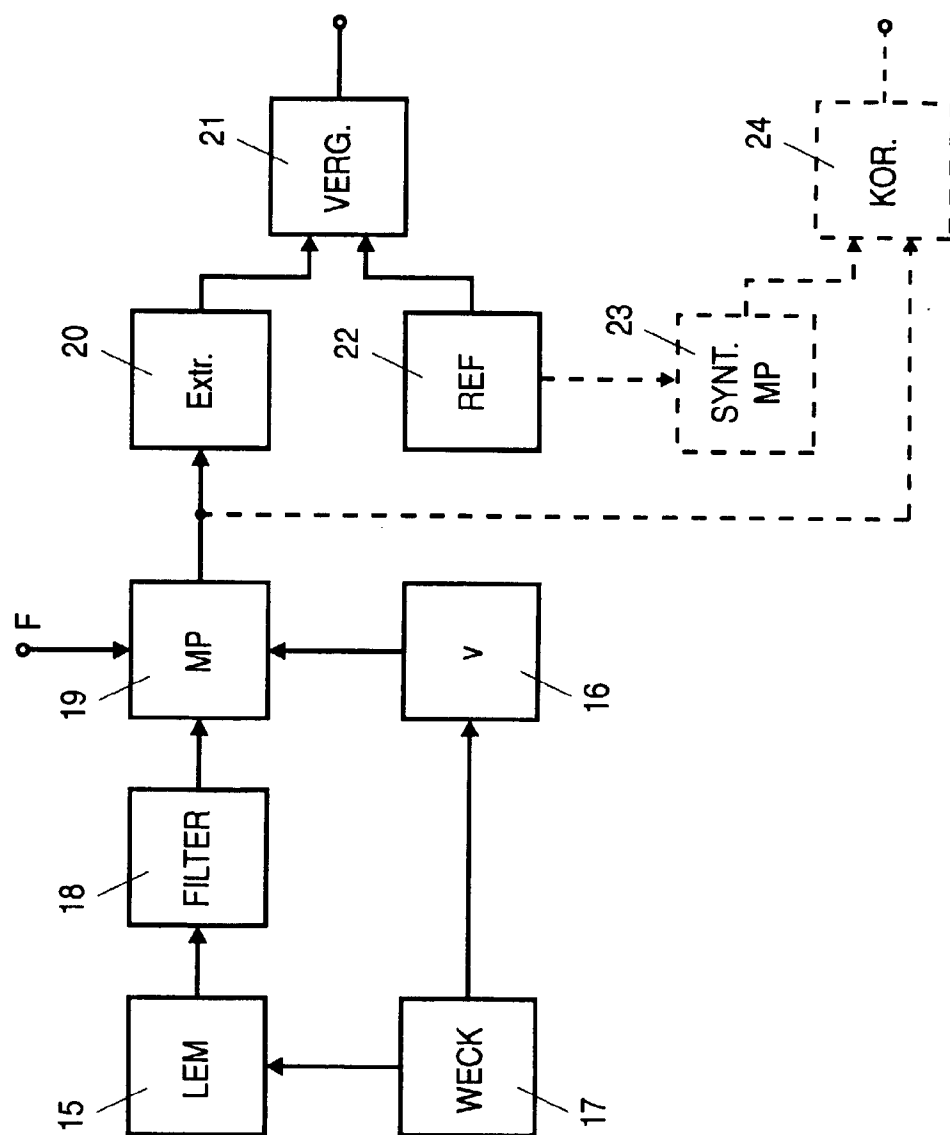


Fig. 5