



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 59 125 A1 2005.07.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 59 125.7
(22) Anmeldetag: 17.12.2003
(43) Offenlegungstag: 14.07.2005

(51) Int Cl.7: **A61B 5/18**
G08B 21/00, A61B 3/113, B60Q 9/00

(71) Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

(72) Erfinder:
Hilgenstock, Jörg, Dr., 30175 Hannover, DE;
Karnahl, Torsten, 38114 Braunschweig, DE;
Seifert, Katharina, Dr., 10407 Berlin, DE

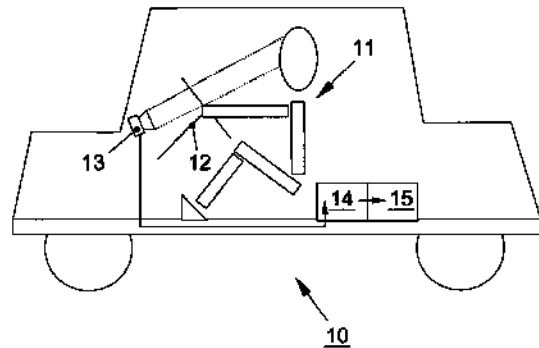
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:
DE 198 03 158 C1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Erkennung der Reaktionsbereitschaft eines Fahrers eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Erkennung der Reaktionsbereitschaft eines Fahrers (11) eines Kraftfahrzeugs (10) angegeben, das auf der Auswertung des Pupillenreflexes während der Fahrt basiert, wobei zur Vermeidung von Blendung für den Fahrer der Pupillenreflex in Bezug auf Veränderung der Umgebungshelligkeit untersucht wird, was den Vorteil hat, dass der Fahrer (11) durch die Überwachung des Pupillenreflexes bei seiner Fahraufgabe nicht gestört wird und dass die Überwachung kontinuierlich auch während längerer Fahrten durchgeführt werden kann, wobei im Falle eines nachlassenden, also unterhalb vorgegebener oder vorgegebbarer Erwartungswerte liegenden, Pupillenreflexes ein Hinweis für den Fahrer (11), z. B. in Form eines optischen oder akustischen Alarms, ausgegeben wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung und zur Abschätzung der Reaktionsbereitschaft eines Fahrers eines Kraftfahrzeugs. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf die Erkennung evtl. Müdigkeit des Fahrers.

Stand der Technik

[0002] Der Pupillenreflex, also die Kontraktion der Pupille bei Lichteinfall, ist ein anerkanntes Maß für den Müdigkeitsgrad und damit die Reaktionsbereitschaft eines Fahrers. Nachteilig ist allerdings, dass für eine Auslösung des Pupillenreflexes eine Blendung des Auges mit Hilfe von einfallendem Licht, also z.B. Lichtblitzen, erforderlich ist, was den Fahrer bei der Fahraufgabe stören könnte. Daher wurden bisherige Untersuchungen mit dieser Methodik häufig vor und nach der Fahrt unter definierten Beleuchtungsbedingungen vorgenommen. Eine Beobachtung des Pupillenreflexes sowie dessen Auswertung während der Fahrt ist nach bestem Wissen der Anmelderin und der Erfinder bisher nicht bekannt geworden.

[0003] Aus der DE 35 41 726 A1 oder aus der US 4,950,069 ist jeweils ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung und Messung von Augenbewegungen bekannt. Eine Auswertung des Pupillenreflexes ist aus diesen Dokumenten nicht bekannt.

Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Auswertung des Pupillenreflexes eines Fahrers eines Kraftfahrzeugs anzugeben, das auch während der Fahrt einsetzbar ist und damit insbesondere zur kontinuierlichen Überwachung der Reaktionsbereitschaft des Fahrers auch während der Fahrt sinnvoll eingesetzt werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dazu ist bei einem Verfahren zur Erkennung der Reaktionsbereitschaft eines Fahrers eines Kraftfahrzeugs vorgesehen, dass eine Umgebungshelligkeit und Reaktionszeiten der Pupille des Fahrers auf Lichteinfall gemessen werden und dass Veränderungen der Umgebungshelligkeit zu Veränderungen der Reaktionszeit der Pupille des Fahrers auf die Veränderungen der Umgebungshelligkeit in Relation gesetzt werden.

[0006] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass der Pupillenreflex, also die Kontraktion der Pupille bei Lichteinfall, etwa durch Steigerung der Leuchtdichte oder Blendung, ein anerkanntes Maß für den Müdigkeitsgrad des Fahrers eines Kraftfahrzeugs ist.

[0007] Aus einer Veränderung der Reaktionszeit der

Pupille (Adaptation) auf Lichteinfall lassen sich Schlussfolgerungen über die Reaktionsbereitschaft des Organismus ziehen. Dabei scheinen Akkomodationsvorgänge des Auges im Fahrzeug bei Dunkelfahrten vermutlich eine untergeordnete Rolle zu spielen, da die Augen annähernd konstant auf den ausgeleuchteten Bereich vor dem Fahrzeug akkomodiert sein sollten.

[0008] Werden nun die zufällig im Fahrtverlauf auftretenden Leuchtdichteveränderungen, die eine Pupillenreaktion nach sich ziehen, gemessen, können Erwartungswerte zu den anhand einer Baseline-Messung geschätzten Reaktionsparametern der Pupille in Relation zu diesen Leuchtdichteveränderungen gebildet werden. Bei einer Abweichung der Pupillenreaktion vom Erwartungswert kann eine verminderte organische Reaktionsbereitschaft unterstellt werden und dies in die automatische Müdigkeitseinschätzung als Schwellwert eingehen.

[0009] Um die Leuchtdichte in der Umgebung zu ermitteln, kann dieselbe Kamera verwendet werden, die als Lidschlusssensor zur Müdigkeitsdetektion eingesetzt wird. Die Leuchtdichteänderungen durch Gegenverkehr oder Straßenbeleuchtung können durch die Bildhelligkeitsunterschiede im Umgebungsbeobachtungsbereich der Augen aus dem Kamerabild ermittelt werden und ebenso – bei einer entsprechend hochauflösenden Kamera – die Pupillenreaktion bzw. daraus abgeleitete Parameter wie Reaktionsgeschwindigkeit oder Dilationsgeschwindigkeit.

[0010] Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Ermittlung der Reaktionsbereitschaft des Fahrers anhand des Pupillenreflexes erstmals während der Fahrt ermittelbar ist. Im Falle einer durch Ermüdung oder Übermüdung drohenden verminderten Fahrtüchtigkeit oder einer Fahruntüchtigkeit des Fahrers kann direkt ein diesbezüglicher Hinweis für den Fahrer oder ein Alarm ausgegeben werden. Des Weiteren ist die Überwachung des Pupillenreflexes kontinuierlich möglich, so dass auch eine während längerer Fahrtstrecken ggf. nachlassende Reaktionsbereitschaft jederzeit erkennbar ist.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Ausführungsbeispiel

[0013] Darin zeigt die einzige Figur ein schematisch vereinfachtes Fahrzeug mit einem Fahrer, dessen Gesicht im Bereich der Augen mittels einer Kamera erfasst wird.

[0014] **Fig. 1** zeigt in einer stilisierten und stark ver-

einfachen Darstellung ein Kraftfahrzeug **10**, das von einem Fahrer **11** gesteuert wird. Im Bereich eines nicht dargestellten Armaturenbrettes, also oberhalb oder vom Fahrer **11** aus gesehen hinter einem Lenkrad **12** ist eine Kamera **13** angeordnet, die auf die Augen des Fahrers **11**, zumindest aber auf dessen Gesicht gerichtet ist. Das von der Kamera **13** aufgenommene Bild wird an eine Bildverarbeitungseinheit **14** übermittelt.

[0015] Die Bildverarbeitungseinheit **14** ist zur Verarbeitung, Analyse und Auswertung der von der Kamera **13** aufgenommenen Bilder vorgesehen. Speziell ist die Bildverarbeitungseinheit **14** zum einen zum Erkennen von Veränderungen, insbesondere von Veränderungen der Helligkeit, in den aufgenommenen Bildern über der Zeit vorgesehen. Zum anderen ist die Bildverarbeitungseinheit **14** zum Ermitteln einer Reaktionszeit der Pupille des Fahrers **11** auf Lichteinfall vorgesehen.

[0016] Veränderungen der Helligkeit in den aufgenommenen Bildern über der Zeit können im Falle ortsfester oder im wesentlichen ortsfester Bildelemente, die in schwarz-weiss aufgenommen sind, in einfachster Form durch Subtraktion zweier zeitlich aufeinanderfolgender Bilder, also durch Subtraktion der Grauwerte jedes Pixels eines ersten Bildes vom Grauwert des entsprechenden Pixel eines zeitlich vorhergehenden oder zeitlich nachfolgenden Pixels, ermittelt werden. Bereiche, die auf beiden Bildern von ortsfesten Bildelementen eingenommen werden und die in beiden Bildern in gleicher Helligkeit erscheinen, löschen sich bei dieser Operation aus, d.h. es ergibt sich nach der Subtraktion ein resultierender Grauwert von "Null" oder in der Nähe von Null. Bei Bereichen mit unterschiedlicher Helligkeit ergibt sich diese Auslöschung nicht. Ist für das gesamte Bild oder für grossflächige Abschnitte des resultierenden Bild keine Auslöschung bemerkbar, ist der mittlere Zahlenwert der resultierenden Grauwerte ein gutes Maß für die Zunahme der Helligkeit.

[0017] Die in der oben beschriebenen oder einer ähnlichen Art und Weise ermittelte Veränderung der auf den Fahrer **11** einwirkenden Umgebungshelligkeit wird an eine der Bildverarbeitungseinheit **14** nachgeordnete Verarbeitungseinheit **15** übermittelt, die die Veränderung der Umgebungshelligkeit in Relation zu jeweils beobachteten Pupillenreflex setzt.

[0018] Zum Erkennen und Ermitteln der Reaktionszeiten der Pupille des Fahrers **11** auf Lichteinfall (Pupillenreflex) können gleichfalls an sich bekannte Verfahren der digitalen Bildverarbeitung eingesetzt werden. Je nach Größe der Pupille in den von der Kamera **13** aufgenommen Bildern ändert sich entsprechend auch der Flächeninhalt des zugehörigen Bildabschnitts. Dieser Flächeninhalt kann mit bekannten Algorithmen der digitalen Bildverarbeitung

ermittelt und als Maß für die Reaktionszeiten der Pupille ebenfalls an die Verarbeitungseinheit **15** übermittelt werden.

[0019] Die Verarbeitungseinheit **15** setzt die Veränderungen der Umgebungshelligkeit zu Veränderungen der Reaktionszeit der Pupille des Fahrers **11** auf die Veränderungen der Umgebungshelligkeit in Relation zueinander und ermittelt auf diese Weise ein Maß für die Reaktionsbereitschaft des Fahrers **11**, insbesondere als Maß für den Müdigkeitsgrad des Fahrers **11**. Der dabei ermittelte Wert kann auf das über- oder unterschreiten bestimmter vorgegebener oder vorgegebbarer Schwellwerte überwacht werden, wobei beim Über- oder Unterschreiten der jeweiligen Schwellwerte ein insbesondere optischer und/oder akustischer Alarm oder dergleichen ausgelöst wird, der den Fahrer auf seine beginnende oder bereits bestehende Fahruntüchtigkeit aufmerksam macht. Des Weiteren kann der ermittelte Wert auch als Schwellwert in eine automatische Müdigkeitseinschätzung eingehen, die ggf. ebenfalls von der Verarbeitungseinheit **15** durchgeführt wird.

[0020] Bildverarbeitungseinheit **14** und Verarbeitungseinheit **15** können zu einer Einheit zusammengefasst sein. Die Überwachung der Pupille des Fahrers **11** und der Umgebungshelligkeit kann kontinuierlich oder zu vorgegebenen, insbesondere äquidistanten Zeitpunkten erfolgen. Günstig ist auch eine Konstellation, bei der mit einem Photosensor oder dergleichen Änderungen der Umgebungshelligkeit gemessen werden und die oben beschrieben Auswertung durch ein vom Photosensor ableitbares elektrisches Signal immer dann gestartet wird, wenn die Umgebungshelligkeit bestimmte vorgegebene oder vorgebbare Schwellwerte über- oder unterschreitet.

[0021] Insgesamt lässt sich die Erfindung kurz wie folgt darstellen: Es wird ein Verfahren zur Erkennung der Reaktionsbereitschaft eines Fahrers **11** eines Kraftfahrzeugs **10** angegeben, das auf der Auswertung des Pupillenreflexes während der Fahrt basiert, wobei zur Vermeidung von Blendung für den Fahrer der Pupillenreflex in Bezug auf Veränderungen der Umgebungshelligkeit untersucht wird, was den Vorteil hat, dass der Fahrer **11** durch die Überwachung des Pupillenreflexes bei seiner Fahraufgabe nicht gestört wird und dass die Überwachung kontinuierlich auch während längerer Fahrten durchgeführt werden kann, wobei im Falle eines nachlassenden, also unterhalb vorgegebener oder vorgegebbarer Erwartungswerte liegenden Pupillenreflexes ein Hinweis für den Fahrer **11**, z.B. in Form eines optischen oder akustischen Alarms ausgegeben wird. Schlagwortartig lässt sich die Erfindung als "Pupillographie mit Umgebungslicht" beschreiben.

Bezugszeichenliste

10	Fahrzeug
11	Fahrer
12	Lenkrad
13	Kamera
14	Bildverarbeitungseinheit
15	Verarbeitungseinheit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung der Reaktionsbereitschaft eines Fahrers eines Kraftfahrzeugs wobei eine Umgebungshelligkeit und Reaktionszeiten der Pupille des Fahrers auf Lichteinfall gemessen werden und wobei Veränderungen der Umgebungshelligkeit zu Veränderungen der Reaktionszeit der Pupille des Fahrers auf die Veränderungen der Umgebungshelligkeit in Relation gesetzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei anhand der ermittelten Relation ein Schwellwert für eine automatische Müdigkeitseinschätzung erzeugt wird.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Veränderungen der Umgebungshelligkeit mit einer Kamera auf den Fahrer, insbesondere mit einer auf mindestens ein Auge des Fahrers gerichteten Kamera, ermittelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Veränderungen der Umgebungshelligkeit anhand von Bildhelligkeitsunterschieden eines von der Kamera gelieferten Bildes ermittelt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Reaktionszeiten der Pupille des Fahrers anhand zeitlicher Veränderungen des von der Kamera gelieferten Bildes ermittelt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Kamera zugleich als Lidschlusssensor zur Müdigkeitsdetektion eingesetzt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

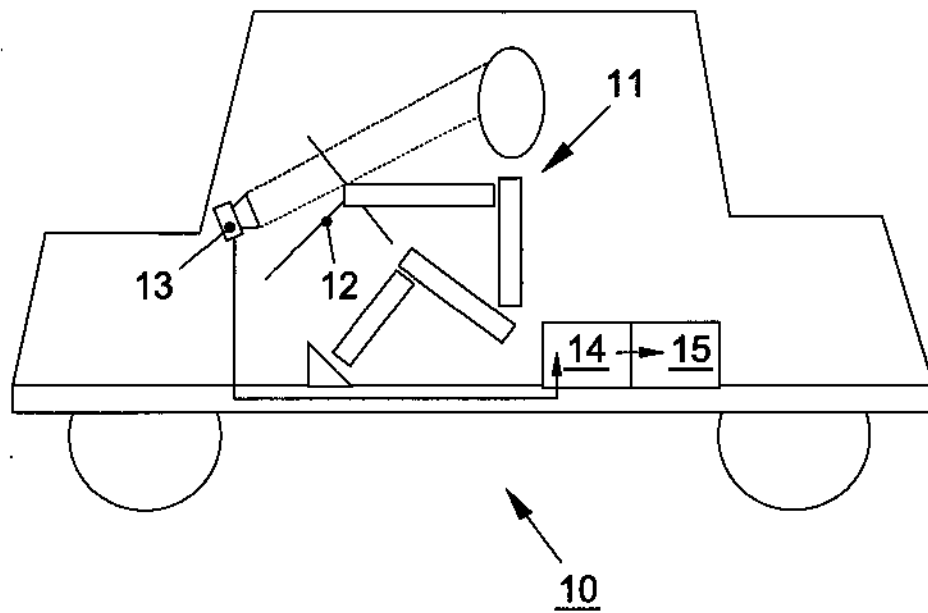


FIG. 1