



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.01.2003 Patentblatt 2003/05

(51) Int Cl.⁷: **G08G 1/01**, G08G 1/04

(21) Anmeldenummer: **01118029.6**

(22) Anmeldetag: 25.07.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- Oberle, Stefan
8057 Zürich (CH)
- Ganz, Bruno
8200 Schaffhausen (CH)

(71) Anmelder: **Siemens Schweiz AG**
8047 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **Berg, Peter, Dipl.-Ing. et al**
European Patent Attorney,
Siemens AG,
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Kälin, August, Dr. sc. tech.**
8906 Bonstetten (CH)

(54) **Verfahren zur Feststellung von Strassenverkehrszuständen**

(57) Um die Ueberwachung von einzelnen Strassenabschnitten (2', 2'') auf kostengünstige Weise zu automatisieren, wird ein akustisches Auswerteverfahren des Umgebungslärms vorgeschlagen: Mit einer ohnehin schon vorhandenen Infrastruktur wie z.B. Notrufsäulen (3) wird der Umgebungslärm als Lärmuster (A1) erfasst und in einer Auswerteeinheit durch die Verfahrensschritte Signalgewinnung, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion aus einem Lärmuster erfolgt eine Zuordnung zu einem der Verkehrszustände:

- (Z1) Sporadischer Verkehr;
- (Z2) Mässiger Verkehr;
- (Z3) Dichter Verkehr;
- (Z4) Stau / "Stop and Go".

Durch die Klassierung in einer Zustandsmaschine können temporäre akustische Störungen die Robustheit des Auswerteverfahrens nicht wesentlich beeinträchtigen.

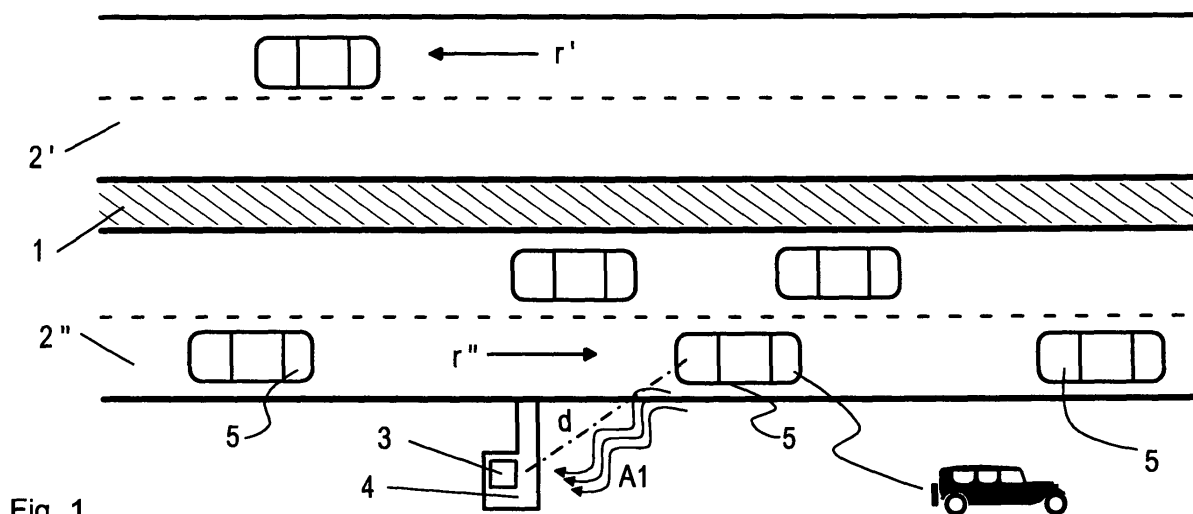


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feststellung von Strassenverkehrszuständen aus dem Umgebungslärm einer Strasse nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Durch die Zunahme des Strassenverkehrs entstehen unliebsame Verkehrsbehinderungen, die sich als "stop and go" oder gar als Stau auswirken. Für die Menge des Strassenverkehrs können verschiedene Messgrößen herangezogen werden wie z.B. der Fluss als Anzahl Fahrzeuge pro Zeiteinheit an einem Punkt einer Strasse pro Richtung oder die Dichte als Anzahl Fahrzeuge auf einem Fahrbahnabschnitt. Verkehrszustände können beispielsweise in die folgenden vier Kategorien Z1 .. Z4 gegliedert werden:

- Z1 Sporadischer Verkehr
- Z2 Mässiger Verkehr
- Z3 Dichter Verkehr
- Z4 Stau / "Stop and Go"

[0003] Für die automatisierte Feststellung des Verkehrszustandes sind fahrzeugautonome und ortsfeste Lösungen vorgeschlagen worden.

[0004] In EP 0 789 341 A1 (und EP 0 789 341 B1) wird eine fahrzeugautonome Detektion von Verkehrsstau offenbart, bei der einzelne Fahrzeuge mit einer Vorrichtung versehen sind, die die Geschwindigkeit des Fahrzeuges fortlaufend erfasst, diese Geschwindigkeit vorgegebenen Geschwindigkeitsklassen zuordnet und mit den zugeordneten Geschwindigkeitsklassen ein Integral über die Zeit bilden, dessen Wert zur Bildung eines Staumasses herangezogen wird. Zusammen mit der Lage des Fahrzeuges wird das Staumass z.B. über GSM an eine Datensammelstelle übertragen.

[0005] In WO 01/35372 ist als Beispiel einer ortsfesten Lösung ein Videoüberwachungssystem beschrieben, das mittels sogenannter Mustererkennung die Kennzeichen der Autos an zwei verschiedenen Stellen erfasst und durch einen Vergleich der Zeiten einen Verkehrszustand detektiert und einer Ueberwachungsstelle oder der Polizei meldet.

[0006] Bei der vorgenannten Videoüberwachung tritt das Problem von Spiegelungen auf, die sich bei bestimmten Sonnenständen oder bei Regen als sehr unliebsam manifestieren. Darüber hinaus bedingt eine Videoüberwachung eine separate Infrastruktur mit Kameras und entsprechenden draht- oder drahtlos geführten Verbindungen, deren Bereitstellung und Unterhalt aufwendig ist.

[0007] Bezüglich einer akustischen Auswertung ist aus der Eisenbahntechnik bekannt, dass zur Feststellung der exakten Lärmquelle sowie der Art der Ausbreitung an einer Eisenbahnstrecke ein sogenannter Mikrofonarray aufgestellt wird und die Analyse der örtlich verschieden meist in der Regel auf verschiedener Höhe angeordneter Mikrofone eine Aussage über die exakte Lärmquelle an einem Zug oder an der Lokomotive und den Weg der Ausbreitung erlaubt. Eine Uebertragung und Weiterentwicklung eines solchen Verfahrens auf die Feststellung des Strassenverkehrs wäre hinsichtlich der Anordnung längs einer Strasse, z.B. im Abstand von 2 - 3 km mit einem nicht tragbaren Aufwand verbunden.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde ein Verfahren anzugeben, das erlaubt, den Strassenverkehrszustand eines Strassenabschnittes automatisiert so zu erfassen, dass eine ohnehin schon bestehende Infrastruktur genutzt werden kann.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

[0010] Dadurch dass der Umgebungslärm analysiert und vorgegebenen Verkehrszuständen (Z1, Z2, Z3, Z4) zugeordnet wird, erfordert das erfindungsgemässe Verfahren vor Ort, d.h. an der Strasse keine zusätzliche Infrastruktur, da bereits vorhandene Mikrofone, von z.B. Notrufsäulen verwendet werden können.

[0011] So können sich die folgenden Vorteile zusätzlich ergeben:

i) Durch die Verfahrensschritte:

- A in der Auswerteeinheit werden aus dem Lärmuster (A1) mehrere Abtastwerte (A1') generiert (31);
 - B aus den im Verfahrensschritt A generierten Abtastwerte (A1') werden Signale (S1, S2, S3) erzeugt, die einen Pegel aus verschiedenen Frequenzbändern repräsentieren (32);
 - C aus den im Verfahrensschritt B erzeugten Signalen (S1, S2, S3) werden durch eine Analyse im Frequenzoder im Zeitbereich Merkmale (M1, M2, M3) generiert (33);
 - D aus den im Verfahrensschritt C generierten Merkmalen (M1, M2, M3) wird aufgrund einer gespeicherten Zuordnung von Merkmalswertebereichen zu Verkehrszuständen (Z1, Z2, Z3, Z4) ein Verkehrszustandsindikator (Z(t)) erzeugt (34);
- werden keine Mikrofonarrays benötigt und das erfindungsgemässe monofonen Verfahrens kann leicht auf

einem Computer mit allenfalls zusätzlich vorgesehenen digitalen Signalprozessoren implementiert werden und in ein Verkehrsleit- und/oder Verkehrsinformationssystem eingebunden werden (Patentanspruch 2).

ii) Dadurch dass

im Verfahrensschritt C für drei im hörbaren Bereich liegende Frequenzbänder (F1, F2, F3) ein zweites Merkmal (M2) generiert wird, das aus dem Quotienten der mittleren Leistung im mittleren Band (F2) und der mittleren Leistung im unteren Band (F1) gebildet wird; erfordert die Generierung des zweiten Merkmals keine grosse Rechenkapazität (Patentanspruch 7).

iii) Dadurch dass

die Verkehrszustände (Z1, Z2, Z3, Z4) geordnet sind und dass aus den im Verfahrensschritt B generierten Merkmalen (M1, M2, M3) zu einem unmittelbar vorangehend erzeugten Verkehrszustandsindikator (Z(t)) im Verfahrensschritt D nur ein benachbarter Verkehrszustandsindikator (Z(t+Δt)) erzeugt wird; ist das erfindungsgemässe Verfahren gegenüber akustischen Störeinflüssen robust (Patentanspruch 9).

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 Disposition an einer richtungsgetrennten Strasse mit einer Notrufsäule;

Figur 2 Vergrösserte Aufsicht einer Notrufsäule in der Disposition gemäss Figur 1;

Figur 3 Ablauf des erfindungsgemässen Verfahrens in der Uebersicht;

Figur 4 Funktionseinheiten zur Vorverarbeitung;

Figur 5 Signalfuss für die Merkmalsextraktion;

Figur 6 Zustandsdiagramm mit zulässigen Zustandsübergängen.

[0013] Der Beschreibung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die eingangs genannten vier Verkehrszustände zugrundegelegt, die beispielhaft wie folgt quantifiziert werden (die Abkürzung "Fz" steht für Fahrzeug):

Symbol	Bezeichnung	Beschreibung, Quantifizierung
Z1	Sporadischer Verkehr	Fluss J mit $J < 15$ [Fz/min]
Z2	Mässiger Verkehr	$15 < J < 35$ [Fz/min]
Z3	Dichter Verkehr	$J > 35$ [Fz/min]
Z4	Stau / "Stop and Go"	Dichte D hoch [Fz/100 m] und $v < 15$ [km/h]

[0014] Die vom erfindungsgemässen Verfahren benutzte und in aller Regel bereits vorhandene Infrastruktur ist in Figur 1 dargestellt. Längs einer Strasse sind in Abständen von ca. 500 m bis etwa 2 km Notrufsäulen angeordnet, die ein von einer Zentrale wie z.B. einer Polizeistation aktivierbares Mikrofon aufweisen. Diese Zentrale weist eine Auswerteeinheit auf, die aufgrund von vorgegebenen Einstellungen oder bedarfsweise durch Eingriff eines Beamten die in den Notrufsäulen enthaltenen Mikrofone aktiviert. Die Disposition solcher Notrufsäulen ist meist individuell, d.h. der Abstand und die relative Lage zu der wenigstens einen Fahrbahn ist abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und je nach Land von gesetzlichen Vorgaben. Um keine Gefährdung von Personen zu provozieren, ist meist direkt auf der Gegenseite ebenfalls an der gleichen Lage eine Notrufsäule angeordnet (nicht dargestellt in Fig. 1). In der Disposition gemäss der Figur 1 ist das Mikrofon in Fahrtrichtung r' angeordnet, möglich ist auch eine Disposition des Empfangskegels orthogonal zur Fahrbahn 2', 2'' oder auch gegen die Fahrtrichtung r'.

[0015] Die Mikrofone der einzelnen Notrufsäulen können von der erwähnten Zentrale aktiviert bzw. deaktiviert werden. Für das erfindungsgemässe Verfahren ist in einer Ausführungsform vorgesehen, dass eine zentrale Auswerteeinheit die verschiedenen Notrufsäulen bzw. die darin enthaltenen Mikrofone aktiviert und während eines vorgängig konfigurierten, d.h. einstellbaren Intervalls während einer ebenfalls einstellbaren Dauer aktiviert und den Umgebungslärm aufnimmt und als ein sogenanntes Lärmuster an die zentrale Auswerteeinheit übermittelt. Selbstverständlich ist dadurch die Benutzung der Notrufsäule durch eine Person in einem Notfall nicht beeinträchtigt. In einem solchen Fall würde die Uebertragung der Lärmuster abgebrochen und zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt dann eine weitere Aktivierung des Mikrofons.

[0016] Fig. 3 zeigt in der Uebersicht die verschiedenen Verfahrensschritte des erfindungsgemässen Verfahrens mit den in einer Auswerteeinheit implementierten Blöcken 31, 32, 33 und 34.

[0017] Der Umgebungslärms wird durch das in der Notrufsäule 3 enthaltene Mikrofon 6 aufgenommen. Dieses Mi-

krofon 6 wird durch die erwähnte Auswerteeinheit aktiv geschaltet, beispielsweise wird der Umgebungslärm periodisch während einem Intervall von z.B. 60 s durch das Mikron aufgenommen und als Lärmuster A1 (auch Frame genannt) an die Auswerteeinheit übermittelt. Die Periodizität beträgt beispielsweise 15 Minuten. Im Block 31 als Teil der Auswerteeinheit wird ein Lärmuster A1 mit einer Frequenz von z.B. 8 kHz abgetastet und dadurch Abtastwerte A1' generiert, die einzeln Abschnitte von 125 μ s Dauer repräsentieren. Diese Abtastwerte sind vorzugsweise in digitaler Form vorliegend mit einer Auflösung von z.B. 16 Bit.

[0018] Im Block 32 erfolgt eine Vorverarbeitung der Abtastwerte, z.B. der vorstehend beschriebenen 60x8000 digitalen Abtastwerte A1', die ein Lärmuster A1 von 1 Minute Dauer repräsentieren. Die detaillierten Verfahrensschritte im Block 32 zeigt die Figur 4 mit den Verfahrensschritten bzw. Einheiten 411 .. 434. Die Abtastwerte A1' werden je einem Tiefpass 411, einem Bandpass 412 und einem Hochpass 413 zugeführt, deren Frequenzen folgende disjunkte Bänder F1, F2 und F3 umfassen:

F1 Tiefpass : bis 200 Hz;
F2 Bandpass : 200 - 2000 Hz;
F3 Hochpass : 2000 - 4000 Hz.

[0019] Anschliessend werden die digitalen Audiosignale der vorgenannten drei Bänder in den Einheiten 413, 423 und 433 einer Glättung ("Smoothing") unterzogen und durch eine Unterabtastung in den Einheiten 414, 424 und 434 erfolgt eine Reduktion der Anzahl Abtastwerte, ohne dass dadurch ein Informationsverlust eintritt, diese letzte Feststellung ist auf das Shannon-Whittaker-Theorem gestützt. Die von den Einheiten 414, 424 und 434 erzeugten Signale werden mit S1, S2 und S3 bezeichnet, wobei das Signal S1 für das Frequenzband bis 200 Hz steht und S2 und S3 entsprechend in der Ordnung für die anderen beiden vorgenannten Frequenzbänder. Ein Signal Sx (x= 1, 2, 3) umfasst beispielsweise 60x8 bis 60x16 Abtastwerte, das im betreffenden Frequenzband eine Lärmuster A1 von 1 Minute Dauer repräsentieren. Die Zahl 60 bezieht sich auf die Expansion von 1 s auf eine Minute. Die Signale S1, S2, S3 selber repräsentieren einen Pegel, der dem Schalldruck entspricht, wobei dieser bis auf eine Skalierung die Einheit $[N/m^2]$ aufweist.

[0020] Im Block 33 erfolgt eine Merkmalsextraktion, die detaillierter in der Figur 5 mit den Einheiten 51, 52, 53 dargestellt ist. In der Einheit 51 wird aus dem Signal S2 die Welligkeit der Leistung durch Differentiation nach der Zeit t bestimmt, wobei von der Ableitung der Betrag gebildet wird. Ebenso wäre es auch möglich, anstelle der Betragsbildung die Ableitung zu quadrieren. Die so ermittelte Welligkeit kann als Merkmal M1 für die Verkehrszustände Z1 "mässiger Verkehr" und Z3 "Dichter Verkehr" zur Unterscheidung des Zustands Z4 "Stau" verwendet werden. Die Signale S1 und S2 werden von der Einheit 52 einem spektralen Leistungsvergleich unterzogen: Aufgrund von ausgedehnten Messungen hat sich gezeigt, dass der nachfolgend aufgeführte Quotient im Verkehrszustand Z4 Stau einigermaßen konstant ist und deshalb als Merkmal M2 für den Verkehrszustand Z4 herangezogen werden kann:

$$\frac{\text{mittlere Leistung P im Band 200 - 2000 Hz}}{\text{mittlere Leistung P im Band bis 200 Hz}}$$

[0021] Ebenfalls aufgrund von Messungen an einer Tunneleinfahrt hat sich gezeigt, dass der Wert dieses Quotienten in einem resistent ist gegenüber Witterungseinflüssen wie z.B. Regen und zwar solange, dass Geräusch des Regens einen bestimmten Anteil des von den Fahrzeugen entstammenden Lärms nicht übersteigt.

[0022] Im Block 53 erfolgt aus dem Signal S3 eine Leistungsspitzenbestimmung. Das so gewonnene Merkmal M3 ist geeignet für die Bestimmung der Verkehrszustände Z1, Z2 und Z3.

[0023] Die vorstehend definierten Merkmale werden der Einheit 34 - siehe dazu die Figur 3 - zugeführt zur Abbildung

$$Z(t) : \{M1, M2, M3\} \rightarrow \{Z1, Z2, Z3, Z4\}.$$

Z(t) wird als Zustandsindikator bezeichnet und ordnet den im Block 33 ermittelten Merkmalstrippeln {M1, M2, M3} einen Strassenverkehrszustand aus dem Bildbereich Z1, Z2, Z3 Z4 zu. Diese Abbildung erfolgt aufgrund vorgängig gespeicherter Merkmalswerte und Merkmalswertebereiche aus den jeweiligen Wertebereich von M1, M2 und M3 zu. Da der Strassenverkehrszustand zwar diskret jedoch in der zeitlichen Abfolge geordnet bzw. stetig ist, beinhaltet die vorgenannte Abbildung Z(t) eine Zustandsmaschine (auch Zustandsautomat genannt) gemäss der Fig. 6. Dadurch wird erreicht, dass der Zustandsindikator zeitlich hintereinander nur im Sinne der Ordnung benachbarte Zustände Z(t) und Z(t+ Δ t) generiert. In diesem Kontext muss die vorgenannte Abbildung nach einer erfolgten Initialisierung gesehen werden als:

$Z(t) : \{M1..M3; Z1..Z4\} \rightarrow \{Z1, Z2, Z3, Z4\}$.

[0024] Mit einem solchen Zustandsautomaten lässt sich die Robustheit des erfindungsgemässen Verfahrens erheblich steigern, in dem Ausreisser den tatsächlichen Verkehrszustand nicht falsch wiedergeben können.

[0025] Da mehrere Notrufsäulen längs einer Strasse hintereinander angeordnet sind, kann die Robustheit weiter gesteigert werden, in dem allenfalls mit einer zeitlichen Verzögerung die festgestellten Verkehrszustände analysiert werden, dabei ist einerseits der Fall "Kollision" bei einem Auseinanderdriften von Verkehrszuständen zwischen zwei unmittelbar benachbarten Erfassungspunkten direkt feststellbar. Andererseits ist im besonderen bei den Zuständen Z1 und Z2 die zeitliche Verzögerung zwischen den beiden erwähnten Erfassungspunkten analysierbar und gibt dadurch eine noch bessere Qualität der Erfassung der Verkehrszustände.

[0026] Vorstehend ist eine zentrale Ausführungsform, d.h. Implementierung des erfindungsgemässen Verfahrens beschrieben worden, bei dem die angegebene Werte als Beispiele anzusehen sind, die insbesondere von der Art der Uebertragung und damit von der Bandbreite zwischen Notrufsäule und Mikrofon abhängig sind. Um von dieser Bandbreite bzw. deren Beschränkung unabhängig zu werden, ist das erfindungsgemässe Verfahren auch dezentral implementierbar, das heisst, jede Notrufsäule weist direkt eine Auswerteeinheit der vorgenannten Art auf und übermittelt den Verkehrszustandsindikator $Z(t)$ an eine übergeordnete Ueberwachungsstelle.

[0027] Die Art der Merkmalsextraktion ist weder auf die drei angegebenen Frequenzbänder F1, F2 und F3 noch auf die angegebene Welligkeitsbestimmung, den spektralen Leistungsvergleich durch Quotientenbildung oder die Leistungsspitzenbestimmung beschränkt.

Liste der verwendeten Bezugszeichen

[0028]

1	Mittelstreifen
2', 2"	Fahrstreifen
3	Notrufsäule
4	Zugangsbereich zur Notrufsäule 3
5	Fahrende Fahrzeuge
6	in Notrufsäule eingelassenes Mikrofon 6
7	Blinklicht
31	Signalgewinnung und Signalwandlung
32	Vorverarbeitung
33	Merkmalsextraktion
34	Klassierung der Merkmale und Zuordnung zu Verkehrszuständen
411	Tiefpass
421	Bandpass
431	Hochpass
412, 422, 432	Leistungsermittlung
413, 423, 433	Glättung "Smoothing"
414, 424, 434	Abtastwert-Reduktion

51	Bestimmung der Welligkeit der Leistung
52	Spektraler Leistungsvergleich
5 53	Leistungsspitzenbestimmung
A1	Lärmuster, Frame, Audiosignal analog
A1'	60x8000 Abtastwerte von A1, Audiosignal digital
10 d	momentaner Weg des Schalls zum Mikrofon 6
F1, F2, F3	Disjunkte und geordnete Frequenzbänder
15 M1, M2, M3	aus den Signalen S1, S2, S3 extrahierte Merkmale
r', r''	für die Fahrstreifen 2', 2'' vorgesehene Fahrrichtungen
S1, S2, S3	Signal in verschiedenen Frequenzbändern
20 Z (t)	Verkehrszustandsindikator
Z1, Z2, Z3, Z4	Verkehrszustände, Ausprägungen von Z(t)

Patentansprüche

- Verfahren zur Feststellung von Strassenverkehrszuständen, beim dem Umgebungslärm von einem an einer Strasse (2', 2'') angeordneten Mikrofon (6) aufgenommen wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Umgebungslärm analysiert und vorgegebenen Verkehrszuständen (Z1, Z2, Z3, Z4) zugeordnet wird.
- Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Umgebungslärm von den Mikrofonen (6) als ein Lärmuster (A1) an eine Auswerteeinheit übertragen wird;
gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:

A in der Auswerteeinheit werden aus dem Lärmuster (A1) mehrere Abtastwerte (A1') generiert (31);
B aus den im Verfahrensschritt B generierten Abtastwerten (A1') werden Signale (S1, S2, S3) erzeugt, die einen Pegel aus verschiedenen Frequenzbändern (F1, F2, F3) repräsentieren (32);
C aus den im Verfahrensschritt B erzeugten Signalen (S1, S2, S3) werden **durch** eine Analyse im Frequenz- oder im Zeitbereich Merkmale (M1, M2, M3) generiert (33);
D aus den im Verfahrensschritt C generierten Merkmalen (M1, M2, M3) wird aufgrund einer gespeicherten Zuordnung von Merkmalswertebereichen zu Verkehrszuständen (Z1, Z2, Z3, Z4) ein Verkehrszustandsindikator (Z(t)) erzeugt (34).
- Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Lärmuster (A1) in einem einstellbaren Zeitintervall während einer einstellbaren Dauer aus dem Umgebungslärm vom Mikrofon (6) aufgenommen wird.
- Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Verfahrensschritt B ein erstes, zweites und drittes Signal (S1, S2, S3) generiert wird, das je einem bestimmten Frequenzband des Lärmusters (A1) entstammt.
- Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein erstes Merkmal (M1) generiert wird, das die Welligkeit des im Verfahrensschritt B generierten zweiten Signals

(S2) repräsentiert.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

im Verfahrensschritt B die Signale (S1, S2, S3) die Leistung repräsentieren.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass

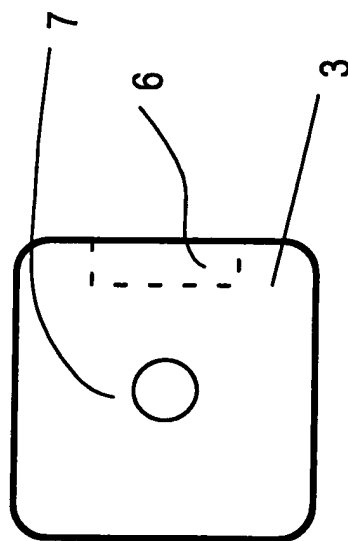
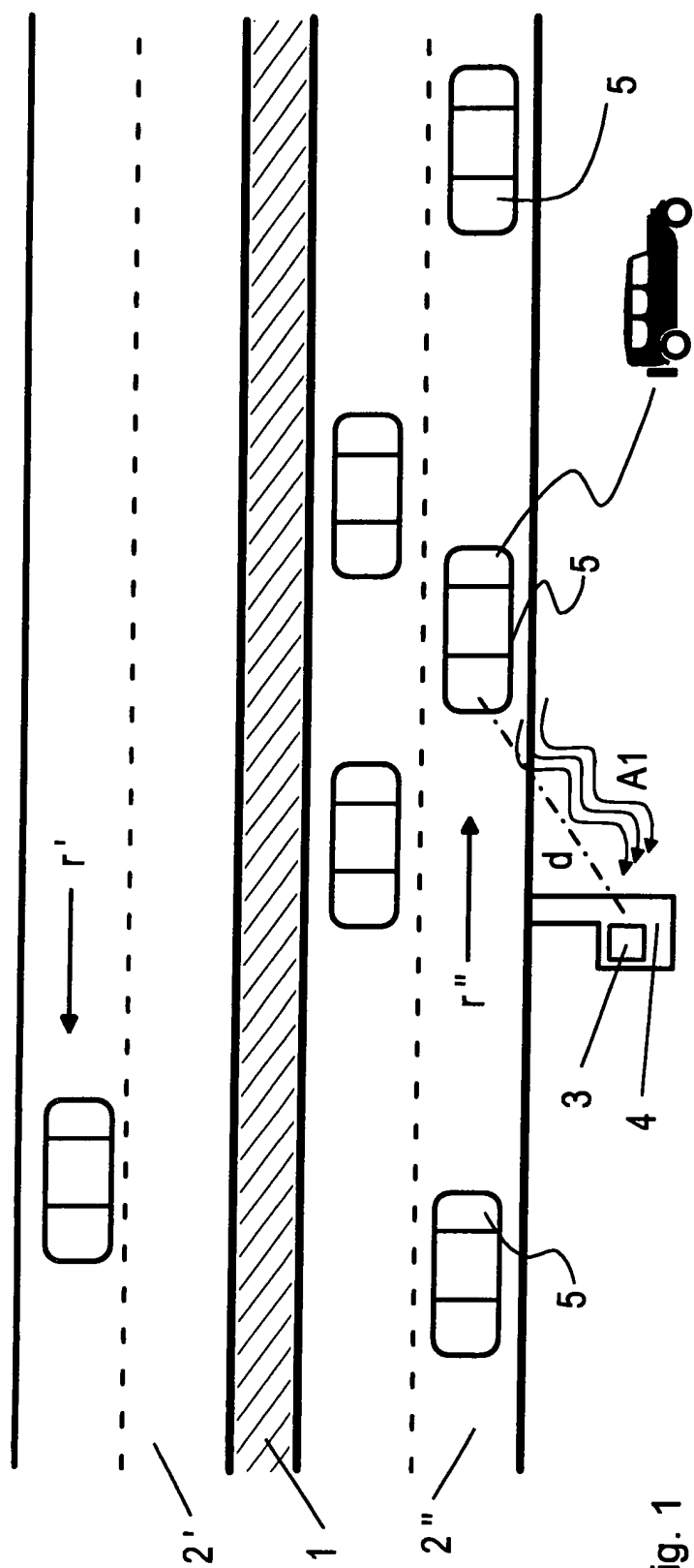
im Verfahrensschritt C für drei im hörbaren Bereich liegende Frequenzbänder (F1, F2, F3) ein zweites Merkmal (M2) generiert wird, das aus dem Quotienten der mittleren Leistung im mittleren Band (F2) und der mittleren Leistung im unteren Band (F1) gebildet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass

im Verfahrensschritt C ein drittes Merkmal (M3) generiert wird, das Leistungsspitzen repräsentiert.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Verkehrszustände (Z1, Z2, Z3, Z4) geordnet sind und dass aus den im Verfahrensschritt B generierten Merkmalen (M1, M2, M3) zu einem unmittelbar vorangehend erzeugten Verkehrszustandsindikator ($z(t)$) im Verfahrensschritt D nur ein benachbarter Verkehrszustandsindikator ($Z(t+\Delta t)$) erzeugt wird.



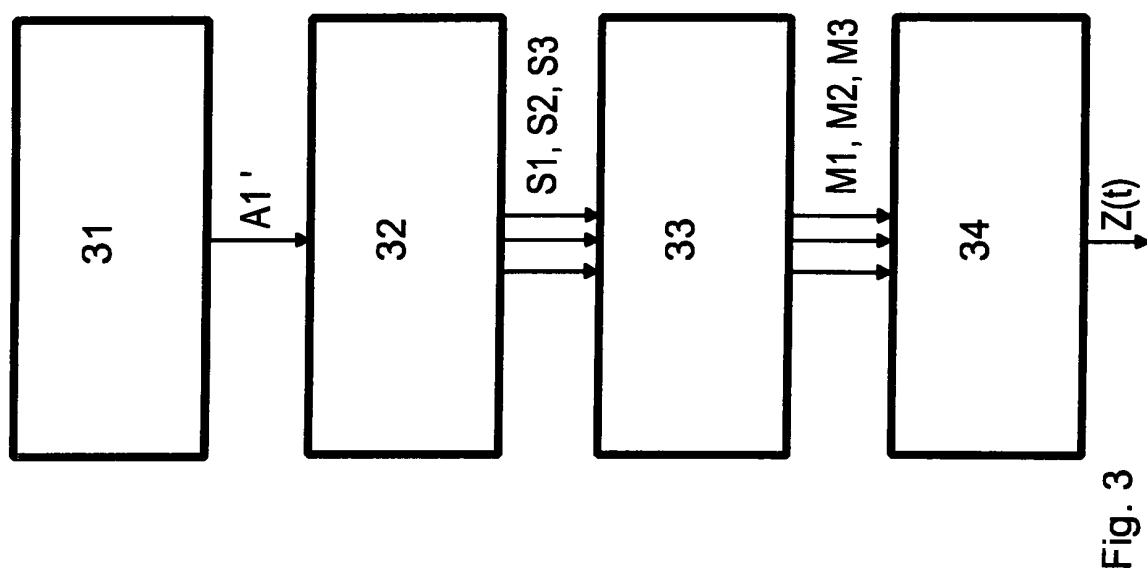


Fig. 3

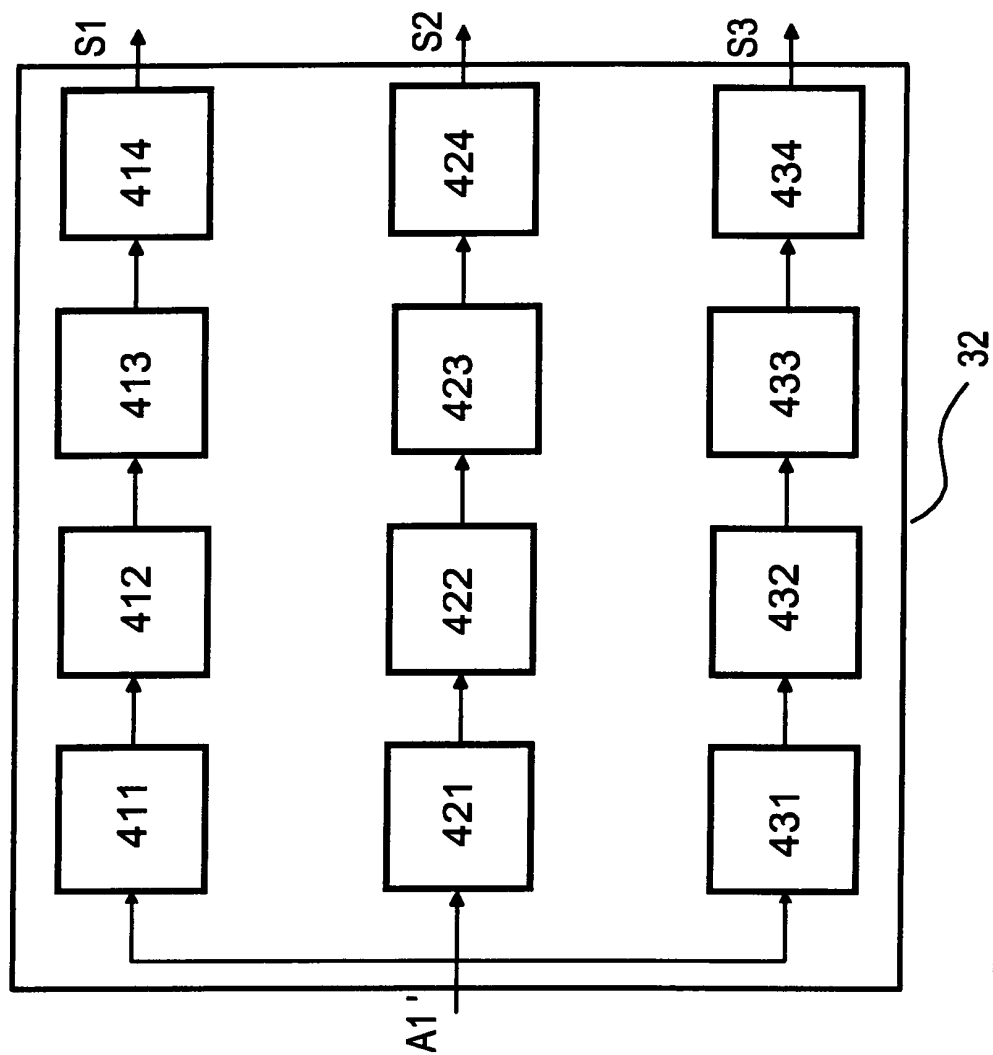


Fig. 4

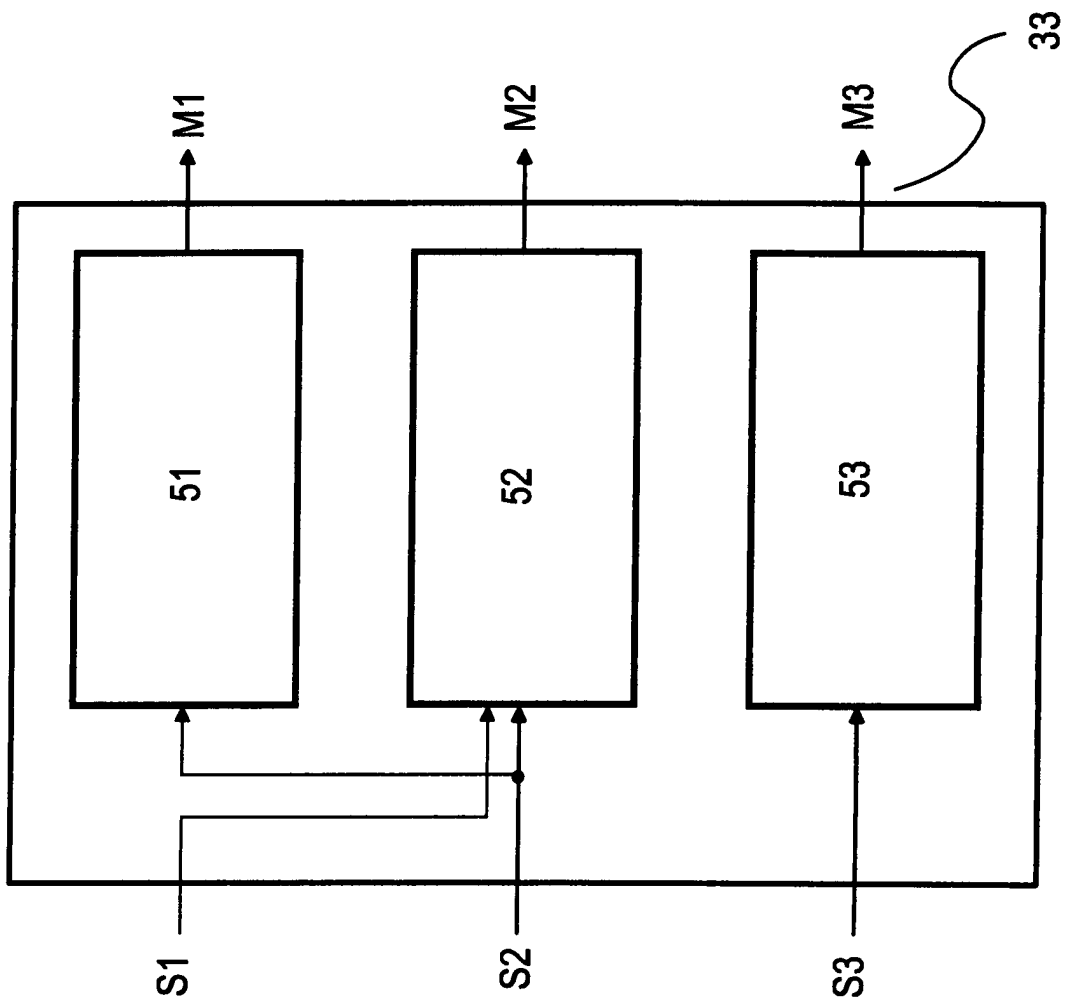


Fig. 5

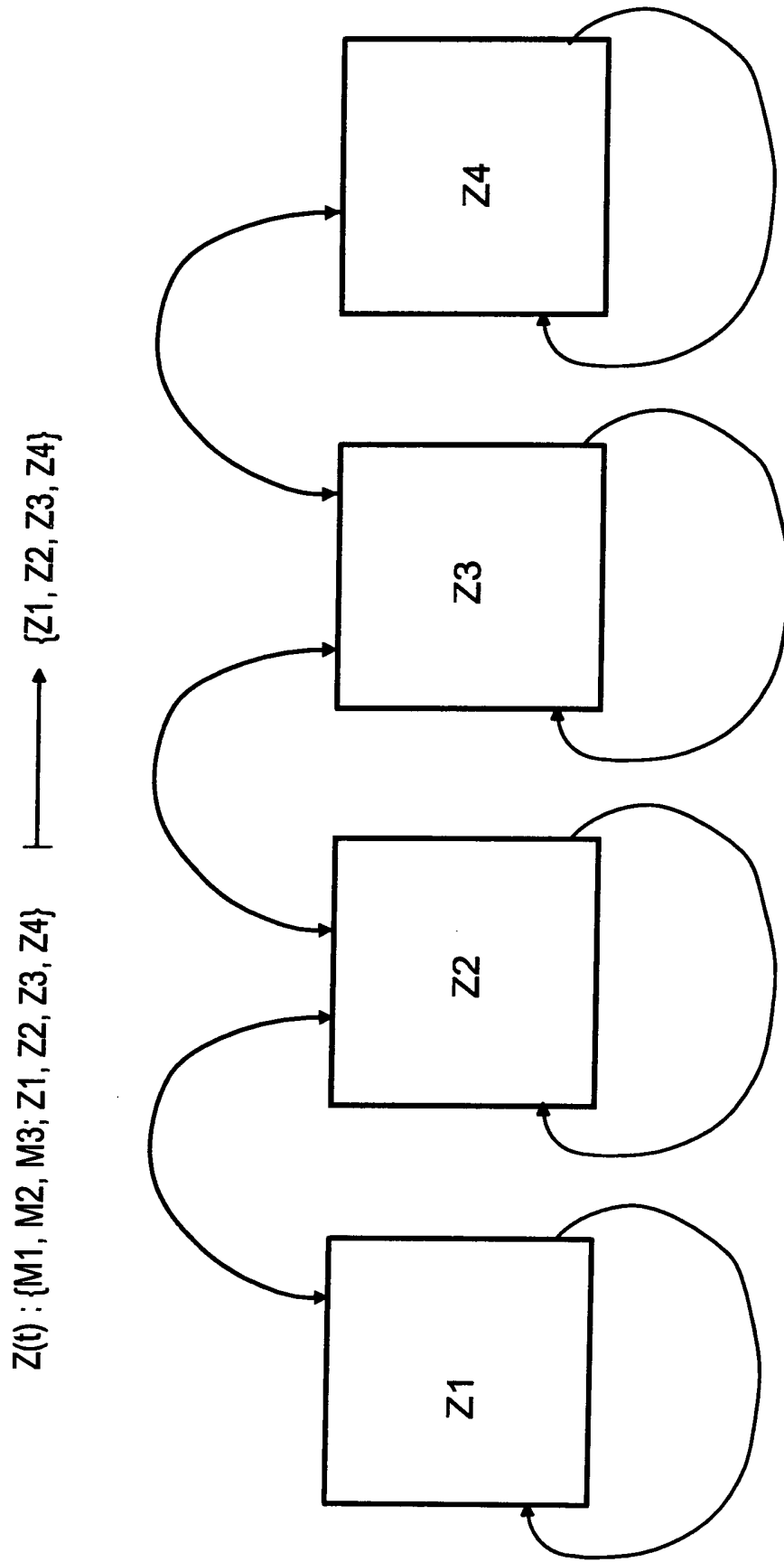


Fig. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 8029

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 717 391 A (RODRIGUEZ OTTO M) 10. Februar 1998 (1998-02-10) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 13 - Spalte 3, Zeile 3; Abbildungen 1,2 *	1	G08G1/01 G08G1/04
Y	US 6 195 608 B1 (KUHN JOHN PATRICK ET AL) 27. Februar 2001 (2001-02-27) * Zusammenfassung *	1	
A	* Spalte 3, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 19; Abbildung 1 * * Spalte 4, Zeile 52 - Spalte 7, Zeile 25; Abbildungen 3-5 *	2,4	
Y	US 5 878 367 A (CHEN YIE-MING ET AL) 2. März 1999 (1999-03-02) * Zusammenfassung *	1	
A	* Spalte 2, Zeile 18 - Spalte 3, Zeile 20; Abbildungen 1-4 * * Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 4, Zeile 7; Abbildung 6 *	2,6,8	
Y	EP 1 056 063 A (SIEMENS SCHWEIZ AG) 29. November 2000 (2000-11-29) * Seite 2, Zeile 3 - Zeile 18 * * Seite 8, Zeile 54 - Zeile 57 *	1	G08G
A		2,9	
A	US 5 778 332 A (CHANG JAMES SHIH-TSIH ET AL) 7. Juli 1998 (1998-07-07) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 10 - Spalte 4, Zeile 53; Abbildungen 2,3 *	1-3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 1. Oktober 2001	Prüfer Heß, D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P/4C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 8029

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-10-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5717391	A	10-02-1998	EP WO	1057154 A2 9836396 A2	06-12-2000 20-08-1998
US 6195608	B1	27-02-2001	US	6021364 A	01-02-2000
US 5878367	A	02-03-1999	KEINE		
EP 1056063	A	29-11-2000	EP	1056063 A1	29-11-2000
US 5778332	A	07-07-1998	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82