



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 016 716 A1** 2007.10.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 016 716.3**

(22) Anmeldetag: **08.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **11.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G09B 9/052** (2006.01)

(71) Anmelder:
Universität Tübingen, 72074 Tübingen, DE

(72) Erfinder:
**Rosenstiel, Wolfgang, Prof., 72119 Ammerbuch,
DE; Schröder, Michael, 12059 Berlin, DE; Bogdan,
Martin, 72224 Ebhausen, DE; Bensch, Michael,
72076 Tübingen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

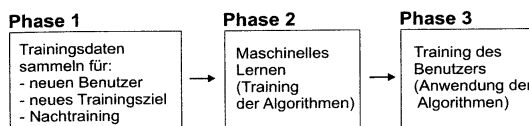
DE 101 52 852 A1
US2003/01 49 344 A1
US 56 94 939 A
WO 99/41 654 A1
WO 98/44 840 A1
WO 00/32 089 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Feedbacktraining im Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung "Biofeedbacktraining im Fahrzeug" erlaubt es einem Benutzer, während der Fahrt ein Trainingsprogramm zur Reduktion des Stresslevels oder zur Steigerung der Aufmerksamkeit durchzuführen. Dieses Training beruht auf der computergestützten Auswertung von sowohl physiologischen als auch fahrzeuginternen Datenquellen, welche durch lernende Algorithmen kombiniert werden. Das Training ermöglicht nicht nur eine Reduktion des Unfallrisikos, sondern auch noch Kosteneinsparungen durch verbrauchs- und verschleißarme Fahrweise und die Verbesserung des Wohlbefindens des Nutzers.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Fahrzeugtechnik. Sie betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur technischen Unterstützung des Erlernens eines wachen, entspannten, risikoarmen Fahrstils, basierend auf physiologischen Messdaten und Fahrzeugmessdaten mit den Zielen: 1. Senkung des Unfallrisikos; 2. Kostenreduktion durch verbrauchs- und verschleißarmes Fahren; 3. Steigerung des Wohlempfindens von Fahrzeugführer und Mitfahrer.

[0002] Es sind bislang keine Verfahren oder Vorrichtungen bekannt, bei welchen die beschriebenen Ziele im Fahrzeug oder einem anderen Beförderungsmittel erreicht sind. In Fahrzeugen gibt es eine Vielzahl von Bemühungen, eine Senkung des Unfallrisikos auf rein technischem Wege zu erzielen. Beispiele hierfür sind etwa der Bremsassistent, das Stabilitätsprogramm, die Abstandssensoren usw. im PKW. Auf den Gebieten außerhalb von Fahrzeugtechnik wird Feedbacktraining zur Stressreduktion (WO 09844840 A1, WO 09941654 A1), zum physischen Training von Leistungssportlern (WO 00032089 A1), zur Bekämpfung von Reisekrankheit (US 5694939) oder zur Verbesserung der Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit bei Schülern (US 0230459 A1) vorgeschlagen. Diese Methoden beruhen auf der einfachen Rückmeldung von gemessenen physiologischen Variablen wie EMG, EEG, Hautleitfähigkeit, Herzrate, usw. Bei diesen Anwendungen kommen Algorithmen des maschinellen Lernens nicht zum Einsatz. Auf anderen Gebieten werden lernende Algorithmen allerdings für eine Vielzahl von Datenanalyseproblemen online und offline verwendet (Tom M. Mitchell (1997): Machine Learning, McGraw Hill, ISBN 0071154671). Für Biofeedback-Systeme und Brain-Computer Interface Systeme können sie zum Training (Adaptierung) eines Datenanalyse-Systems eingesetzt werden, welches individuell für jeden Benutzer lernen muss, dessen physiologischen Signale (z.B. EEG) zu klassifizieren.

[0003] Keines der oben beschriebenen auf Feedbacktraining basierenden Verfahren findet Anwendung im Fahrzeug für Fahrzeuginsassen. Dabei ist weder Biofeedbacktraining basierend nur auf den physiologischen Messdaten eines Fahrzeuginsassen im Fahrzeug, noch auf einer Kombination dieser Daten mit Fahrzeugmessdaten (etwa aus dem CAN-Bus eines PKW) für eine online-Anwendung wie Biofeedbacktraining bekannt. Das bislang einzige bekannte Fahrertraining während der Fahrt wird nur in Form eines menschlichen Trainers ausgeführt, nicht aber durch ein sich automatisch auf die Tagesform und spezifische physiologische Signale des Benutzers einstellendes automatisiertes Trainingssystem. Alle bislang bekannten Feedbacktrainingssysteme außerhalb des Fahrzeugs nutzen keine lern-

den Algorithmen, welche für die automatisierte Adaption des Trainingssystems auf verschiedene Benutzer und Tagesformen notwendig sind. Notwendige Adaptionen werden bislang nur durch einen menschlichen Trainer ausgeführt.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermöglichung der Selbstkontrolle des Stress- und Aufmerksamkeitsniveaus von Fahrzeuginsassen während der Fahrtzeit durch ein zuschaltbares Trainingsprogramm, Kontrolle und Rückmeldung des Trainingserfolgs bereit zu stellen. Dadurch soll dem Fahrzeugführer ermöglicht werden, einen risikoarmen und entspannten Fahrstil während des Fahrens zu lernen. Auf Wunsch sollen auch die Rückmeldung des Zustands (Müdigkeit, Stresslevel usw.) des Fahrzeugführers an weitere Insassen bzw. die Rückmeldung der Zustände von weiteren Insassen an den Fahrer ermöglicht werden.

[0005] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch die Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 35 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens und der Vorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 34 bzw. 36 bis 54 dargestellt. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird hiermit durch Bezugnahme zum Inhalt dieser Beschreibung gemacht.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, welches die folgenden Punkte umfasst:

1. Erfassung verschiedener physiologischer Daten des zu trainierenden Fahrzeugnutzers und die gleichzeitige Erfassung von Fahrzeugdaten während der Fahrt.
2. Kombination beider Arten von Datenquellen nach Vorverarbeitung mit Algorithmen der Signalverarbeitung zu einem hochdimensionalen Nutzsignal.
3. Ständige Einspeisung der gemessenen Nutzsignale in ein Computersystem, welches durch lernende Algorithmen die Unterscheidung zwischen wünschenswerten (d.h. stress- und risikoarmen) und nicht wünschenswerten Zuständen des zu trainierenden Insassen und des Fahrzeugs treffen kann.
4. Nutzung des trainierten Computersystems für ein zuschaltbares Trainingsprogramm für den Fahrzeuginsassen während der Fahrtzeit.
5. Unaufdringliche Rückmeldung (visuell, auditiv, haptisch, olfaktorisch) des Zustands während des Trainings. Nutzung der Rückmeldung zur positiven Verstärkung gewünschter Zustände (etwa in Form von Belohnungen, individuell einstellbare angenehme Formen der Rückmeldung).
6. Automatische Adaption des Trainingssystems auf verschiedene Benutzer durch lernende Algorithmen.

7. Training mit dem Ziel der Stressreduktion, gesteigerter Aufmerksamkeit für Fahrzeugführer, ohne den Fahrzeugführer von seinen Aufgaben abzulenken.

[0007] Die Punkte 2 bis 4 werden in [Abb. 1](#) als Phase 1, 2 und 3 bezeichnet. Das erfindungsgemäße Verfahren verwendet somit das Training des Fahrzeugbenutzers, basierend auf dem Feedback-Prinzip. Das Feedbacktraining hat eine Verstärkung oder ein häufigeres Auftreten eines erwünschten Verhaltens zum Ziel. Das wird dadurch erreicht, dass dem Benutzer eine Rückmeldung über sein Verhalten (oder dessen Auswirkung) geliefert wird. Dies hilft dem Benutzer, ein möglicherweise unbedachtes oder unbewusst gezeigtes Verhalten zu realisieren und zu ändern. Um die Verhaltensänderung zu unterstützen, erfolgt vom System eine Rückmeldung in Form einer kurzen positiven Verstärkung, wann immer das erwünschte Verhalten vom System erkannt wird. Dies kann etwa durch eine Belohnung in Form eines Lobs durch eine angenehme Stimme via Bordcomputer sein, eine Lieblingsmelodie im Radio, eine angenehme Massage durch den Sitz, eine kleine Bonusprämie für Berufskraftfahrer usw. Die Form der Belohnung sollte individuell unterschiedlich festgelegt werden, um individuelle Präferenzen zu berücksichtigen und um eine optimale Wirkung zu erzielen. Handelt es sich bei den gewünschten Zuständen nicht um willentlich erzeugbares oder beeinflussbares Verhalten, wird am Anfang des Trainings meist nur dann eine Belohnung erfolgen, wenn die zu trainierende Person zufällig das gewünschte Verhalten zeigt. Selbst in diesem Falle aber lernt die Person im Laufe des Trainings (oft unbewusst), das erwünschte Verhalten verstärkt zu zeigen.

[0008] Besonders bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein so genanntes Biofeedbacktraining eingesetzt. Unter dem Biofeedbacktraining wird hier und im Folgenden ein Feedbacktraining verstanden, bei welchem physiologische Daten des Benutzers erhoben und zur Berechnung der Rückmeldung ausgewertet werden. Auf diese Weise werden nicht nur Verhaltensweisen des Benutzers trainiert, sondern auch für ein sicheres Fahren optimale körperliche Zustände (z.B. erhöhte Aufmerksamkeit, Muskelentspannung, normaler Blutdruck usw.), die oft nicht bewusst zugänglich sind, erreicht. Solche physiologischen Daten können erfindungsgemäß entweder einzeln, gebündelt oder zusammen mit den Daten aus anderen Datenquellen ausgewertet werden.

[0009] Geistige und körperliche Zustände wie Stress oder Entspannung, Aufmerksamkeit oder Müdigkeit, die im Rahmen dieses Verfahrens interessant sind, spiegeln sich sowohl in elektrischer neuronaler Aktivität des Gehirns wieder, als auch in anderen Körperbereichen wie dem motorischen Apparat oder

dem Hormonspiegel, die vom Gehirn direkt oder indirekt gesteuert werden. Information über jene geistige und körperliche Zustände lassen sich nun ebenso entweder direkt durch die Messung der elektrischen Aktivität des Gehirns erfassen, oder indirekt durch das Messen verschiedener motorischer Aktivitäten (z.B. Atemfrequenz, Herzpuls, Augenbewegungen, Blinzeln, ausgeführte Lenkbewegungen, Muskelanspannung und Muskeltonus im Kiefer oder Nackenbereich) oder durch Messungen von Hauteigenschaften (Leitfähigkeit, Schweißproduktion, Durchblutung).

[0010] Als Messmethoden kommen je nach physiologischer Größe etwa das Elektroenzephalogramm (EEG), das Elektrokardiogramm (EKG), Elektrookulogramm (EOG), Elektromyogramm (EMG), Temperaturfühler, Hautleitwertelektroden, Kamera mit Augenverfolgung/Pupillengrößenerkennung, Kameraswärmebild oder Laserabstandsmessung für Atembewegungen in Frage, um nur einige zu nennen. Selbstverständlich müssen die in Frage kommenden Messmethoden so angewendet werden, dass sich der Fahrzeugnutzer nicht in seiner Bewegungsfreiheit eingeschränkt oder in sonstiger Weise durch die Sensoren gestört fühlt. Für die Akzeptanz ist zudem eine unauffällige Anwendungsweise von Vorteil – etwa durch die Bevorzugung von Sensoren, welche berührungsfrei arbeiten können, oder durch den geschickten Einbau von Berührungssensoren in häufig berührte Elemente der Fahrzeugsteuerung (Lenkrad, Schaltknüppel), den Nackenbereich des Sitzes oder in einen Hut, von wo aus die gemessenen Daten per Funkverbindung oder Kabel an das Biofeedbacksystem weitergereicht werden. Die Messung der physiologischen Daten erfolgt in analoger Form, und für die meisten Datenquellen ist vor der Digitalisierung eine Verstärkung (etwa auf TTL-Niveau) notwendig.

[0011] Neben den physiologischen Datenquellen können erfindungsgemäß auch noch Fahrzeugdaten herangezogen werden, welche Hinweise auf das Verhalten des Benutzers in Relation zur Verkehrs- und Straßenlage geben können. Dazu gehören insbesondere Daten, welche Informationen über den Fahrstil des Nutzers (im Falle des Fahrers als Trainingsperson) geben können. Die Fahrzeugdaten können aus dem Datenbus des Fahrzeugs direkt in elektronischer Form entnommen werden und können etwa Motordrehzahl, Kraftstoffverbrauch, Geschwindigkeit, Erschütterungen, Qualität des Fahrbelags, Abstand zu anderen Fahrzeugen (bei PKW oder LKW), Häufigkeit und Intensität von auftretenden Lastwechseln und sich zuschaltenden technischen Sicherungen (etwa ESP oder Bremsassistent im PKW), Häufigkeit und Intensität von Benutzereingaben wie Lenkbewegungen, Bremsungen, Wechsel zwischen Bremsungen und Beschleunigungen, usw. umfassen.

[0012] Die Auswertung der Eingabedaten und die Berechnung der optimalen Ausgabedaten für den Nutzer erfolgen erfindungsgemäß mittels der lernenden Algorithmen. Diese sind Algorithmen des maschinellen Lernens wie etwa Support Vektor Maschinen, künstliche neuronale Netze, Gauß-Prozesse oder viele andere, die zur Lösung von Klassifikations- oder Regressionsaufgaben verwendet werden, und sind Stand der Technik. Die Verwendung von anderen Algorithmen, wie z.B. Clustermethoden, sind denkbar. Diese Algorithmen lernen in einer so genannten Trainingsphase die Abbildungsfunktion f des Eingabedatenraums X auf den Raum der gesuchten Lösungen Y . Die Eingabedaten sind oft hochdimensional und die Lösungen je nach Aufgabe entweder Klassenbezeichnungen (im Fall der Klassifikationsaufgaben) oder kontinuierliche Werte (im Fall der Regressionsaufgaben).

[0013] Um die Abbildungsfunktion f zu lernen, werden den Algorithmen in der Trainingsphase Beispielpaare aus X und Y präsentiert. Eine gut gelernte Abbildungsfunktion kann zu neuen Eingabedaten aus X die zugehörigen Lösungen aus Y berechnen. Sie lernt dabei nicht nur die Trainingsdaten auswendig, sondern ist in der Lage, zu generalisieren. Ändert sich die Abbildungsfunktion f im Laufe der Zeit (etwa bei nichtstationären Daten), so muss f gegebenenfalls durch Nachtraining adaptiert werden.

[0014] In einem Computer werden die digitalisierten physiologischen und die aus dem Datenbus des Fahrzeugs entnommenen Daten zusammengeführt. Sie liegen dort in Form von Zeitreihen vor. Im Computersystem erfolgt nun zuerst die Vorverarbeitung der Daten. Dies umfasst je nach Notwendigkeit die Anwendung von Standardmethoden der Signalverarbeitung zur Behandlung von Messfehlern und Ausreißern, zur Behandlung fehlender Werte, zur Standardisierung der verschiedenen Datenarten auf gleichartige Intensitätsbereiche usw.

[0015] Zwar enthalten die Zeitreihendaten Information über den geistigen und körperlichen Zustand des Benutzers, allerdings ist diese ursprüngliche Form der Darstellung meist weder für einen menschlichen Fachmann noch für ein Computersystem dazu geeignet, um diesen Zustand zu erkennen. Daher müssen in einem folgenden Schritt ständig einige höherwertige Merkmale aus den Zeitreihendaten berechnet werden, welche die Zustandserkennung vereinfachen. Dies können etwa Frequenzmerkmale (Spektrogramm) der Zeitreihen, wie sie gerne für die Analyse von EEG-Daten verwendet werden, Histogramme und Häufigkeiten (etwa für die Herzrate), Verteilungen und deren Eigenschaften, zeitliche Ableitungen und Trends über ein geeignetes Intervall der Zeitreihe o.ä. sein. Die Berechnung solcher Merkmale ist zwar rechenintensiv, aber mit derzeit verfügbaren Computern problemlos in Echtzeit zu bewerkstelligen.

gen.

[0016] Zur Unterscheidung zwischen erwünschten und unerwünschten Zuständen muss das Erkennungssystem individuell trainiert werden. Zwar sind einige Merkmale bekannt, welche im Zusammenhang mit körperlicher Anspannung (etwa hohe Herzrate, kalte Hände, hoher Muskeltonus usw.) auftreten, wie auch Merkmale, welche als gute Indikatoren für den Stress- oder Aufmerksamkeitslevel bekannt sind (etwa Unterschiede der EEG-Aktivität im alpha-Frequenzband). Allerdings können die gemessenen Werte individuell sehr unterschiedlich ausfallen. Dies gilt in etwas geringerem Maße auch für Fahrzeugmessdaten wie den Kraftstoffverbrauch. Daher ist das Erkennungssystem individuell für jeden Benutzer und für verschiedene Ziele eines Benutzers neu zu trainieren.

[0017] Um die computergestützte Erkennung des Zustands zu realisieren, muss das Computersystem an die individuellen Merkmale eines Benutzers angepasst werden. Dies wird durch den Einsatz von Algorithmen des maschinellen Lernens realisiert. Die für das Training der Algorithmen notwendigen Beispielmessungen werden in einer einführenden Phase vom System durchgeführt, wobei der Benutzer nichts weiter zu tun hat, als während des Fahrens auf gelegentliche Anfragen des Systems hin seinen Zustand in vorab vereinbarten Kategorien z.B. verbal zu definieren (etwa „gestresst“, „entspannt“, „normal“, „müde“ usw.). Das Spracherkennungssystem des Bordcomputers wandelt diese Zustandseinschätzungen dann in sog. Klassenlabels (Y) um, assoziiert sie mit den zuletzt gemessenen Datenwerten (X) und stellt sie für das Training des Algorithmus zur Verfügung. Der fertig trainierte Algorithmus realisiert nun die Funktion f , welche die gemessenen physiologischen und Fahrzeugdaten auf einen der zu erkennenden geistigen und körperlichen Zustände abbildet.

[0018] Natürlich kann sich die letztendlich im Feedbacksystem verwendete Rückmeldung auch aus einer Kombination aus individuell gelernter Funktion und (z.B. vom Betreiber einer Fahrzeugflotte) festgelegten Funktion zusammengesetzt sein, um bestimmte Vorgaben, wie etwa sparsamen Kraftstoffverbrauch, stärker zu berücksichtigen.

[0019] Nun ist das System in der Lage, dem Benutzer in einem Feedbacktrainingsmodus eine Rückmeldung über seinen Zustand zu geben, gewünschte Zustände zu belohnen usw. Das Benutzertraining soll erfindungsgemäß als zuschaltbare Einheit funktionieren, welche in das Fahrzeug integriert ist. Die Zu- und Abschaltung kann etwa sprachgesteuert über den Bordcomputer des Fahrzeugs erfolgen.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren kann außer im Bereich Fahrzeug (PKW, LKW, Motorrad)

auch in anderen Beförderungsmitteln wie Flugzeug, Schiff, Zug usw. Anwendung finden.

[0021] Im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Methoden weist das erfindungsgemäße Verfahren eine einzigartige Verbindung von Fahrzeugtechnik und Biofeedbacktraining sowie eine Kombination von Fahrzeugmessdaten und physiologischen Messdaten auf Grundlage von lernenden Algorithmen auf, und erlaubt somit eine Individualisierung der Lösung für verschiedene Nutzer. Auf diese Weise werden wesentliche Vorteile gegenüber den bekannten Verfahren und Systemen erzielt, die insbesondere in der Verminderung des Unfallrisikos, Kostenreduktion, (vorteilhaft insbesondere beim Betrieb von Fahrzeugflotten), Steigerung des Wohlbefindens der Insassen, sowie in der sinnvollen Nutzung der Fahrzeit (entspanntes Ankommen am Zielort) liegen.

Ausführungsbeispiele

[0022] Im Folgenden werden zwei mögliche Konfigurationen des Verfahrens beschrieben. **Abb. 2** stellt ein Ausführungsbeispiel der Phasen 1 und 2 (Trainingsdaten sammeln und Training der Algorithmen) des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung dar. Die physiologischen Daten des Fahrers (8) werden mittels einer oder mehrerer der o.g. Messmethoden erfasst und über 16 Kanäle (9) an die Vorrichtung zum Feedbacktraining im Fahrzeug (7) weitergeleitet, wonach das Signal verstärkt (12) und digitalisiert (13) wird. Sensoren (25, 26) messen. Fahrzeugdaten auf 16 Kanälen, welche über den Datenbus (18) des Fahrzeugs (17) in elektronischer Form weitergeleitet werden (19) an die Vorrichtung zum Feedbacktraining im Fahrzeug (7). Physiologische Daten und Fahrzeugdaten werden daraufhin separat gefiltert (14, 20) um festgelegte Frequenzbänder oder Mittelwerte zu extrahieren. Die darauffolgenden Algorithmen (15, 21) enthalten mehrere Vorverarbeitungsschritte wie etwa Ausreißerentfernung, Skalierung und Merkmalsextraktion. Die Ausgabe dieser Algorithmen besteht hier aus Signalen mit je 16 Kanälen (16, 22), die in einem Multiplexer (23) zusammengeführt werden.

[0023] Auf gelegentliche Anfragen des Systems definiert der Benutzer (8) in vorab vereinbarten Kategorien verbal seinen Zustand (2), z.B. „müde“. Das Spracherkennungssystem des Bordcomputers (1) nimmt die verbale Antwort über ein Mikrophon auf (3) und führt nach geeigneter Filterung (4) eine Worterkennung (5) durch, um die intendierte Kategorie festzustellen. Über eine Schnittstelle (6) wird die Kategorie an die erfindungsgemäße Vorrichtung (7) weitergeleitet, welche die Kategorie in ein Klassenlabel umwandelt (10) und synchronisiert an den Multiplexer (23) übergibt. Das Gesamtsignal (33 Kanäle) wird an den Trainingsalgorithmus (24) geleitet. Dieser er-

zeugt zu vordefinierten Zeitpunkten jeweils ein Beispielpaar (X, Y) aus dem Gesamtsignal und approximiert schrittweise mit maschinellen Lernverfahren die Funktion f. Die Funktion f sowohl als auch Zusatzinformationen zum Training (Benutzernamen, Trainingsziel, Datum des Nachtrainings) werden auf einem nichtflüchtigen Speicher (27) gesammelt.

[0024] **Abb. 3** stellt ein Ausführungsbeispiel der Phase 3 (Training des Benutzers) des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung dar, bei dem das Trainingsziel die Beruhigung des Fahrers ist. Die physiologischen Daten des Fahrers (8) werden mittels einer oder mehrerer der o.g. Messmethoden erfasst und über 16 Kanäle (9) an die Vorrichtung zum Feedbacktraining im Fahrzeug (7) weitergeleitet, wonach das Signal verstärkt (12) und digitalisiert (13) wird. Sensoren (25, 26) messen Fahrzeugdaten auf 16 Kanälen, welche über den Datenbus (18) des Fahrzeugs (17) in elektronischer Form weitergeleitet werden (19) an die Vorrichtung zum Feedbacktraining im Fahrzeug (7). Physiologische Daten und Fahrzeugdaten werden daraufhin separat gefiltert (14, 20) um festgelegte Frequenzbänder oder Mittelwerte zu extrahieren. Die darauffolgenden Algorithmen (15, 21) enthalten mehrere Vorverarbeitungsschritte wie etwa Ausreißerentfernung, Skalierung und Merkmalsextraktion. Die Ausgabe dieser Algorithmen besteht hier aus Signalen mit je 16 Kanälen (16, 22), die in einem Multiplexer (23) zusammengeführt werden.

[0025] Das Gesamtsignal (32 Kanäle) wird an den Klassifikationsalgorithmus (24) geleitet, der anhand der Daten X und der zuvor erlernten Funktion f (27) den Zustand Y des Fahrers erkennt. Ist der Zustand des Fahrers „ruhig“, entscheidet der Algorithmus (24) nach zuvor festgelegten Einstellungen über ein Feedback für den Fahrer. Gegebenenfalls wird ein Signal an das Audiosystem (1) gesendet, welches eine zuvor gespeicherte Melodie oder ein verbales Lob abrufen (29) und über einen Lautsprecher (28) ausgibt, um den Fahrer (8) über das Feedback (2) zu belohnen. Ist der Zustand des Fahrers nicht „ruhig“, entscheidet der Algorithmus (24) nach zuvor festgelegten Einstellungen über ein Feedback für den Fahrer. Gegebenenfalls wird ein Signal an das Audiosystem (1) gesendet, welches eine zuvor gespeicherte Melodie oder eine verbale Trainingsanweisung abrufen (29) und über einen Lautsprecher (28) ausgibt, um den Fahrer (8) über das Feedback (2) zu benachrichtigen, dass er sich noch nicht im gewünschten Zustand befindet.

[0026] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr sind viele Abwandlungen möglich, die durch Fachleute erzielbar sind, und damit im Bereich dieser Erfindung eingeschlossen sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Training einer Person in einem Beförderungsmittel zu Zwecken der Reduktion des Unfallrisikos, Entspannung und Stressreduktion der zu trainierenden Person, **dadurch gekennzeichnet**, dass

a. die zu trainierende Person eine Rückmeldung über ihren körperlichen und/oder geistigen Zustand, ihr Verhalten und/oder dessen Auswirkung erhält, und
b. zur Berechnung der Rückmeldung Daten aus mindestens einer Datenquelle mittels Algorithmen des maschinellen Lernens in einem Computer-basierten Feedbacksystem erhoben und/oder ausgewertet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Training eine Verstärkung und/oder ein häufigeres Auftreten eines erwünschten Verhaltens, bzw. eine Reduktion und/oder ein selteneres Auftreten des unerwünschten Verhaltens der zu trainierenden Person zum Ziel hat.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zu trainierenden Person eine Rückmeldung in Form einer positiven Verstärkung geliefert wird, wenn das erwünschte Verhalten erzielt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Form der Rückmeldung individuell festgelegt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zu trainierenden Person eine Rückmeldung in Form eines Lobs via Bordcomputer, einer Lieblingsmelodie, einer Massage durch den Sitz o. a. gegeben wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Berechnung der Rückmeldung physiologische Daten der zu trainierenden Person und/oder technische Daten des Beförderungsmittels erhoben und ausgewertet werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Training die zu trainierende Person optimale körperliche Zustände, wie z.B. erhöhte Aufmerksamkeit, Muskelentspannung, normaler Blutdruck o. a., erreichen kann.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass physiologische Daten der zu trainierenden Person durch die Messung der elektrischen Aktivität des Gehirns erhoben werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass physiologische Daten der zu trainierenden Person durch die Messung motorischer Aktivitäten, wie Atemfrequenz, Herzpuls, Augenbewegungen, Blinzeln, ausgeführte Lenkbewegungen, Muskelanspannung, Muskeltonus im Kiefer oder Nackenbereich o. a., erhoben werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass physiologische Daten der zu trainierenden Person durch die Messungen von Hauteigenschaften, wie z.B. Leitfähigkeit, Schweißproduktion, Durchblutung o. a., erhoben werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erhebung physiologischer Daten Elektroenzephalogramm (EEG), Elektrokardiogramm (EKG), Elektrookulogramm (EOG), Elektromyogramm (EMG), Temperaturfühler, Hautleitwertelektroden, Kamera mit Augenverfolgung/Pupillengrößenerkennung, Kamerawärmbild oder Laserabstandsmessung für Atembewegungen o. a. verwendet werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erhebung physiologischer Daten berührungsfrei funktionierende Sensoren verwendet werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erhebung physiologischer Daten Berührungssensoren an häufig berührten Elementen der Beförderungsmittels, wie z.B. Lenkrad, Schaltknüppel o. a., verwendet werden.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erhebung physiologischer Daten Sensoren im Nackenbereich des Sitzes, in einem Hut, einem Brustgurt, Armband o. a. eingesetzt werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gemessenen physiologischen Daten per Funkverbindung und/oder per Kabel an das Biofeedbacksystem geleitet werden.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erhobenen physiologischen Daten für die weitere Auswertung im Biofeedbacksystem digitalisiert werden.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gemessenen physiologischen Daten vor der Digitalisierung verstärkt werden.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Be-

rechnung der Rückmeldung technische Daten des Beförderungsmittels erhoben und ausgewertet werden, die Hinweise auf das Verhalten der zu trainierenden Person in Relation zur Verkehrs- und/oder Straßenlage geben können.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Berechnung der Rückmeldung notwendigen technischen Daten direkt in elektronischer Form aus dem Datenbus des Beförderungsmittels entnommen werden.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Berechnung der Rückmeldung erhobenen technischen Daten Motordrehzahl, Kraftstoffverbrauch, Geschwindigkeit, Erschütterungen, Qualität des Fahrbelags, Abstand zu anderen Beförderungsmitteln, Häufigkeit und Intensität von auftretenden Lastwechseln und sich zuschaltenden technischen Sicherungen, wie z.B. ESP oder Bremsassistent, Häufigkeit und Intensität von Benutzereingaben wie Lenkbewegungen, Bremsungen, Wechsel zwischen Bremsungen und Beschleunigungen, o. a. umfassen können.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Algorithmen des maschinellen Lernens Support Vektor Maschinen, künstliche neuronale Netze, Gauß-Prozesse, Clusterungsaufgaben, Algorithmen zur Lösung von Klassifikations- oder Regressionsaufgaben o. a. sind.

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingabedaten für die Algorithmen des maschinellen Lernens hochdimensional sind.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gesuchten Lösungen Klassenbezeichnungen und/oder kontinuierliche Werte sind.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbildungsfunktion nach Bedarf durch ein Nachtraining adaptiert werden kann.

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Berechnung der Rückmeldung erhobenen physiologischen Daten der zu trainierenden Person und/oder technischen Daten des Beförderungsmittels zur Weiterverarbeitung in Form von Zeitreihendaten vorliegen.

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Zeitreihendaten höherwertige Merkmale berechnet

werden, insbesondere Frequenzmerkmale (Spektrogramm) der Zeitreihen, Histogramme, Häufigkeiten, Verteilungen und deren Eigenschaften, zeitliche Ableitungen und Trends über ein geeignetes Intervall der Zeitreihe o. a.

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Unterscheidung zwischen erwünschtem und unerwünschtem Verhalten der zu trainierenden Person das Computer-basierte Feedbacksystem individuell trainiert wird.

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Computer-basierte Feedbacksystem an die individuellen Merkmale der zu trainierenden Person angepasst wird.

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassung des Computer-basierten Feedbacksystems an die individuellen Merkmale der zu trainierenden Person über eine Spracherkennung erfolgt.

30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die an die zu trainierende Person zu gebende Rückmeldung aus einer individuell gelernten und einer festgelegten Abbildungsfunktion zusammengesetzt wird.

31. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Computer-basierte Feedbacksystem eine in das Beförderungsmittel integrierte Einheit darstellt.

32. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Computer-basierte Feedbacksystem eine zuschaltbare Einheit darstellt.

33. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zu- und die Abschaltung des Computer-basierten Feedbacksystems sprachgesteuert erfolgt.

34. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Beförderungsmittel ein Fahrzeug, insbesondere ein PKW, LKW oder Motorrad, ein Flugzeug, ein Schiff, ein Zug, o. a. ist.

35. Vorrichtung zum Training einer Person in einem Beförderungsmittel zu Zwecken der Reduktion des Unfallrisikos, Entspannung und Stressreduktion der zu trainierenden Person, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Computer-basierte Feedbackeinheit umfasst, die mittels Algorithmen des maschinellen Lernens Daten aus mindestens einer Datenquelle erheben und auswerten und der zu trainierenden

Person eine Rückmeldung über ihren körperlichen und/oder geistigen Zustand, ihr Verhalten und/oder dessen Auswirkung geben kann.

36. Vorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur Spracherkennung enthält.

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur akustischen Wiedergabe enthält.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur Messung physiologischer Daten der zu trainierenden Person enthält.

39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur Messung elektrischer Aktivität des Gehirns enthält.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur Messung motorischer Aktivitäten, wie Atemfrequenz, Herzpuls, Augenbewegungen, Blinzeln, ausgeführte Lenkbewegungen, Muskelanspannung, Muskeltonus im Kiefer oder Nackenbereich o. a., enthält.

41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur Messung von Hauteigenschaften, wie z.B. Leitfähigkeit, Schweißproduktion, Durchblutung o. a., enthält.

42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur Messung von Elektroenzephalogramm (EEG), Elektrokardiogramm (EKG), Elektrokulogramm (EOG), Elektromyogramm (EMG), Temperaturfühler, Hautleitwertelektroden, Kamera mit Augenverfolgung/Pupillengrößenerkennung, Kamerawärmbild oder Laserabstandsmessung für Atembewegungen o. a. enthält.

43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass sie berührungsfrei funktionierende Sensoren enthält.

44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass sie Berührungssensoren an häufig berührten Elementen der Beförderungsmittels, wie z.B. Lenkrad, Schaltknüppel o. a., enthält.

45. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass sie Sensoren im Nackenbereich des Sitzes, in einem Hut, einem Brustgurt, Armband o. a. enthält.

46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur

Übertragung der gemessenen physiologischen Daten per Funkverbindung und/oder per Kabel an die Computer-basierte Biofeedbackeinheit enthält.

47. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zu Digitalisierung der erhobenen physiologischen Daten enthält.

48. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 48, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zur Erhebung technischer Daten des Beförderungsmittels enthält.

49. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 49, dadurch gekennzeichnet, dass sie die technischen Daten des Beförderungsmittels direkt in elektronischer Form aus dem Datenbus des Beförderungsmittels entnehmen kann.

50. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 50, dadurch gekennzeichnet, dass sie Mittel zu Erhebung von Motordrehzahl, Kraftstoffverbrauch, Geschwindigkeit, Erschütterungen, Qualität des Fahrbelags, Abstand zu anderen Beförderungsmitteln, Häufigkeit und Intensität von auftretenden Lastwechseln und sich zuschaltenden technischen Sicherungen, wie z.B. ESP oder Bremsassistent, Häufigkeit und Intensität von Benutzereingaben wie Lenkbewegungen, Bremsungen, Wechsel zwischen Bremsungen und Beschleunigungen, o. a. enthält.

51. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 51, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine in das Beförderungsmittel integrierte Einheit darstellt.

52. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 52, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine zuschaltbare Einheit darstellt.

53. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 53, dadurch gekennzeichnet, dass ihre Zu- und die Abschaltung sprachgesteuert erfolgt.

54. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 54, dadurch gekennzeichnet, dass das Beförderungsmittel ein Fahrzeug, insbesondere ein PKW, LKW oder Motorrad, ein Flugzeug, ein Schiff, ein Zug, o. a. ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

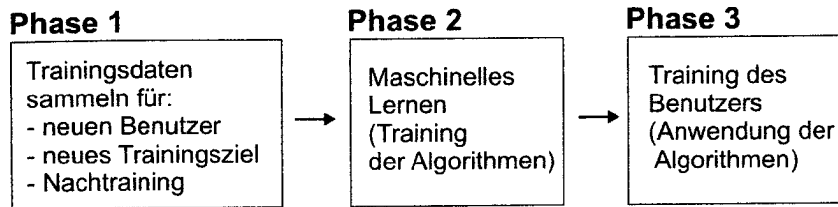


Abb. 1

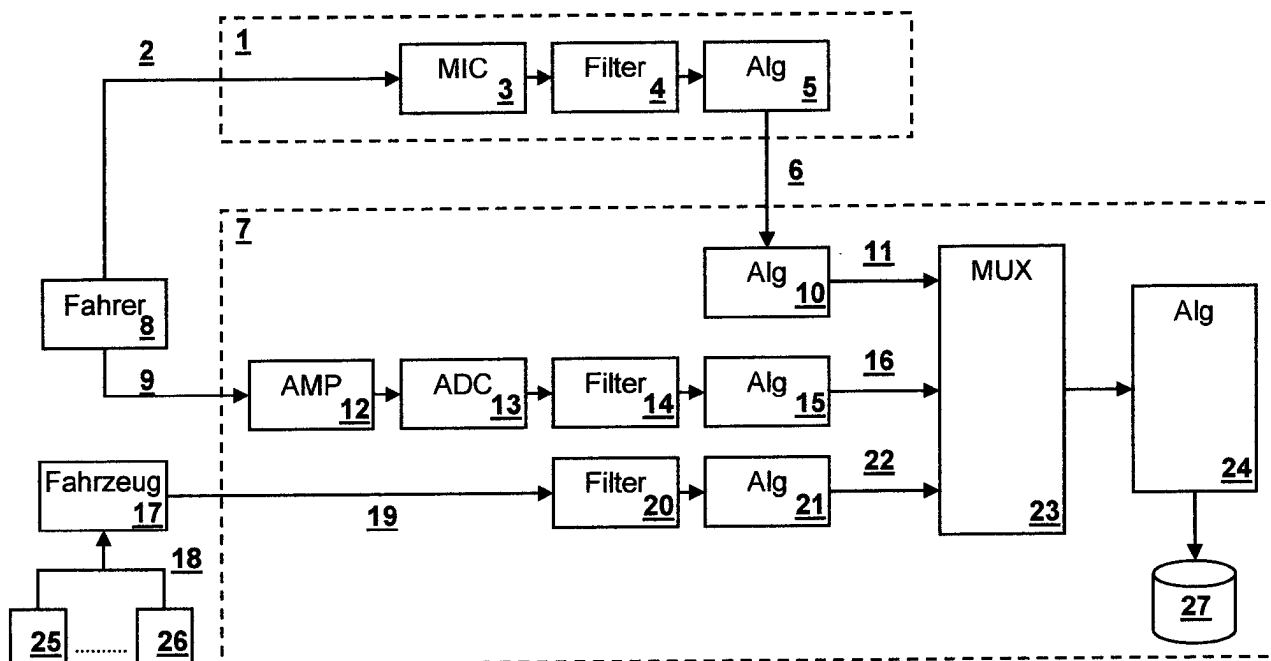


Abb. 2

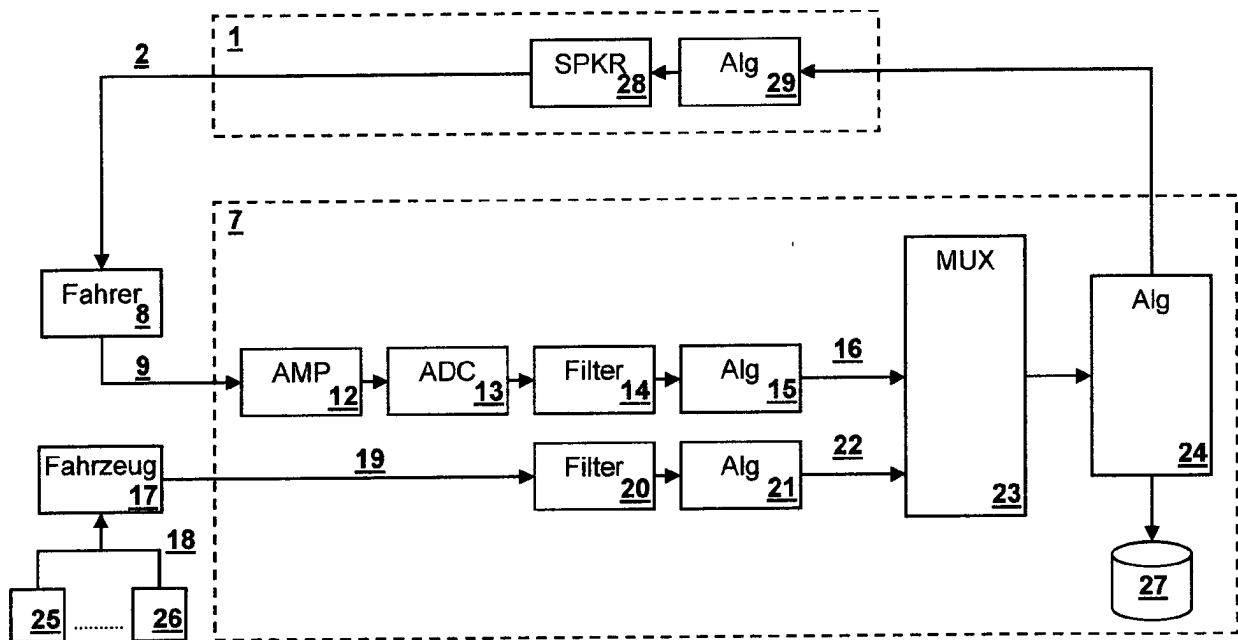


Abb. 3