

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4756503号  
(P4756503)

(45) 発行日 平成23年8月24日(2011.8.24)

(24) 登録日 平成23年6月10日(2011.6.10)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>G06T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	1/00	340A
<b>G06T</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	7/20	A
<b>G06T</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	7/00	300D

請求項の数 6 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-143160 (P2006-143160)</p> <p>(22) 出願日 平成18年5月23日(2006.5.23)</p> <p>(65) 公開番号 特開2007-316762 (P2007-316762A)</p> <p>(43) 公開日 平成19年12月6日(2007.12.6)</p> <p>審査請求日 平成21年5月7日(2009.5.7)</p> <p>(出願人による申告)平成18年度独立行政法人情報通信研究機構、研究テーマ「軽度脳障害者のための情報セラピーインタフェースの研究開発」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2</p> <p>(74) 代理人 100099933 弁理士 清水 敏</p> <p>(72) 発明者 川戸 慎二郎 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p>審査官 新井 則和</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 瞬き検出装置及びコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一連のフレームを含む顔の動画像から瞬きを検出するための瞬き検出装置であって、前記一連のフレームにおける前記顔の両目の位置を追跡するための目の位置の追跡手段と、

前記一連のフレームにおいて、前記顔の上まぶたのエッジを検出するためのまぶた検出手段と、

先行するフレームの顔画像において、前記目の位置の追跡手段により特定された目の位置により定められる所定の基準線から、前記まぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジまでの第1の距離を算出するための第1の距離算出手段と、

前記先行するフレームの顔画像における前記所定の基準線と所定の関係にある新たな基準線を、前記先行するフレームに後続するフレームの顔画像において、前記目の位置の追跡手段により特定された目の位置に基づいて特定するための基準線特定手段と、

前記後続するフレームの顔画像において、前記新たな基準線から、前記まぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジまでの第2の距離を算出するための第2の距離算出手段と、

前記第1及び第2の距離算出手段によって算出された距離の差に基づいて、瞬きの発生を検出するための瞬き検出手段とを含む、

前記基準線特定手段は、

前記先行するフレームの顔画像における両目の位置と所定の関係にある基準点を含む、

規定形状の領域を基準パターンとして抽出し保存するための基準パターン抽出手段と、前記基準パターン抽出手段により抽出された基準パターンをテンプレートとする、前記後続するフレームに対するテンプレートマッチングにより、前記先行するフレームの前記基準点の、前記後続するフレーム内での位置を推定するためのテンプレートマッチング手段と、

前記テンプレートマッチング手段によって前記後続するフレーム内で推定された前記基準点の位置を通り、前記後続するフレーム内の両目の中心を結ぶ直線に平行な線を、前記新たな基準線として特定するための手段とを含む、瞬き検出装置。

【請求項 2】

前記第 1 の距離算出手段は、前記先行するフレームにおいて前記目の位置の追跡手段によって特定された両目の位置に基づき、当該両目の位置を結ぶ線と、前記まぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジとの間の距離を計算するための手段を含む、請求項 1 に記載の瞬き検出装置。

10

【請求項 3】

前記基準パターン抽出手段は、前記先行するフレームの顔画像における両目の位置を結ぶ線分の中点位置を基準点とし、当該基準点を含む前記規定形状の領域を基準パターンとして抽出し保存するための手段を含む、請求項 1 又は請求項 2 に記載の瞬き検出装置。

【請求項 4】

前記距離を計算するための手段は、前記先行するフレームにおいて前記目の位置の追跡手段によって特定された両目の位置に基づき、当該両目の位置を結ぶ線と、前記まぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジの中の所定点との間の距離を計算するための手段を含み、

20

前記第 2 の距離算出手段は、前記新たな基準線と、前記後続するフレームにおいて前記まぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジの中の、前記所定点に対応する点との距離を計算するための手段を含む、請求項 2 に記載の瞬き検出装置。

【請求項 5】

前記上まぶたのエッジの中の所定点とは、両目の位置を結ぶ線と、上まぶたのエッジとの間の距離の最大値を与える点である、請求項 4 に記載の瞬き検出装置。

【請求項 6】

動画を一連のフレームとして処理する機能を有するコンピュータによって実行されると、当該コンピュータを請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれかに記載の瞬き検出装置として動作させる、コンピュータプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は人間の瞬きを検出する技術に関し、特に人間の顔画像中のまぶたの位置から瞬きの状態を安定して検出する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の交通量の増大により、自動車に関連する問題、特に交通事故に関連する問題が注目されている。自動車を安全に運行するためには、自動車の運転を自動化するという方向と、自動車を運転している人間（ドライバ）が、安全に運転できる様に支援する、という方向とがある。自動車の運転を自動化する技術の研究も行なわれているが、様々な理由から実用化には至っていない。一方、自動車のドライバを支援するための装置についても様々なものが提案されており、それらはドライバを支援するものであるため、自動車の運転を自動化する技術に比して実用化の可能性が高い。

40

【0003】

ドライバを支援するために必要な情報の一つに、ドライバの瞬きの頻度、すなわち目の開閉状態に関する情報がある。たとえばドライバの意識状態が低下した場合、目をつぶっている時間が増えたり、瞬き回数が減少したりする。こうした情報を用いる事で、ドライ

50

バの意識状態が正常でないとは判定された場合には、意識状態を正常に戻すために適切な処置をとる事ができる。

【0004】

瞬きに関する情報は、ドライバの支援に用いられるだけではない。例えばある人にインタビューしているときのその話者の瞬きの状態は、話者の心理状態を反映しているものと考えられる。従って、話者の顔画像に基づいてその瞬きを検出する事により、話された内容に関する評価を行なう事ができる。

【0005】

その他にも、瞬きに関する情報を利用可能な局面は多数ある。

【0006】

人間の瞬きを検出するための技術として、非特許文献1に示すものがある。非特許文献1に開示された技術では、ルームミラー内に配置されたカメラでドライバの顔付近の画像を連続撮影する。その画像から、ニューラルネットワークを用いて顔領域及び目領域を抽出する。抽出された目領域から、肌と目との画素の輝度の違いを利用し、類似した幅、位置の明から暗、暗から明のエッジの組合せを上下まぶたとして検出する。この様にして検出された上下まぶたの間の距離の変化に基づいて、瞬きがされたか否かを判定できる。

【特許文献1】特開2004-185611号公報

【特許文献2】特開2003-168121号公報

【非特許文献1】井東他、「ドライバ識別により個人差を考慮したドライバモニタ」、動的画像処理実利用ワークショップ2006講演論文集、2006年3月9日～10日、p.191-195

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、上記した従来技術によると、以下の様な問題が生じる。例えば、被験者の顔画像を撮像する際には、光源は被験者の上方にある事が通常である。光源が頭上にあると、上まぶたは光源に近い部分にあり、影が生じにくい。ゆえに、まぶた(肌)と目との輝度の違いが検出しやすく、上まぶたのエッジの検出は比較的容易に行なえる。

【0008】

しかし、下まぶたに関しては光源から遠い上に、頭上から光があたっていると、影ができやすい位置にある。そのため、目と肌との輝度の違いが検出しにくい。結果として、下まぶたのエッジの検出は比較的難しく、實際上安定して下まぶたを検出する事は困難であるという問題がある。

【0009】

従来技術では、下まぶたのエッジの検出が難しいと、上下まぶた間の距離を計測する事ができず、結果として、瞬きの検出も安定して行なう事ができない。

【0010】

それ故に、本発明の目的は、人間の顔の動画像から、瞬きの発生を安定して検出する事ができる装置及びコンピュータプログラムを提供する事である。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の局面に係る瞬き検出装置は、一連のフレームを含む顔の動画像から瞬きを検出するための瞬き検出装置であって、一連のフレームにおける顔の両目の位置を追跡するための目の位置の追跡手段と、一連のフレームにおいて、顔の上まぶたのエッジを検出するためのまぶた検出手段と、先行するフレームの顔画像において、目の位置の追跡手段により特定された目の位置により定められる所定の基準線から、まぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジまでの第1の距離を算出するための第1の距離算出手段と、先行するフレームの顔画像における所定の基準線と所定の関係にある新たな基準線を、先行するフレームに後続するフレームの顔画像において、目の位置の追跡手段により特定された目の位置に基づいて特定するための基準線特定手段と、後続するフレームの顔画像に

10

20

30

40

50

において、新たな基準線から、まぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジまでの第2の距離を算出するための第2の距離算出手段と、第1及び第2の距離算出手段によって算出された距離の差に基づいて、瞬きの発生を検出するための瞬き検出手段とを含む。

【0012】

この瞬き検出装置によると、第1の距離算出手段が、先行するフレームに含まれる目の位置により定められる所定の基準線から上まぶたのエッジまでの第1の距離を算出し、第2の距離算出手段が、後続するフレームに含まれる新たな基準線から上まぶたのエッジまでの第2の距離を算出する。瞬き検出手段が、算出されたこれらの距離の差に基づいて瞬きの発生を検出する。比較的不安定になってしまう下まぶたのエッジ検出を行なう必要がなく、安定して検出できる上まぶたのエッジのみによって瞬きを検出できる。その結果、人間の顔の動画像から、瞬きの発生を安定して検出できる瞬き検出装置を提供する事ができる。

10

【0013】

好ましくは、第1の距離算出手段は、先行するフレームにおいて目の位置の追跡手段によって特定された両目の位置に基づき、当該両目の位置を結ぶ線と、まぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジとの間の距離を計算するための手段を含む。

【0014】

この瞬き検出装置によると、距離を計算するための手段は、両目の位置を結ぶ線と上まぶたのエッジとの間の距離を計算する。安定して検出する事のできる両目の位置を結ぶ線と上まぶたのエッジとに基づいて、瞬きの発生を検出する事ができる。その結果、瞬きの発生を安定して検出できる瞬き検出装置を提供する事ができる。

20

【0015】

好ましくは、基準線特定手段は、先行するフレームの顔画像における両目の位置と所定の関係にある基準点を含む、規定形状の領域を基準パターンとして抽出し保存するための基準パターン抽出手段と、基準パターン抽出手段により抽出された基準パターンをテンプレートとする、後続するフレームに対するテンプレートマッチングにより、先行するフレームの基準点の、後続するフレーム内での位置を推定するためのテンプレートマッチング手段と、テンプレートマッチング手段によって後続するフレーム内で推定された基準点の位置を通り、後続するフレーム内の両目の中心を結ぶ直線に平行な線を、新たな基準線として特定するための手段とを含む。

30

【0016】

この瞬き検出装置によると、基準パターン抽出手段が、先行するフレームの顔画像における両目の位置と所定の関係にある基準点を含む領域を基準パターンとして抽出し保存する。テンプレートマッチング手段が、この基準パターンをテンプレートとする、後続するフレームに対するテンプレートマッチングにより、先行するフレームの基準点の、後続するフレーム内での位置を推定する。特定するための手段が、後続するフレーム内で推定された基準点の位置に基づいて、新たな基準線を特定する。安定して計測される両目の位置を用いて、先行するフレーム内の基準線及び後続するフレーム内の新たな基準線の特定を行なう事ができる。その結果、この基準線に基づいて、瞬きの発生を安定して検出できる瞬き検出装置を提供する事ができる。

40

【0017】

好ましくは、基準パターン抽出手段は、先行するフレームの顔画像における両目の位置を結ぶ線分の中点位置を基準点とし、当該基準点を含む規定形状の領域を基準パターンとして抽出し保存するための手段を含む。

【0018】

この瞬き検出装置によると、保存するための手段は、先行するフレームの顔画像における両目の位置を結ぶ線分の中点位置を基準点とし、当該基準点を含む規定形状の領域を基準パターンとして抽出し保存する。安定して検出できる両目の位置を結ぶ線分の中点位置を基準点として基準パターンが抽出され、その基準パターンを用いたテンプレートマッチングが後続するフレームに対して行なわれる。この部位は、顔の中でも他と比較して特徴

50

のある部位で、後続するフレームに対するテンプレートマッチングで、安定して新たな基準点の位置を特定できる。従って、後続するフレームで新たな基準線を確実に特定できる。その結果、先行するフレームと後続するフレームとの双方で上まぶたまでの距離の基準となる基準線を安定して特定でき、瞬きの発生を安定して検出できる瞬き検出装置を提供する事ができる。

【0019】

好ましくは、規定形状は矩形形状である。

【0020】

好ましくは、基準点は矩形形状の中心点である。

【0021】

好ましくは、距離を計算するための手段は、先行するフレームにおいて目の位置の追跡手段によって特定された両目の位置に基づき、当該両目の位置を結ぶ線と、まぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジの中の所定点との間の距離を計算するための手段を含み、第2の距離算出手段は、新たな基準線と、後続するフレームにおいてまぶた検出手段により検出された上まぶたのエッジの中の、所定点に対応する点との距離を計算するための手段を含む。

【0022】

この瞬き検出装置によると、先行するフレームにおける両目を結ぶ線と上まぶたのエッジの中の所定点との距離、及び後続するフレームにおいて、先行するフレームの基準線に対応する点によって定められた新たな基準線と上まぶたのエッジの中の所定点との距離を計算できる。ゆえに、先行するフレームにおける上まぶたまでの距離と、後続するフレームにおける上まぶたまでの距離とを、共通の基準によって計算できる。その結果、正確に瞬きの発生を検出できる瞬き検出装置を提供する事ができる。

【0023】

好ましくは、上まぶたのエッジの中の所定点とは、両目の位置を結ぶ線と、上まぶたのエッジとの間の距離の最大値を与える点である。

【0024】

この瞬き検出装置によると、両目の位置を結ぶ線と、上まぶたのエッジとの間の距離の最大値を与える点との距離を計算する事ができる。ゆえに、両目の位置を結ぶ線と、上まぶたのエッジとの間の距離の最大値という明確な値を用いて瞬きの発生を検出する事ができる。その結果、瞬きの発生を容易に検出できる瞬き検出装置を提供する事ができる。

【0025】

好ましくは、瞬き検出手段は、第1の距離から第2の距離を減算するための手段と、減算するための手段により得られた結果と所定の正のしきい値とを比較し、結果がしきい値より大きいときに、瞬きを検出したと判定するための手段とを含む。

【0026】

この瞬き検出装置によると、減算するための手段が、第1の距離から第2の距離を減算し、判定するための手段が、減算の結果が所定のしきい値よりも大きいときに瞬きを検出したと判定する。所定のしきい値に基づいて、簡単な判定で瞬きの発生を検出できる。その結果、簡単な処理により瞬きの発生を検出できる瞬き検出装置を提供する事ができる。

【0027】

さらに好ましくは、この瞬き検出装置はさらに、動画像を撮像し、一連のフレームとして目の位置の検出手段、まぶた検出手段、及び基準線特定手段に与えるための撮像手段を含む。

【0028】

この瞬き検出装置によると、撮像手段は、動画像を撮像し、一連のフレームとして目の位置の検出手段、まぶた検出手段、及び基準線特定手段に与える。瞬きの発生を検出するための前提となる動画像を得て、直ちに処理する事ができる。その結果、効率的に瞬きの発生を検出できる瞬き検出装置を提供する事ができる。

【0029】

10

20

30

40

50

本発明の第2の局面に係るコンピュータプログラムは、動画を一連のフレームとして処理する機能を有するコンピュータによって実行されると、当該コンピュータを上記したいずれかの瞬き検出装置として動作させるので、上記したいずれかの瞬き検出装置と同様の効果を得る事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

本発明の実施の形態に係る装置及び方法を説明する前にまず、本実施の形態におけるまぶたのエッジ検出方法と瞬きの検出方法とに関する基本的な概念について説明する。

【0031】

<瞬き検出の基本的原理>

図1に、画像信号の連続するフレームにおける人間の瞬きの状態を模式図で示す。図1を参照して、顔30はあるフレームにおける人間の目の状態である。このフレームでは両目が開いているものとする。顔30は、右目の上まぶた40と、左目の上まぶた42と、右目44と、左目46とを含む。

【0032】

次のフレームの顔32で、目の開閉の状態が変化するものとする。すなわち、このフレームでは両目とも閉じられる途中の状態にあるものとする。この場合、顔32の右目の上まぶた50及び左目の上まぶた52の位置は、いずれも前フレームの顔30における右目の上まぶた40と左目の上まぶた42の位置と比較して低くなっている。

【0033】

もしも顔の位置が画像中で固定されているのであれば、これら上まぶたの画像中の位置を測定し、その変化を検出する事で瞬きがあったか否かを容易に判定する事ができる。しかし、人間の頭は通常は動いており、その動きも簡単には予測できない。従って、上まぶたの位置が検出できても、それだけでは瞬きがあったか否かを判定する事はできない。

【0034】

本発明では、二つのフレーム間で、上まぶたの位置を検出するための共通の基準位置を定め、この基準位置に対する上まぶたの位置を測定する事によって、瞬きがあったか否かを判定する。

【0035】

本実施の形態に係る瞬き検出装置で使用されている動画像のフレームレートは、1秒間に30フレームである。また、目を検出する前提となる顔位置の抽出方法については特許文献1に記載の方法による。顔位置を検出した後、特許文献2に記載の方法を用いて両目の位置を追跡して検出する。特許文献2に記載の方法によれば、瞬きがされたフレーム(すなわち、画像中に目が存在していないフレーム)であっても、両目の位置が正しく追跡されている事が本願発明の発明者により確認されている。

【0036】

図2に、上まぶたの動きをモニタリングする方法の基本原則について示す。なお、便宜上、ここでは両目について共通に瞬きを検出する場合について説明しているが、実際には右目と左目との双方について、別々に以下に述べる処理を行なう事が望ましい。

【0037】

図2を参照して、先行する第1のフレームの画像において、目付近の画像70から両目の位置を追跡する事によって検出して、両目の中心を通る直線80を決定する。次に、目の上まぶたのエッジを検出し、そのエッジの最も上の点(図2において直線82で示される位置)と、直線80との間の距離d0とが算出される。

【0038】

さらに、両目を結ぶ直線80の midpoint 86を中心とする矩形形状を有する小領域を目間パターン84として画像から抽出する。目間パターン84はN×M画素からなる画像である。

【0039】

この目間パターン84を所定の記憶領域に保存する。保存された目間パターン84を基

10

20

30

40

50

準点パターン90とする。基準点パターン90の中心92は、第1のフレームの画像において両目を結ぶ直線80の中点86である。

【0040】

第1のフレームに後続する第2のフレームが与えられると、保存された基準点パターン90をテンプレートとして、次フレームの画像中で基準点パターン90と最もよく一致するN×M画素の領域を探索する。これをテンプレートマッチング処理とよぶ。

【0041】

図2では、第2のフレームにおいて、瞬きの発生がない場合の目付近の画像を画像100として示し、瞬きの発生がある場合の目付近の画像の例を画像102として示してある。

10

【0042】

テンプレートマッチング処理によって、目付近の画像100、102における基準点パターン90に対応するパターン120の位置が決定される。従って、目付近の画像100、102において、1フレーム前の画像70内の中点86に対応する基準点122の位置も決定される。

【0043】

両目の位置については、画像100、102のいずれの場合にも特許文献2に記載の方法によって検出する。検出された両目の位置に基づき、両目の中心を通る直線112が決定される。本実施の形態では、ここで、基準点122を通り、両目の中心を通る直線112に平行な基準線114を決定する。また、両目の付近の画像に対してエッジフィルタを適用する事により、両目の上まぶたのエッジを検出する。そして、このエッジの位置（例えば図2において直線110で示される位置）と、基準線114との距離d1とが算出される。

20

【0044】

ここでは、距離d0及びd1はいずれも画素数で表すものとする。あるフレームから次のフレームに移った際に、画像100で表される様にまぶたの状態に変化がないと、あるフレームでの距離d0と次のフレームでの距離d1の値にも変化がない。瞬きがされていない場合、人間のまぶたの位置は比較的安定して変化がなく、その結果、d0-d10となる。

【0045】

まぶたが閉じられ始めた状態（画像102）でも同様に、両目の中心を通る直線112に平行で、基準点122を通る基準線114が決定される。まぶたのエッジが検出され、それらのエッジ（直線130で表される）と基準線114との距離d1が算出される。

30

【0046】

瞬きがある場合、d1<d0となるであろう。従って、あるしきい値を定め、d0-d1>しきい値であれば瞬きがあったと判定する。以下に述べる実施の形態では、処理対象となる画像はデジタル画像であり、まぶたの検出位置が1画素単位での誤差を含む事は避けられない。従って、ここではしきい値として2を想定し、まぶたのエッジが2画素以上移動していれば、瞬きがされていると推定する。なお、このしきい値の値は、処理対象の画像に含まれる画素数、特に縦方向の画素数に依存する。実験では、320×240画素の画像で、しきい値=2として安定した結果を得る事ができた。

40

【0047】

<構成>

[コンピュータによる実現]

以下、本実施の形態に係る瞬き検出装置を組み込んだカーナビゲーションシステム（以下「カーナビシステム」と呼ぶ。）について説明する。このカーナビシステムは、実質的にはコンピュータハードウェア及び当該コンピュータハードウェア上で実行されるソフトウェアにより実現されるものである。

【0048】

図3はこのカーナビシステム150の外観を示す。図3を参照して、カーナビ150は

50

、地図等を表示する液晶画面162と、液晶画面162上に積層され、ユーザが触れる事により操作するタッチパネル164と、スピーカ166と、ドライバの顔を撮影するカメラ168と、CD-ROM(コンパクトディスク読出専用メモリ)ドライブ170を有する、実質的にコンピュータと同様のハードウェアからなるカーナビ本体160とを含む。

【0049】

図4を参照して、カーナビ本体160は、CD-ROMドライブ170に加えて、CPU(中央処理装置)190と、CPU190及びCD-ROMドライブ170に接続されたバス198と、ブートアッププログラム等を記憶する読出専用メモリ(ROM)192と、いずれもバス198に接続され、プログラム命令、システムプログラム、及び作業データ等を記憶するランダムアクセスメモリ(RAM)194、カメラ168で撮影された画像を毎秒30フレームずつキャプチャするためのカメラI/F(Interface)196、スピーカ166と接続され、CPU190又はCD-ROMドライブ170から出力される音声を処理しスピーカ166に与えるためのサウンドボード200、及びCPU190から出力されるデジタルの音声信号をアナログ信号に変換し出力するD/A(Digital Analog)変換器202と、D/A変換器202の出力に接続されたスピーカ204とを含む。

【0050】

ここでは示さないが、カーナビ本体160はさらに自動車内のローカルエリアネットワーク(LAN)への接続を提供するネットワークアダプタボードを含んでもよい。

【0051】

カーナビ150に瞬き検出装置としての動作を行なわせるためのコンピュータプログラムは、CD-ROMドライブ170に挿入されるCD-ROM167又はROM192に記憶される。このプログラムは実行の際にRAM194にロードされる。CD-ROM167から又はネットワークを介して、直接にRAM194にプログラムをロードしてもよい。

【0052】

このプログラムは、カーナビ本体160にこの実施の形態の瞬き検出装置として動作を行なわせる複数の命令を含む。この動作を行なわせるのに必要な基本的機能のいくつかはカーナビ本体160上で動作するオペレーティングシステム(OS)もしくはサードパーティのプログラム、又はカーナビ本体160にインストールされる各種ツールキットのモジュールにより提供される。従って、このプログラムはこの実施の形態のシステム及び方法を実現するのに必要な機能全てを必ずしも含まなくてよい。このプログラムは、命令のうち、所望の結果が得られる様に制御されたやり方で適切な機能又は「ツール」を呼出す事により、コンピュータハードウェアと協働して、上記した瞬き検出装置としての各種機能を実現する命令のみを含んでいればよい。カーナビ本体160を構成するコンピュータの動作は周知であるので、ここでは言及しない。

【0053】

図5に、本実施の形態に係る瞬き検出装置をコンピュータプログラムで実現した際のフローチャートを示す。図5を参照して、まず、プログラムが開始されると、ステップ210では初期化が行なわれる。ここでは、顔の動画像のフレーム番号fnを0に設定する。

【0054】

ステップ212では、フレーム番号fnに1を加算し、動画像のフレームを図4に示すカメラI/F196から読み込む。

【0055】

ステップ214では、読み込んだフレームにおいて顔領域を抽出し、さらに両目の位置を検出する処理が行なわれる。

【0056】

ステップ216では、処理中のフレームにおいて上まぶたのエッジを抽出する処理が行なわれる。

【0057】

10

20

30

40

50



ステップ 2 1 8 では、フレーム番号  $f_n$  が 1 であるか否かを判定する処理が行なわれる。フレーム番号  $f_n$  が 1 でなければステップ 2 2 0 に進む。フレーム番号  $f_n$  が 1 であれば、ステップ 2 2 9 に進む。処理の最初では、先行するフレームが存在しておらず、瞬きの検出をするために比較する対象がないため、このような処理をする。

【 0 0 5 8 】

ステップ 2 2 0 では、先行するサイクルで既に保存されている、先行するフレームの基準点パターンをテンプレートとして、処理中のフレームの画像内で基準点 C を特定する処理が行なわれる。

【 0 0 5 9 】

ステップ 2 2 2 では、基準点 C を通り、両目の中心を結ぶ線分に平行な直線と、上まぶたのエッジまでの距離  $d_1$  を計算する処理が行なわれる。

【 0 0 6 0 】

ステップ 2 2 4 では、先行するフレームの画像に対して算出された、両目を結ぶ線と上まぶたのエッジとの間の距離  $d_0$  から、処理中の画像に対してステップ 2 2 2 で計算された距離  $d_1$  を引いてその差  $d$  を求める処理が行なわれる。

【 0 0 6 1 】

ステップ 2 2 6 では、ステップ 2 2 4 で計算された差  $d$  の値が 1 よりも大きいかなかを判定する処理が行なわれる。差  $d$  が 1 よりも大きいとステップ 2 2 8 に進む。差  $d$  が 1 以下であるとステップ 2 2 9 に進む。

【 0 0 6 2 】

ステップ 2 2 8 では、瞬きを検出されたと判定し、瞬きを検出したときに行なうべき処理が行なわれる。例えば瞬きの回数を加算したり、瞬きの時刻を所定の記憶領域に記憶したり、所定の信号を出力したりする。この情報は、例えば別のプロセスに渡され、瞬きの頻度によって必要な処理が実行される。この後、ステップ 2 2 9 に進む。

【 0 0 6 3 】

ステップ 2 2 9 では、両目を結ぶ線と上まぶたのエッジとの距離が算出され、距離  $d_0$  として保存される。この後ステップ 2 3 0 に進む。

【 0 0 6 4 】

ステップ 2 3 0 では、新基準点 C を、処理中のフレームの画像における両目を結ぶ線上の、両目の中央位置に設定する処理が行なわれる。この新基準点 C が、次のフレームではどこの位置に移動しているかが、次のフレームに対するステップ 2 2 0 の処理において決定される。

【 0 0 6 5 】

ステップ 2 3 2 では、処理中のフレームの画像内の、新たに決定された基準点 C を中心とする  $N \times M$  画素からなる画像を新たな基準点パターンとして所定の記憶領域にセーブする処理が行なわれる。この基準点パターンが、次のフレームに対するステップ 2 2 0 の処理において使用される。この処理が終わるとステップ 2 1 2 に戻り、次のフレームに対して以後の処理を繰り返す。

【 0 0 6 6 】

< 動作 >

図 6 に、上まぶたのエッジの検出と基準点パターンを用いた瞬きの検出との動作の具体例について示す。

【 0 0 6 7 】

図 5 を参照して、プログラムの開始時、ステップ 2 1 0 で初期化が行なわれ、フレーム番号  $f_n$  が 0 となる。ステップ 2 1 2 でフレーム番号  $f_n$  に 1 が加算され、 $f_n = 1$  となる。このとき、フレーム番号 1 の画像が読み込まれる。

【 0 0 6 8 】

ステップ 2 1 4 でフレーム番号 1 の画像から両目位置が検出され、ステップ 2 1 6 で上まぶたのエッジ 2 5 0 が検出される。

【 0 0 6 9 】

10

20

30

40

50

フレーム番号  $f_n = 1$  なので、処理はステップ 218 からステップ 229 に進み、ステップ 214 で検出された両目の位置を結ぶ線と、ステップ 216 で検出された上まぶたのエッジ 250 との間の距離が算出され、この値が距離  $d_0$  として保存される。

【0070】

この後、ステップ 230 で、フレーム番号  $f_n = 1$  の画像の両目を結ぶ線の中央の点を基準点 C とする。さらに基準点 C を中心とする  $N \times M$  画素を基準点パターンとして記憶領域にセーブする (ステップ 232)。その後、処理はステップ 212 に戻る。

【0071】

ステップ 212 ではフレーム番号  $f_n$  に 1 を加算する。すなわちここではフレーム番号  $f_n = 2$  となる。そして、2 番目のフレームの画像を読み込む。以下、1 番目のフレームと同様にステップ 214、216 の処理を行なう。

【0072】

ステップ 218 の判定結果は NO となるので、ステップ 220 に進み、セーブされていた基準点パターンをテンプレートとするテンプレートマッチングにより、1 番目のフレームでの基準点パターンが 2 番目のフレームではどこに移動しているかを判定し、対応する領域を抽出する。この処理により、新たな基準点パターン 254 (図 6 参照) が定められ、従って 1 番目の画像中の基準点パターンの基準点 C が、2 番目の画像中のどこに移動したかも決定される。この点を新たな基準点 C とする (ステップ 220)。ステップ 216 で検出された目の上まぶたのエッジ 252 と、新たな基準点 C と、ステップ 214 で検出された両目の位置とに基づき、両目の中心を通る直線と平行で基準点 C を通る直線と、上まぶたのエッジとの間の距離  $d_1$  が算出される (ステップ 222)。

【0073】

この様にして 2 番目のフレームに対し求められた距離  $d_1$  と、1 番目のフレームに対してステップ 229 の処理で算出されていた距離  $d_0$  とを用いて、距離  $d_0$  と距離  $d_1$  との差  $d = d_0 - d_1$  を計算する (ステップ 224)。

【0074】

この差  $d$  が 1 より大きければ 2 番目のフレームで瞬きがあったと判定され (ステップ 226 で YES)、ステップ 228 で必要な処理をした後、ステップ 229 に進む。差  $d$  が 1 以下であれば何もせずステップ 229 に進む。以下、1 番目のフレームに対して行なったのと同様の処理をステップ 229、230、及び 232 で行ない、ステップ 212 に戻る。

【0075】

フレーム番号  $f_n = 3$  以下のフレームに対しても、上記した処理が繰返し実行され、それによって、瞬きが発生したフレームではステップ 228 で必要な処理がされる。

【0076】

図 7 に、実験によって求められた両目における  $d$  の値の変化を示す。図 7 に示す様に、実験では、右目の距離  $d$  の値の変化 270 と左目の距離  $d$  の値の変化 272 とはほぼ同期している。これは、一般に、瞬きは両目同時に行われるためである。

【0077】

本実施の形態に係る瞬き検出装置によると、目の位置により決定される所定の基準線と上まぶたのエッジまでの距離とに基づいて瞬きの発生を検出する事ができる。この方法によると、比較的不安定になってしまう下まぶたのエッジの検出を行なう必要がない。ゆえに、安定して検出できる上まぶたのエッジのみによって瞬きの発生を検出する事ができる。その結果、人間の顔の動画像から、瞬きの発生を安定して検出できる様な瞬き検出装置を提供する事ができる。

【0078】

今回開示された実施の形態は単に例示であって、本発明が上記した実施の形態のみに制限されるわけではない。本発明の範囲は、発明の詳細な説明の記載を参酌した上で、特許請求の範囲の各請求項によって示され、そこに記載された文言と均等の意味及び範囲内のすべての変更を含む。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】人間の瞬きの状態を示す模式図である。

【図2】上まぶたの動きをモニタリングする方法について示す図である。

【図3】本発明の一実施の形態に係る瞬き検出装置を実現するカーナビゲーションシステムの外觀図である。

【図4】図3に示すカーナビゲーションシステムのブロック図である。

【図5】本実施の形態に係る瞬き検出装置をコンピュータで実現した際のフローチャートである。

【図6】上まぶたのエッジの検出と基準点パターンを用いた瞬きの検出との動作の具体例について示す写真である。 10

【図7】両目におけるdの値の変化を示す写真である。

## 【符号の説明】

【0080】

84 目間パターン

90 基準点パターン

150 カーナビシステム

160 カーナビ本体

162 液晶画面

164 タッチパネル 20

166 及び204 スピーカ

168 カメラ

170 CD-ROMドライブ

190 CPU

192 ROM

194 RAM

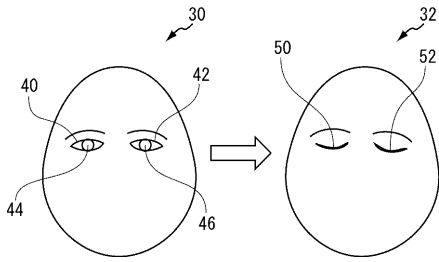
196 カメラI/F

198 バス

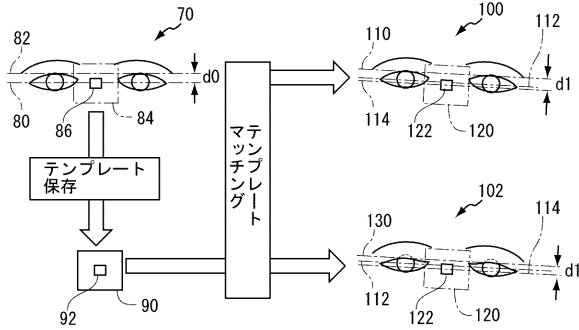
200 サウンドボード

202 D/A変換器 30

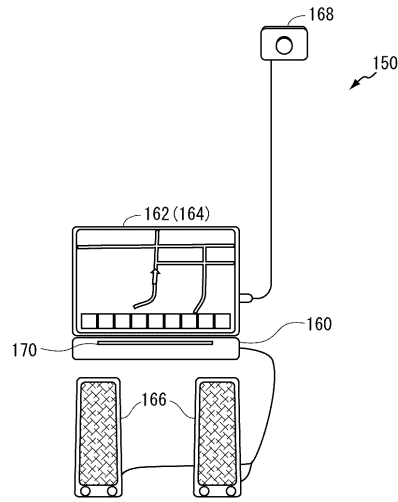
【図1】



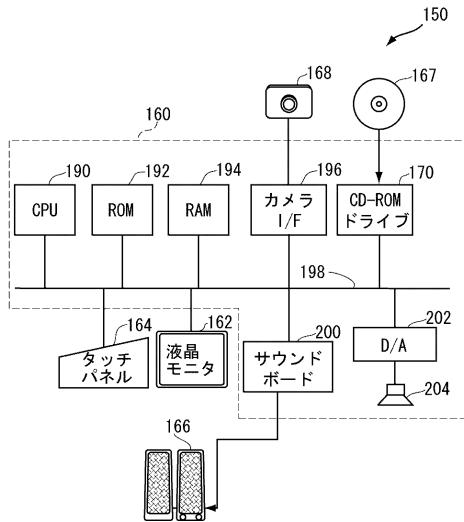
【図2】



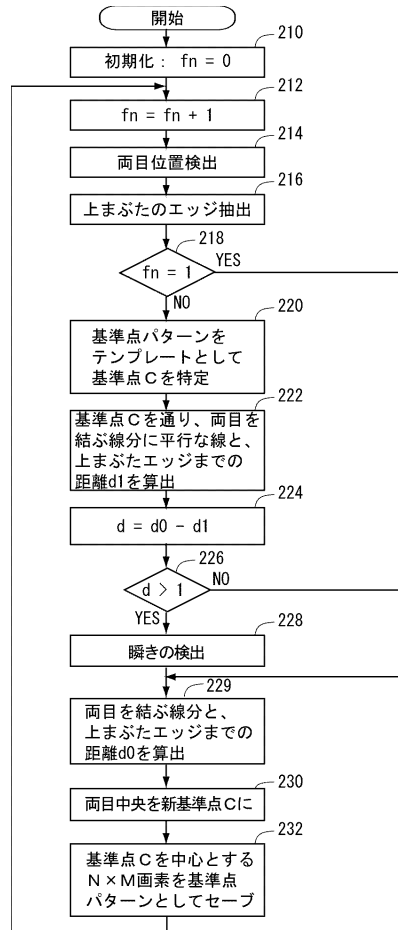
【図3】



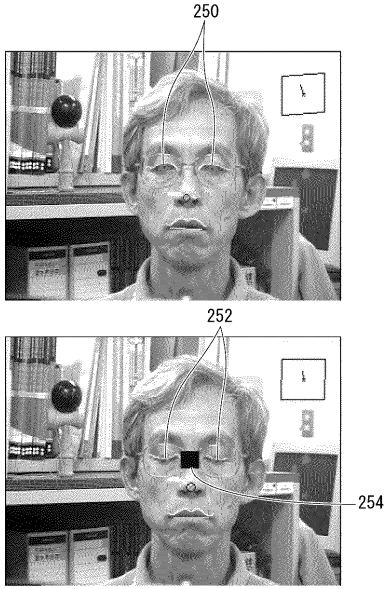
【図4】



【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-192552(JP,A)  
特開2004-157778(JP,A)  
特開2004-185611(JP,A)  
特開2001-005952(JP,A)  
特開2004-220080(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T	1/00
G06T	7/00
G06T	7/20