



(10) **DE 10 2015 211 444 A1** 2016.12.22

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 211 444.9**
(22) Anmeldetag: **22.06.2015**
(43) Offenlegungstag: **22.12.2016**

(51) Int Cl.: **A61B 5/18 (2006.01)**
A61B 3/113 (2006.01)
G08B 21/06 (2006.01)

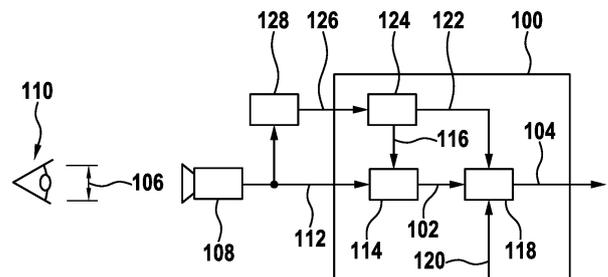
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Wulf, Felix, 71636 Ludwigsburg, DE;
Vandommele, Tjark, 64295 Darmstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Unterscheiden von Blinzelereignissen und Instrumentenblicken unter Verwendung einer Augenöffnungsweite**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren (500) zum Unterscheiden von Blinzelereignissen (102) und Instrumentenblicken (104) unter Verwendung einer Augenöffnungsweite (106). Die Augenöffnungsweite (106) repräsentiert einen aktuell erfassten Abstand zwischen den Augenlidern eines Auges (110). In einem Schritt (502) des Ermitteln wird ein Blinzelereignis (102) unter Verwendung zumindest eines Blinzelgrenzwerts (116) ermittelt. Dabei wird das Blinzelereignis (102) ermittelt, wenn ein, einen Wert der Augenöffnungsweite (106) abbildender Öffnungsweitenwert (112) kleiner ist, als der Blinzelgrenzwert (116). In einem Schritt (504) des Bestimmen wird ein Instrumentenblick (104) unter Verwendung einer Maximalblinzeldauer (120) bestimmt. Dabei wird der Instrumentenblick (104) bestimmt, wenn das erkannte Blinzelereignis (102) länger als die Maximalblinzeldauer (120) erkannt wird. Die Schritte (502, 504) des Verfahrens können erneut ausgeführt werden, wenn nachfolgend auf das Bestimmen (504) des Instrumentenblicks (104) der Öffnungsweitenwert (112) größer als ein Öffnungsgrenzwert (122) ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung oder einem Verfahren nach Gattung der unabhängigen Ansprüche. Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Computerprogramm.

[0002] Schläfrigkeit und Sekundenschlaf am Steuer führen häufig zu gefährlichen Situationen oder Unfällen.

[0003] Die Schläfrigkeit eines Fahrers eines Fahrzeugs kann indirekt aus seinem Fahrverhalten geschätzt werden.

[0004] In der Literatur werden Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften von Blinzelereignissen und der Schläfrigkeit diskutiert.

[0005] Die WO 2014031042 A1 beschreibt ein Fitten eines Augenöffnungssignals mit vordefinierten modellierten Signalen, um Blinzelereignisse zu erkennen und daraus Rückschlüsse auf die Aufmerksamkeit des Fahrers zu ziehen.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Vor diesem Hintergrund werden mit dem hier vorgestellten Ansatz ein Verfahren zum Unterscheiden von Blinzelereignissen und Instrumentenblicken unter Verwendung einer Augenöffnungsweite, weiterhin eine Vorrichtung, die dieses Verfahren verwendet, sowie schließlich ein entsprechendes Computerprogramm gemäß den Hauptansprüchen vorgestellt. Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im unabhängigen Anspruch angegebenen Vorrichtung möglich.

[0007] Um eine Aussage über eine Müdigkeit beziehungsweise Schläfrigkeit einer Person unter Verwendung von Blinzelereignissen zu erhalten, ist es erforderlich, nur tatsächliche Blinzelereignisse der Person auszuwerten. Willentlich von der Person ausgeführte Augenbewegungen, die zu reflexartigen Lidbewegungen führen, wie das Senken der Blickrichtung beispielsweise auf Instrumente einer Instrumententafel, weisen jedoch ähnliche Anfangscharakteristiken der Lidbewegung auf, wie Blinzelereignisse.

[0008] Daher wird bei dem hier vorgestellten Ansatz eine Unterscheidung zwischen einem Blinzelereignis und einem gesenkten Blick basierend auf einer Dauer des Ereignisses durchgeführt, da ein Blinzelereignis nach kurzer Zeit beendet sein sollte.

[0009] Es wird ein Verfahren zum Unterscheiden von Blinzelereignissen und Instrumentenblicken un-

ter Verwendung einer Augenöffnungsweite vorgestellt, wobei die Augenöffnungsweite einen aktuell erfassten Abstand zwischen den Augenlidern eines Auges repräsentiert, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Ermitteln eines Blinzelereignisses unter Verwendung zumindest eines Blinzelgrenzwerts, wobei das Blinzelereignis ermittelt wird, wenn ein, einen Wert der Augenöffnungsweite abbildender Öffnungsweitenwert kleiner ist, als der Blinzelgrenzwert; und Bestimmen eines Instrumentenblicks unter Verwendung einer Maximalblinzeldauer, wobei der Instrumentenblick bestimmt wird, wenn das erkannte Blinzelereignis als länger als die Maximalblinzeldauer dauernd erkannt wird, insbesondere wobei die Schritte des Verfahrens erneut ausgeführt werden, wenn nachfolgend auf das Bestimmen des Instrumentenblicks der Öffnungsweitenwert größer als ein Öffnungsgrenzwert ist.

[0010] Unter einem Blinzelereignis kann ein Blinzeln, ausgehend von einem geöffneten Auge, über ein weitgehendes Schließen des Auges bis zu einem erneuten Öffnen des Auges, verstanden werden. Ein Instrumentenblick kann ein, auf eine Geschwindigkeitsanzeige und/oder eine andere Anzeige eines Fahrzeugs, gesenkter Blick verstanden werden. Insbesondere kann der Instrumentenblick als Blick auf ein frei programmierbares Kombiinstrument verstanden werden. Eine Augenöffnungsweite kann auch als Augenschlussweite verstanden werden. Ein gesenkter Blick, der kürzer als die Maximalblinzeldauer ist, wird als Blinzelereignis bewertet.

[0011] Im Schritt des Ermitteln kann ein Mittelblinzelereignis ermittelt werden, wenn der Öffnungsweitenwert kleiner ist, als ein Mittelblinzelgrenzwert. Weiterhin kann ein Tiefblinzelereignis ermittelt werden, wenn der Öffnungsweitenwert kleiner ist, als ein Tiefblinzelgrenzwert. Ebenso kann ein Tiefblinzelereignis ermittelt werden, wenn ein auf das Ermitteln des Mittelblinzelereignisses nachfolgender Öffnungsweitenwert kleiner als der Tiefblinzelgrenzwert ist. Als ein Mittelblinzelereignis wird vorliegend ein Blinzelereignis mit einer mittleren Augenöffnungsweite verstanden, wogegen ein Tiefblinzelereignis als ein Blinzelereignis mit einer niedrigen Augenöffnungsweite, d. h. mit einer Augenöffnungsweite, die kleiner als die mittlere Augenöffnungsweite ist, beziehungsweise mit geschlossenem Auge verstanden wird. Durch eine Unterscheidung zwischen Mittelblinzelereignissen und Tiefblinzelereignissen kann eine Analyse der aktuellen Schläfrigkeit einer Person verbessert werden.

[0012] Der Instrumentenblick kann bestimmt werden, wenn das Mittelblinzelereignis länger als die Maximalblinzeldauer ermittelt wird. Alternativ oder ergänzend kann kein Instrumentenblick bestimmt werden, wenn das Tiefblinzelereignis länger als die Ma-

ximalblinzeldauer ermittelt wird. Durch die Trennung zwischen Mittelblinzelereignissen und Tiefblinzelereignissen wird eine Unterscheidung der Instrumentenblicke vereinfacht.

[0013] Das Verfahren kann einen Schritt des Speicherns aufweisen, in dem ein zeitlicher Verlauf des Öffnungsweitenwerts als ein Blinzelereignisverlauf gespeichert wird, wenn nachfolgend auf das Ermitteln des Blinzelereignisses der Öffnungsweitenwert größer als der Blinzelgrenzwert ist. Nachfolgend auf den Schritt des Speicherns können die Schritte des Verfahrens erneut ausgeführt werden. Im Schritt des Speicherns können Öffnungsweitenwerte innerhalb eines bestimmten Zeitraums gespeichert werden. Das Speichern kann rückwirkend stattfinden. Der Startzeitpunkt des zu speichernden Zeitraums kann vor einem Beginn des Blinzelereignisses liegen. Durch das Speichern des Blinzelereignisverlaufs kann das Blinzelereignis weiter ausgewertet werden.

[0014] Das Verfahren kann einen Schritt des Interpolierens aufweisen, in dem die Öffnungsweitenwerte des Blinzelereignisverlaufs zu einer Kurve verbunden werden. Durch eine Kurve kann das Blinzelereignis unterbrechungsfrei ausgewertet werden.

[0015] Die Kurve kann unter Verwendung einer vorbestimmten Kurvenform verbessert oder approximiert werden. Eine Berechnung der Kurve kann durch eine erwartete Kurvenform vereinfacht werden. Die Kurvenform kann beispielsweise ein standardisiertes Blinzelereignis abbilden, das unter Verwendung von einem oder mehreren Blinzelparametern an das tatsächliche Blinzelereignis angepasst werden kann.

[0016] Im Schritt des Interpolierens kann zumindest ein Abweichungswert mindestens eines der Öffnungsweitenwerte von der Kurve bestimmt werden. Ein Abweichungswert kann eine Differenz zwischen einem Wert eines zu einem Öffnungsweitenwert korrespondierenden Kurvenpunkts und dem Öffnungsweitenwert repräsentieren. Die Kurve kann schrittweise optimiert werden. Dabei kann der Fehler über zumindest eine Mehrheit der gespeicherten Öffnungsweitenwerte gemittelt minimiert werden.

[0017] Das Verfahren kann einen Schritt des Plausibilisierens aufweisen, in dem der Blinzelereignisverlauf verworfen wird, wenn der zumindest eine Abweichungswert oder ein davon abgeleiteter Wert wie beispielsweise ein Mittelwert größer als ein Abweichungsgrenzwert ist. Durch ein Aussondern von ungewöhnlichen Blinzelereignissen kann die Schläfrigkeit der Person mit guter Wahrscheinlichkeit bestimmt werden.

[0018] Das Verfahren kann einen Schritt des Veränderns aufweisen, in dem der Blinzelgrenzwert und alternativ oder ergänzend der Offengrenzwert unter

Verwendung eines Bezugsniveaus für die Augenöffnungsweite angepasst wird. Dabei repräsentiert das Bezugsniveau die Augenöffnungsweite, wenn kein Blinzelereignis und alternativ oder ergänzend Instrumentenblick vorliegt. Ebenso kann der Mittelblinzelgrenzwert und/oder Tiefblinzelgrenzwert unter Verwendung des Bezugsniveaus angepasst werden. Damit funktioniert das hier vorgestellte Verfahren unabhängig von Faktoren, die die Augenöffnungsweite außerhalb von Blinzelereignissen und/oder Instrumentenblicken beeinflussen.

[0019] Dieses Verfahren kann beispielsweise in Software oder Hardware oder in einer Mischform aus Software und Hardware beispielsweise in einem Steuergerät implementiert sein.

[0020] Der hier vorgestellte Ansatz schafft ferner eine Vorrichtung, die ausgebildet ist, um die Schritte einer Variante eines hier vorgestellten Verfahrens in entsprechenden Einrichtungen durchzuführen, anzusteuern bzw. umzusetzen. Auch durch diese Ausführungsvariante der Erfindung in Form einer Vorrichtung kann die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe schnell und effizient gelöst werden.

[0021] Unter einer Vorrichtung kann vorliegend ein elektrisches Gerät verstanden werden, das Signale verarbeitet und in Abhängigkeit davon Steuer- und/oder Datensignale ausgibt. Die Vorrichtung kann eine Schnittstelle aufweisen, die hardware- und/oder softwaremäßig ausgebildet sein kann. Bei einer hardwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen beispielsweise Teil eines sogenannten System-ASICs sein, der verschiedenste Funktionen der Vorrichtung beinhaltet. Es ist jedoch auch möglich, dass die Schnittstellen eigene, integrierte Schaltkreise sind oder zumindest teilweise aus diskreten Bauelementen bestehen. Bei einer softwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen Softwaremodule sein, die beispielsweise auf einem Mikrocontroller neben anderen Softwaremodulen vorhanden sind.

[0022] Von Vorteil ist auch ein Computerprogrammprodukt oder Computerprogramm mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger oder Speichermedium wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Durchführung, Umsetzung und/oder Ansteuerung der Schritte des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, insbesondere wenn das Programmprodukt oder Programm auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

[0024] Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Unterscheiden von Blinzelereignissen und Instrumentenblicken gemäß einem Ausführungsbeispiel;

[0025] Fig. 2 eine Darstellung einer Architektur eines Gesamtsystems zum Überwachen der Schläfrigkeit eines Fahrers eines Fahrzeugs gemäß einem Ausführungsbeispiel;

[0026] Fig. 3 ein Zustandsdiagramm für ein Erkennen von Blinzelereignissen gemäß einem Ausführungsbeispiel;

[0027] Fig. 4 eine Darstellung einer Augenöffnungskurve eines Blinzelereignisses gemäß einem Ausführungsbeispiel; und

[0028] Fig. 5 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Unterscheiden von Blinzelereignissen und Instrumentenblicken gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0029] In der nachfolgenden Beschreibung günstiger Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

[0030] Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Vorrichtung **100** zum Unterscheiden von Blinzelereignissen **102** und Instrumentenblicken **104** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Dabei werden die Blinzelereignisse **102** und Instrumentenblicke **104** unter Verwendung einer Augenöffnungsweite **106** unterschieden. Die Augenöffnungsweite **106** wird hier durch ein Erfassungssystem **108** an einem oder beiden Augen **110** eines Fahrers eines Fahrzeugs erfasst und in einem Öffnungsweitenwert **112** abgebildet. Die Augenöffnungsweite **106** repräsentiert einen aktuellen Abstand zwischen den Augenlidern des Auges **110**. Der Öffnungsweitenwert **112** wird von der Vorrichtung **100** an einem Eingang der Vorrichtung **100** eingelesen. In der Vorrichtung **100** wird der Öffnungsweitenwert **112** in einer Ermittlungseinrichtung **114** verwendet, um unter Verwendung zumindest eines Blinzelgrenzwerts **116** ein Blinzelereignis **102** zu ermitteln. Dabei wird das Blinzelereignis ermittelt, wenn der Öffnungsweitenwert **112** kleiner als der Blinzelgrenzwert **116** ist.

[0031] In einer Bestimmungseinrichtung **118** wird ein Instrumentenblick **104** unter Verwendung einer Maximalblinzeldauer **120** bestimmt. Dabei wird der Instrumentenblick **104** bestimmt, wenn das erkannte Blinzelereignis **102** länger als die Maximalblinzeldauer **120** erkannt wird. Wenn nachfolgend auf das Bestimmen des Instrumentenblicks **104** der Öffnungs-

weitenwert **112** größer als ein Offengrenzwert **122** ist, wird in der Ermittlungseinrichtung **114** das nächste Blinzelereignis bestimmt.

[0032] In einem Ausführungsbeispiel weist die Vorrichtung **100** eine Veränderungseinrichtung **124** auf. In der Veränderungseinrichtung **124** wird der Blinzelgrenzwert **116** und alternativ oder ergänzend der Offengrenzwert **122** unter Verwendung eines Bezugsniveaus **126** für die Augenöffnungsweite **106** angepasst. Das Bezugsniveau **126** repräsentiert die Augenöffnungsweite **104**, wenn kein Blinzelereignis **102** und alternativ oder ergänzend kein Instrumentenblick **104** vorliegt. Das Bezugsniveau **126** wird von einer Vorrichtung **128** zum Bereitstellen des Bezugsniveaus **126** unter Verwendung des Öffnungsweitenwerts **112** bereitgestellt.

[0033] Basierend auf Daten einer Videokamera **108** kann ein momentaner Öffnungsgrad **106** der Augen **110** erkannt werden. Dazu werden entsprechende Bildverarbeitungsalgorithmen verwendet. Dabei kann jeweils für beide Augen **110** ein Augenöffnungsniveau **126** detektiert werden.

[0034] Aus den Augenöffnungsgraden **106** zweier Augen **110** kann ein gemeinsames Augenöffnungsniveau **126** berechnet werden. Die Berechnung des momentanen Augenöffnungsniveaus **126** kann unter Verwendung von Savitzky-Golay Filtern erfolgen.

[0035] Durch den hier vorgestellten Ansatz kann die Schläfrigkeit beziehungsweise ein Schläfrigkeitszustand eines Fahrers mit Hilfe von Lidschlussdaten **112**, beispielsweise von einer Kamera **108**, klassifiziert beziehungsweise präzise eingeschätzt werden. Es wird somit beispielhaft vorgeschlagen, „gefittete“ Kurven zur Erhöhung der Erkennungsgüte und Unterscheidung von zuvor detektierten Blinzlern zu verwenden.

[0036] Fig. 2 zeigt eine Darstellung einer Architektur eines Gesamtsystems **200** zum Überwachen der Schläfrigkeit eines Fahrers eines Fahrzeugs gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das hier vorgestellte Unterscheiden **202** von Blinzelereignissen und Instrumentenblicken ist ein Bestandteil des Gesamtsystems **200**.

[0037] Das Gesamtsystem **200** weist drei Hauptbestandteile **204**, **206**, **208** auf. Der erste Hauptbestandteil **204** wird als Schläfrigkeitsklassifizierung bezeichnet. Der zweite Hauptbestandteil **206** wird als Sekundenschlaferkennung bezeichnet. Der dritte Hauptbestandteil **208** umfasst von der Schläfrigkeitsklassifizierung **204** und der Sekundenschlaferkennung **206** gemeinsam genutzte Module **210**.

[0038] Die hier vorgestellte Unterscheidung **202** ist Bestandteil der Schläfrigkeitsklassifizierung **204** und

kann als Blinzelereignisdetektion **202** bezeichnet werden.

[0039] Die Module **210** können als Augenschlussvorverarbeitung **210** bezeichnet werden. Die Augenschlussvorverarbeitung **210** umfasst eine Erfassung des Augenschlusses rechts und links, eine Filterung des Augenschlusses, eine Geschwindigkeitserfassung des Augenschlusses, eine acc des Augenschlusses, eine Bereitstellung eines Bezugsniveaus und eine Validierung.

[0040] Die Augenschlussvorverarbeitung **210** gibt einen momentanen Augenschluss, eine Augenschlussgeschwindigkeit und das Bezugsniveau aus.

[0041] In der Schläfrigkeitsklassifizierung **204** werden diese Werte in der Blinzelereignisdetektion **202** verwendet und Blinzelereignisse an eine Blinzelmerkmalsberechnung **212** weitergeleitet.

[0042] Die Blinzelmerkmalsberechnung **212** gibt Blinzelmerkmale an eine persönliche Blinzelmerkmalserkennung **214** und ein Modul **216** zur Schläfrigkeitsklassifizierung aus. Das Modul liest von der Blinzelmerkmalserkennung **214** ein persönliches Blinzelverhalten ein und gibt ein Schläfrigkeitsniveau aus.

[0043] In der Sekundenschlaferkennung **206** werden die Werte in einer persönlichen Augenschlusserkennung **218**, einer Augenschlusserkennung **220** und einem Modul **222** zur Sekundenschlaferkennung verwendet.

[0044] Die persönliche Augenschlusserkennung **218** gibt ein persönliches Offenaugenniveau und ein persönliches Geschlossenaugenniveau aus. Beide werden von der Augenschlusserkennung **220** verwendet, um einen binären Augenoffenwert für das Modul **222** bereitzustellen. Das Modul **222** gibt Sekundenschlafereignisse aus.

[0045] Der hier vorgestellte Ansatz stellt eine Verbesserung der Erkennungsgüte von Blinzelereignissen auf Basis von zuvor vorgefilterten Augenöffnungsdaten dar. Die hier vorgestellte, sogenannte Blinzelereignisdetektion (Blink Event Detection, BED) **202** gliedert sich in ein Gesamtsystem **200** zur Erkennung von Schläfrigkeit und/oder Sekundenschlaf ein. Das Gesamtsystem **200** umfasst ein Eye Closure Preprocessing **204**. Ein momentanes Augenöffnungsniveau (EON) kann unter Verwendung eines Algorithmus berechnet werden. Das Gesamtsystem **200** kann eine Sekundenschlafdetektion **206** umfassen.

[0046] Fig. 3 zeigt ein Zustandsdiagramm für ein Erkennen von Blinzelereignissen gemäß einem Ausführungsbeispiel. In dem Zustandsdiagramm sind verschiedene Erkennungszustände in Abhängigkeit von einer Augenöffnungsweite dargestellt. Ausge-

hend von einem Offenzustand **300** wird die momentane Augenöffnungsweite mit einem Mittelblinzelgrenzwert und einem Tiefblinzelgrenzwert verglichen. Wenn die Augenöffnungsweite kleiner als der Mittelblinzelgrenzwert ist, wird ein Mittelblinzelzustand **302** erkannt. Wenn die Augenöffnungsweite kleiner als der Tiefblinzelgrenzwert ist, wird ein Tiefblinzelzustand **304** erkannt.

[0047] Wenn der Mittelblinzelzustand **302** erkannt ist und die Augenöffnungsweite wird kleiner als der Tiefblinzelgrenzwert, so wird der Tiefblinzelzustand **304** erkannt.

[0048] Wenn der Mittelblinzelzustand **302** länger als eine Maximalblinzeldauer erkannt wird, wird ein Instrumentenblickzustand **306** erkannt.

[0049] Wenn nach dem Instrumentenblickzustand **306** die Augenöffnungsweite größer als ein Offengrenzwert wird, wird wieder der Offenzustand **300** erkannt.

[0050] Wenn der Mittelblinzelzustand **302** erkannt ist, und die Augenöffnungsweite wird größer als der Offengrenzwert, wird ein Blinzelende **308** erkannt und ein Verlauf der Augenöffnungsweite während des Blinzelereignisses wird gespeichert.

[0051] Ebenso wird das Blinzelende **308** erkannt, wenn der Tiefblinzelzustand **304** erkannt ist und die Augenöffnungsweite wird größer als der Mittelblinzelgrenzwert. Dann wird ebenfalls der Verlauf der Augenöffnungsweite während des Blinzelereignisses gespeichert.

[0052] Nach dem Blinzelende **308** weist das Auge wieder den Offenzustand **300** auf.

[0053] Es wird ein System zur robusten Detektion von Blinzelereignissen und zur Erhöhung der Qualität des Sensorsignals vorgestellt.

[0054] Ein Ausführungsbeispiel des hier vorgestellten Algorithmus zur Erkennung von Blinzelereignissen und zur Verbesserung der Qualität der Eingangsgrößen weist einen Schritt des Detektierens, einen Schritt des Fittens und einen Schritt des Berechnens auf. Dieses Ausführungsbeispiel ist anhand der Fig. 3 und Fig. 4 beschrieben.

[0055] Im Schritt des Detektierens werden potenzielle Blinzelereignisse mit Hilfe von vorbestimmten Grenzwerten der Augenöffnung detektiert.

[0056] Dabei werden Blinzelereignisse von Instrumentenblicken unterschieden. Instrumentenblicke haben keinen Bezug zur Schläfrigkeit des Fahrers. Sie können daher im weiteren Verlauf verworfen werden. Potenzielle Blinzelereignisse werden mithilfe ei-

ner State-Machine und drei verschiedenen Grenzwerten identifiziert. Dabei werden ein oberer Grenzwert, ein mittlerer Grenzwert und ein unterer Grenzwert verwendet. Alle drei verwendeten Grenzwerte (High, Mid und Low) können als prozentualer Betrag des Augenöffnungsniveaus (EON) definiert werden. Beispielsweise kann der obere Grenzwert (High) stets 100% des Augenöffnungsniveaus betragen. Der mittlere Grenzwert (Mid) kann stets 70% des Augenöffnungsniveaus betragen. Der untere Grenzwert (Low) kann stets 20 % des Augenöffnungsniveaus betragen. Die absoluten Werte sind daher abhängig von der momentanen Augenöffnung des Fahrers werden dadurch adaptiv an die Gegebenheiten angepasst.

[0057] In Fig. 3 ist das vorgeschlagene Zustandsdiagramm zur Erkennung von Blinzelereignissen mit großer und kleiner Amplitude sowie von Instrumentenblicken dargestellt, wobei hier die Anzeigeeinstrumente, wie beispielsweise ein frei programmierbares Kombiinstrument (FPK) als Tacho bezeichnet werden. Je nachdem, welchen aktuellen Wert ein Augenöffnungssignal (EC) aufweist, werden die verschiedenen Zustände **300**, **302**, **304**, **306**, **308** unterschieden.

[0058] Zur Unterscheidung von Blinzelereignissen mit kleiner Amplitude und Instrumentenblicken wird eine Maximaldauer (Max_Dur) für den Zustand "Mid-blink" beziehungsweise ein mittleres Blinzelereignis eingeführt. Diese kann z. B. auf 0,5 s eingestellt werden.

[0059] Sobald der Zustand **308** "Save" erreicht wird, werden die Rohdaten des Blinzelereignisses zur weiteren Verarbeitung gespeichert. Dazu werden die Augenöffnungsdaten in einem ausreichend großen Fenster (z. B. ± 2 s um den Punkt mit dem niedrigsten Augenöffnungsgrad) ausgeschnitten und gespeichert. Anschließend geht die State-Machine sofort zurück in den Zustand **300** "Open".

[0060] Fig. 4 zeigt eine Darstellung einer Augenöffnungskurve **400** eines Blinzelereignisses gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Augenöffnungskurve **400** ist in einem Diagramm dargestellt, das auf seiner Abszisse eine Zeit und auf seiner Ordinate eine Lidöffnung angetragen hat. Die Augenöffnungskurve **400** repräsentiert eine Interpolation eines Verlaufs von Einzelwerten einer Augenöffnungsweite beziehungsweise Lidöffnung. Der Verlauf ist, wie in Fig. 3 dargestellt, ansprechend auf ein Erkennen eines Endes des Blinzelereignisses rückwirkend abgespeichert worden.

[0061] Das Blinzelereignis weist eine Schließphase **402**, eine Schlussphase **404** und eine Öffnungsphase **406** auf. Die Schlussphase **404** kann auch als Plateauphase **404** bezeichnet werden. Die Schließphase **402** erstreckt sich von einem Blinzelstart **408** bis

zu einem Plateaustart **410**. Die Schlussphase **404** erstreckt sich von dem Plateaustart **410** bis zu einem Plateauende **412**. Die Öffnungsphase **406** erstreckt sich von dem Plateauende **412** bis zu einem Blinzelende **414**. Innerhalb der Schlussphase **404** weist die Augenöffnungskurve **400** ihr lokales Minimum beziehungsweise ihre maximale negative Amplitude **416** während des Blinzelereignisses auf.

[0062] Vor dem Blinzelstart **408** und nach dem Blinzelende **414** erreicht die Augenöffnungskurve **400** als maximalen Wert ein momentanes Bezugsniveau **126** der Augenöffnungsweite, das beispielsweise von einer momentanen Lichtsituation abhängt.

[0063] Falls der zum Einsatz kommende Sensor noch eine unzureichende Genauigkeit oder Framerate aufweisen sollte, können die, wie in Fig. 3 beschrieben, erkannten potenziellen Blinzelereignisse in einem weiteren Schritt verfeinert werden. Dazu wird für alle im ersten Schritt detektierten Fenster ein Fitting mit einer vordefinierten Kurve **418** durchgeführt. Diese Kurve **418** bildet den idealen Verlauf eines Blinzelereignisses nach.

[0064] Im Schritt des Fittens werden diese Blinzelereignisse mit vordefinierten Kurven **418** gefittet, um eine niedrige Bildwiederholfrequenz des verwendeten Bildsensors auszugleichen, was etwa so wirkt, wie wenn die Framerate des Sensors erhöht wäre.

[0065] In Fig. 4 ist ein idealisierter Verlauf **400** eines Blinzelereignisses dargestellt. Die Kurve **418** weist hier beispielsweise vor dem Blinzelstart **408** die Form einer horizontalen Gerade auf. In der Schließphase **402** weist die Kurve **418** die Form einer abfallenden Kurve, beispielsweise fünfter Ordnung auf. In der Plateauphase **404** weist die Kurve **418** die Form einer horizontalen Gerade auf. In der Öffnungsphase **406** weist die Kurve **418** die Form einer steigenden Kurve, beispielsweise fünfter Ordnung auf. Nach dem Blinzelende **414** weist die Kurve **418** beispielsweise die Form einer horizontalen Gerade auf.

[0066] Dabei wird die Kurve **418** unter der Randbedingung an Verlauf von Einzelwerten angepasst, dass die sich ergebende Gesamtkurve **400** sowie ihre erste Ableitung im gesamten betrachteten Fenster einen stetigen Verlauf aufweist.

[0067] Der Anfangspunkt und der Endpunkt der Kurve **400** ergeben sich hier aus den Grenzen des im vorherigen Schritt detektierten Fensters. Die anderen Zeitpunkte **408**, **410**, **412**, **414** ergeben sich in einer Optimierungsphase des Fittings. Für die einzelnen zeitlichen Bereiche ergeben sich also unterschiedliche Koeffizienten der Kurventeile **402**, **404**, **406**. Diese können zum einen analytisch weiterverarbeitet werden, es kann aber auch eine beliebig feine Interpolation der Kurve **418** berechnet werden. Die

hier dargestellte Methode ist also durch die Interpolation in der Lage, die Sample-Rate des Sensorsignals zu erhöhen.

[0068] Das Fitting wird in einem Ausführungsbeispiel so optimiert, dass eine Fehlerfunktion minimal wird. Hier eignet sich beispielsweise die Summe der quadratischen Abweichung der Messwerte mit der gefitteten Kurve **418**, die minimal sein sollte.

[0069] Im Schritt des Berechnens wird ein Qualitätsmaß für die Güte des Fittings berechnet.

[0070] Die im vorherigen Schritt berechnete Fehlerfunktion kann in einem weiteren optionalen Schritt dazu verwendet werden, Blinzelereignisse mit einem unplausiblen Verlauf **400**, also die nicht dem idealen Verlauf entsprechen, aus der weiteren Bearbeitung auszuschließen. Hierzu kann das Resultat der Fehlerfunktion mit einem zuvor definierten Grenzwert verglichen werden. Wird dieser für ein spezifisches Blinzelereignis überschritten, wird es in den weiteren Berechnungen zur Klassifikation der Schläfrigkeit nicht weiter herangezogen.

[0071] Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens **500** zum Unterscheiden von Blinzelereignissen und Instrumentenblicken gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Verfahren kann beispielsweise auf einer Vorrichtung, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, ausgeführt werden. Das Verfahren **500** weist einen Schritt **502** des Ermitteln und einen Schritt **504** des Bestimmens auf.

[0072] Im Schritt **502** des Ermitteln wird ein Blinzelereignis unter Verwendung zumindest eines Blinzelgrenzwerts ermittelt. Dabei wird das Blinzelereignis ermittelt, wenn ein, einen Wert einer Augenöffnungsweite abbildender Öffnungsweitenwert kleiner ist, als der Blinzelgrenzwert. Die Augenöffnungsweite repräsentiert einen aktuell erfassten Abstand zwischen den Augenlidern eines Auges.

[0073] Im Schritt **504** des Bestimmens wird ein Instrumentenblick unter Verwendung einer Maximalblinzeldauer bestimmt. Dabei wird der Instrumentenblick bestimmt, wenn das erkannte Blinzelereignis als länger als die Maximalblinzeldauer dauernd erkannt wird.

[0074] In einem Ausführungsbeispiel werden die Schritte **502**, **504** des Verfahrens erneut ausgeführt, wenn nachfolgend auf das Bestimmen **504** des Instrumentenblicks der Öffnungsweitenwert größer als ein Offengrenzwert ist.

[0075] Umfasst ein Ausführungsbeispiel eine „und/oder“-Verknüpfung zwischen einem ersten Merkmal und einem zweiten Merkmal, so ist dies so zu lesen, dass das Ausführungsbeispiel gemäß einer Ausfüh-

rungsform sowohl das erste Merkmal als auch das zweite Merkmal und gemäß einer weiteren Ausführungsform entweder nur das erste Merkmal oder nur das zweite Merkmal aufweist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2014031042 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren (500) zum Unterscheiden von Blinzelereignissen (102) und Instrumentenblicken (104) unter Verwendung einer Augenöffnungsweite (106), wobei die Augenöffnungsweite (106) einen aktuell erfassten Abstand zwischen den Augenlidern eines Auges (110) repräsentiert, wobei das Verfahren (500) die folgenden Schritte aufweist:

Ermitteln (502) eines Blinzelereignisses (102) unter Verwendung zumindest eines Blinzelgrenzwerts (116), wobei das Blinzelereignis (102) ermittelt wird, wenn ein, einen Wert der Augenöffnungsweite (106) abbildender Öffnungsweitenwert (112) kleiner ist, als der Blinzelgrenzwert (116); und

Bestimmen (504) eines Instrumentenblicks (104) unter Verwendung einer Maximalblinzeldauer (120), wobei der Instrumentenblick (104) bestimmt wird, wenn das erkannte Blinzelereignis (102) als länger als die Maximalblinzeldauer (120) dauernd erkannt wird, insbesondere wobei die Schritte (502, 504) des Verfahrens erneut ausgeführt werden, wenn nachfolgend auf das Bestimmen (504) des Instrumentenblicks (104) der Öffnungsweitenwert (112) größer als ein Offengrenzwert (122) ist.

2. Verfahren (500) gemäß Anspruch 1, bei dem im Schritt (502) des Ermitteln ein Mittelblinzelereignis (302) ermittelt wird, wenn der Öffnungsweitenwert (112) kleiner ist, als ein Mittelblinzelgrenzwert, und ein Tiefblinzelereignis (304) ermittelt wird, wenn der Öffnungsweitenwert (112) kleiner ist, als ein Tiefblinzelgrenzwert, wobei ferner ein Tiefblinzelereignis (304) ermittelt wird, wenn ein auf das Ermitteln (502) des Mittelblinzelereignisses (302) nachfolgender Öffnungsweitenwert (112) kleiner als der Tiefblinzelgrenzwert ist.

3. Verfahren (500) gemäß Anspruch 2, bei dem im Schritt (504) des Bestimmens der Instrumentenblick (104) bestimmt wird, wenn das Mittelblinzelereignis (302) länger als die Maximalblinzeldauer (120) ermittelt wird, und/oder wobei kein Instrumentenblick (104) bestimmt wird, wenn das Tiefblinzelereignis (304) länger als die Maximalblinzeldauer (120) ermittelt wird.

4. Verfahren (500) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einem Schritt des Speicherns, wobei ein zeitlicher Verlauf des Öffnungsweitenwerts (112) als ein Blinzelereignisverlauf gespeichert wird, wenn nachfolgend auf das Ermitteln (502) des Blinzelereignisses (102) der Öffnungsweitenwert (112) größer als der Blinzelgrenzwert (116) ist, wobei insbesondere nachfolgend auf den Schritt des Speicherns die Schritte (502, 504) des Verfahrens (500) erneut ausgeführt werden.

5. Verfahren (500) gemäß Anspruch 4, mit einem Schritt des Interpolierens, bei dem die Öffnungswei-

tenwerte (112) des Blinzelereignisverlaufs zu einer Kurve (400) verbunden werden.

6. Verfahren (500) gemäß Anspruch 5, bei dem im Schritt des Interpolierens die Kurve (400) unter Verwendung einer vorbestimmten Kurvenform (418) approximiert wird.

7. Verfahren (500) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 6, bei dem im Schritt des Interpolierens zumindest ein Abweichungswert mindestens eines der Öffnungsweitenwerte (112) von der Kurve (400) bestimmt wird.

8. Verfahren (500) gemäß Anspruch 7, mit einem Schritt des Plausibilisierens, in dem der Blinzelereignisverlauf (400) verworfen wird, wenn der zumindest eine Abweichungswert oder ein davon abgeleiteter Wert größer als ein Abweichungsgrenzwert ist.

9. Verfahren (500) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, mit einem Schritt des Veränderns, in dem der Blinzelgrenzwert (116) und/oder der Offengrenzwert (122) unter Verwendung eines Bezugsniveaus (126) für die Augenöffnungsweite (106) angepasst wird, wobei das Bezugsniveau (126) die Augenöffnungsweite (106) repräsentiert, wenn kein Blinzelereignis (102) und/oder Instrumentenblick (104) vorliegt.

10. Vorrichtung (100), die eingerichtet ist, das Verfahren (500) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche auszuführen.

11. Computerprogramm, das dazu eingerichtet ist, das Verfahren (500) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche auszuführen.

12. Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 11 gespeichert ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

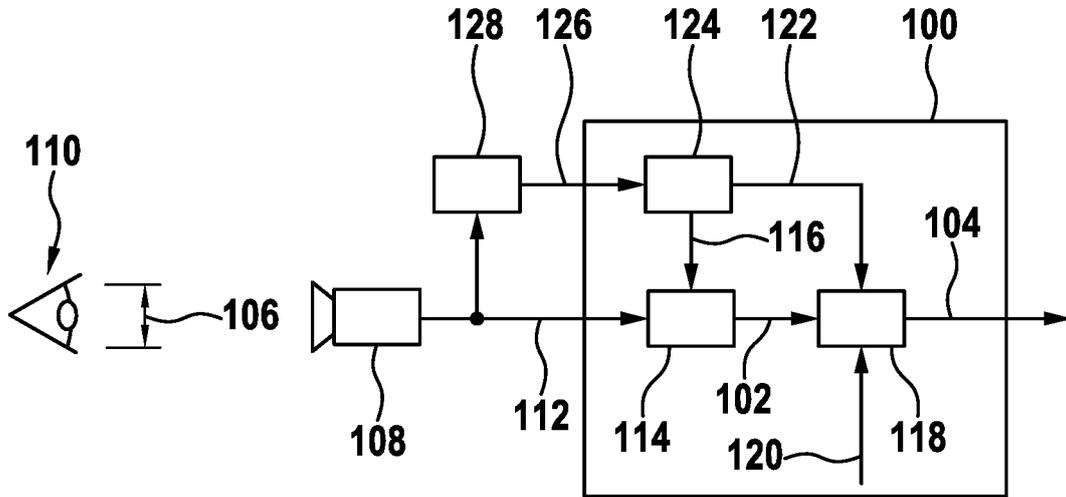


Fig. 2

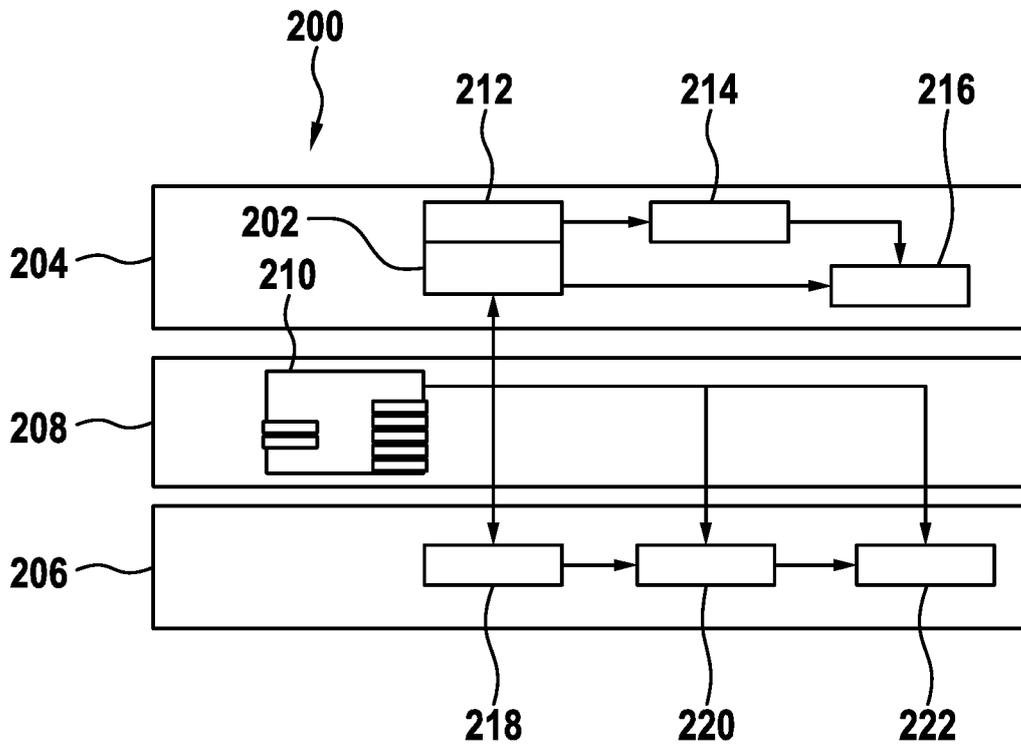


Fig. 3

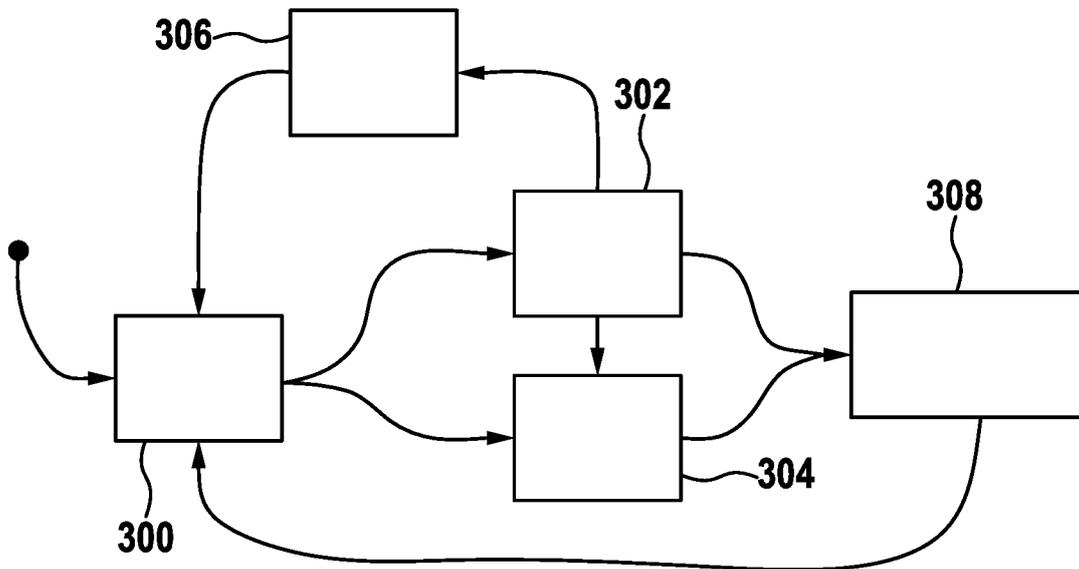


Fig. 4

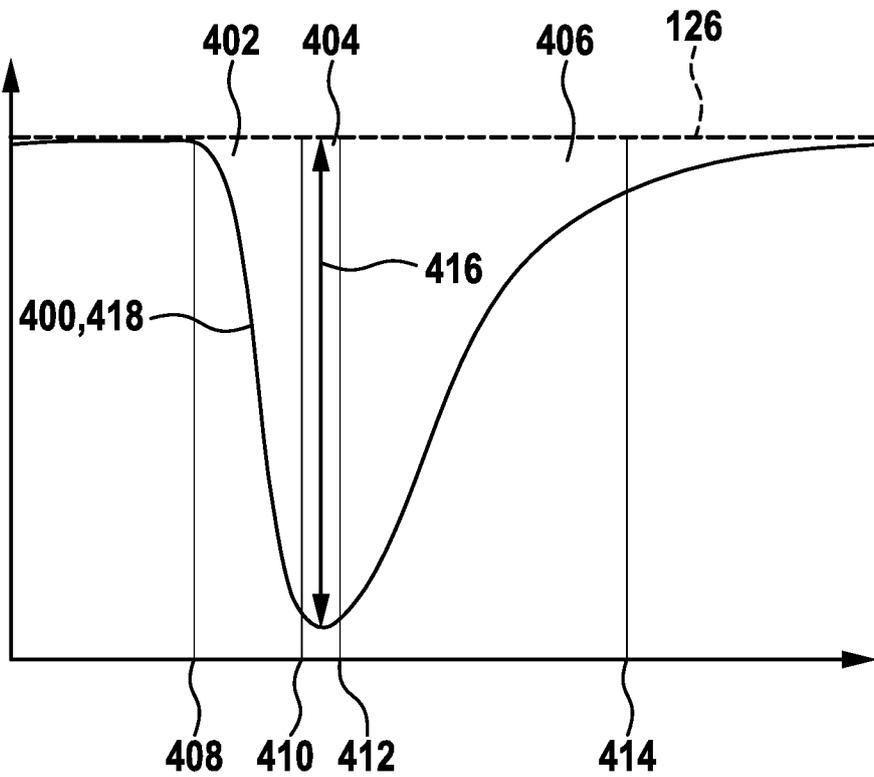


Fig. 5

