

明 細 書

発明の名称：

集中値算出システム、集中値算出方法、プログラム、及び、集中値算出モデル生成システム

技術分野

[0001] 本開示は、集中値算出システム及び集中値算出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、人の集中の度合い（集中値ともいう）を算出する情報処理装置が知られている。例えば、特許文献1に記載された情報処理装置では、集中値の最大値を100として、表情の変化量と動作の変化量との和に顔向け率を乗じたものを減算することで集中値を算出する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-120137号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来の情報処理装置では、1つの対象物を集中して見ている程、算出される集中値が高い値になる。しかしながら、現実では、1つの対象物を見ている対象者の集中値が必ず高いという訳でもなく、複数の対象物を見ている対象者の集中値が必ず低いという訳でもない。例えば、学習または執務作業などの知的作業を行う対象者がテレビに見入っている場合、集中している状況とは言えないにも関わらず、上記従来の情報処理装置では高い集中値が算出される。また、学習において参考書とノートとを交互に見ている場合は、学習に集中している状況と言えるにも関わらず、上記従来の情報処理装置では低い集中値が算出される。このように、上記従来の情報処理装置では、算出される集中値の正確度が低いという問題がある。

[0005] そこで、本開示は、より高い正確度で集中値を算出することができる集中値算出システムおよび集中値算出方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係る集中値算出システムは、対象者が撮像された画像ストリームを取得する画像取得部と、複数の集中対象領域であって、前記複数の集中対象領域の各々が、前記対象者が注視すべき複数の集中対象物の各々に対応する、複数の集中対象領域を取得する領域取得部と、前記対象者の集中値を算出する集中値算出部と、を備え、前記集中値算出部は、取得された前記画像ストリームから、前記対象者の顔の向き又は視線の向きを算出し、算出した前記対象者の顔の向き又は視線の向きと、取得された前記複数の集中対象領域とに基づいて、前記対象者が前記複数の集中対象物のいずれかを注視している注視状態か否かを判定し、判定結果に基づいて前記対象者の集中値を算出して出力する。

[0007] また、本開示の一態様に係る集中値算出方法では、対象者が撮像された画像ストリームを取得し、複数の集中対象領域であって、前記複数の集中対象領域の各々が、前記対象者が注視すべき複数の集中対象物の各々に対応する複数の集中対象領域を取得し、取得された前記画像ストリームから、前記対象者の顔の向き又は視線の向きを算出し、算出した前記対象者の顔の向き又は視線の向きと、取得された前記複数の集中対象領域とに基づいて、前記対象者が前記複数の集中対象物のいずれかを注視している注視状態であるか否かを判定し、判定結果に基づいて前記対象者の集中値を算出して出力する。

[0008] また、本開示の一態様は、上記集中値算出方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして実現することができる。あるいは、当該プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体として実現することもできる。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、より高い正確度で集中値を算出することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、実施の形態に係る集中値算出システムの使用例を説明する図である。

[図2]図2は、実施の形態に係る集中値算出システムの構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、実施の形態に係る集中対象領域を説明するための図である。

[図4]図4は、実施の形態に係る集中値算出方法を示すフローチャートである。

[図5]図5は、実施の形態に係る注視状態の判定について説明するための図である。

[図6]図6は、実施の形態に係る推移状態の判定について説明するための図である。

[図7]図7は、実施の形態において算出される集中値について説明する図である。

[図8]図8は、集中対象物の別の例を説明する図である。

[図9]図9は、別例に係る集中値算出部の機能構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] (本開示を得るに至った知見)

特許文献1に示すように、従来、人の集中値を算出する情報処理装置が知られている。特許文献1に開示された情報処理装置は、特定の状況においてのみ集中値を算出することができる。具体的には、当該情報処理装置では、1つの対象物を集中して見ている程、算出される集中値が高い値になる。したがって、作業中の対象者に対して当該情報処理装置を用い、作業に対する対象者の集中値を算出するためには、対象者の行う作業が1つの対象物に注視しながら行う作業である必要があり、限られた用途にしか適用できない。

[0012] 例えば、ディスプレイユニットを備えるコンピュータと、サブディスプレイとを用いてオフィス業務などを行うオフィスワークにおいては、当然コンピュータに備えられたディスプレイユニットと、サブディスプレイとの両方を選択的に（つまり、択一的に）注視することが想定される。このため、コ

ンピュータに備えられたディスプレイユニットに対する注視のみに基づいて集中値を算出する構成では、集中した状態であってもサブディスプレイを注視する作業の場面で不正確な集中値が算出されうる。また、講義ムービーを再生するタブレット端末と、テキストと、ノートとを用いて学習を行う生徒においては、当然タブレット端末と、テキストと、ノートとのすべてを選択的に注視することが想定される。このため、タブレット端末に対する注視のみに基づいて集中値を算出する構成では、集中した状態であってもテキスト又はノートを注視する作業の場面で不正確な集中値が算出されうる。

[0013] このように、当該情報処理装置を用いて算出された集中値は、正確度が高いとはいえない。

[0014] 本開示は、以上の状況に鑑みてなされ、幅広い用途に適用でき、かつ対象者の集中値を高い正確度で算出することができる集中値算出システム等が提供される。

[0015] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本開示の包括的または具体的な例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、構成要素、構成要素の配置位置および接続形態、並びに、ステップおよびステップの順序等は、一例であって本開示を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本開示の独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0016] また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、各図において縮尺などは必ずしも一致していない。各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略または簡略化する。

[0017] なお、以下説明される実施の形態では、複数の集中対象物として、第1集中対象物及び第2集中対象物の2つを例示するが、集中対象物は、3以上存在してもよい。

[0018] (実施の形態)

〔集中値算出システムの構成〕

はじめに、図1を用いて、実施の形態に係る集中値算出システムについて説明する。図1は、実施の形態に係る集中値算出システムを説明する図である。

[0019] 図1に示すように、本実施の形態における集中値算出システム100（後述する図2参照）は、例えば、対象者99が利用するコンピュータ（第1集中対象物97の一例）等に内蔵されて実現される。集中値算出システム100を対象者99が利用するコンピュータ等に内蔵する形態で実現することにより、コンピュータに搭載されるカメラおよびディスプレイ等を集中値算出システム100の一部の構成として用いることができる。なお、本実施の形態では、対象者99が使用するサブディスプレイ（第2集中対象物98の一例）上に取り付けられた外部接続式のカメラが、撮像装置20として用いられる。

[0020] このように、集中値算出システム100を対象者99が利用するコンピュータ等に内蔵することにより、集中値算出システム100への入力を、カメラを用いて取得でき、かつ、集中値算出システム100からの出力を、ディスプレイを用いて提示できる。また、対象者99が行う作業が、コンピュータを用いる作業である場合、作業に用いるコンピュータを用いて、当該作業と並行して対象者99の集中値の算出を実施できる。なお、集中値算出システム100は、一部の処理機能や情報記憶機能などがクラウドサーバ等によって実現されてもよい。

[0021] 本開示における集中値算出システム100は、対象者99が撮像された画像ストリームを用いて、当該画像ストリーム上の対象者99の集中値を算出するシステムである。したがって、集中値算出システム100は、対象者99が撮像された画像ストリームを取得できれば、対象者99が2以上の集中対象物のそれぞれに注視対象が移行していくような状況であっても集中値の算出を行うことができる。つまり、集中値算出システム100は、複数の集中対象物のそれぞれを時分割に注視する対象者99に対して適用できる。

- [0022] 次に、図2を用いて、本実施の形態における集中値算出システム100の機能構成を詳しく説明する。図2は、実施の形態に係る集中値算出システムの構成を示すブロック図である。
- [0023] 図2に示すように、本実施の形態における集中値算出システム100は、演算装置10、撮像装置20、記憶装置30、及び、出力装置40を備える。これらの集中値算出システム100を構成する各装置は、1つの筐体等に収められて一体化されていてもよいし、通信回線を介して各装置同士が接続されることで、複数の個別の装置として実現されてもよい。
- [0024] 演算装置10は、画像取得部11、領域取得部12、及び、集中値算出部13を有する。演算装置10は、プロセッサとメモリと、これらを用いて実行されるプログラムとによって実現される。演算装置10は、例えば、第1集中対象物97の一例であるコンピュータに機能の1つとして搭載される。
- [0025] 画像取得部11は、対象者99が撮像された画像ストリームを取得する機能部である。画像取得部11は、一例として、撮像装置20によって対象者99が撮像された画像ストリームを取得する。なお、画像取得部11は、撮像装置20と一体化されてもよい。本実施の形態の一例では、画像取得部11によって取得された画像ストリームから、即時的に対象者99の集中値が算出される。ここでの即時的とは、計算処理やデータ転送等の時間を考慮した数ミリ秒～数秒程度の遅延を含むものである。
- [0026] なお、画像取得部11は、画像ストリームを取得できればどのように実現されてもよい。例えば、画像取得部11は、記憶装置30に過去に記憶された画像ストリームを取得してもよい。このように、集中値算出システム100による集中値の計測は即時的でなくてもよい。画像取得部11は、取得した画像ストリームを集中値算出部13へと送信する。
- [0027] 領域取得部12は、第1集中対象物97及び第2集中対象物98を含む、対象者99が注視すべき複数の集中対象物に対応する複数の集中対象領域を取得する。集中対象領域とは、1つの集中対象物ごとに設定された1つの領域であり、対象者99が集中対象物を注視するときに対象者99の顔の向き

が当該領域内に該当するように設定された領域である。このような集中対象領域について説明する。図3は、実施の形態に係る集中対象領域を説明するための図である。図3では、対象者99を上方から見た場合における第1集中対象物97及び第2集中対象物98のそれぞれに設定される集中対象領域を、ドットハッチングを付した領域として示している。

[0028] 図3に示すように、集中対象領域は第1集中対象物97及び第2集中対象物98のそれぞれについて、1つずつ設定された領域である。具体的には、第1集中対象物97には、第1集中対象領域97aが、第2集中対象物98には、第2集中対象領域98aがそれぞれ設定されている。集中対象領域は、例えば対象者99の視野99aの中心（つまり、対象者99の位置、より具体的には対象者99の目の位置）から、集中対象物の一端までを結ぶ仮想線と、他端までを結ぶ仮想線との間に設定されている。すなわち、集中対象領域は、対象者99の視野99aにおける所定の角度範囲に設定されている。

[0029] このように集中対象領域は、対象者99に依存する領域であるため、対象者99ごとに設定されることが好ましい。このため、例えば、集中対象領域を対象者ごとに設定するための動作が、集中値の算出に先立って実施される。本実施の形態では、例えば、コンピュータの画面上に、「画面上の4つの角を順番に注視してください」などの指示を表示することで、対象者99の顔の向きなどから集中対象領域が実測的に決定される。なお、対象者99の顔の向き等の算出は、上記の指示が提示されたときに、対象者99を撮像装置20が撮像することで取得された領域決定画像に基づいて行われる。この動作については、演算装置10において行われる画像ストリームからの対象者99の顔の向き等の算出と同様のため、後述の集中値の算出の説明を参照することで、ここでの説明を省略する。

[0030] また、サブディスプレイなども同様の動作を実施することで、第2集中対象領域98aを決定することができる。決定された集中対象領域に関する情報は、あらかじめ記憶装置30に格納される。そして、領域取得部12は、

記憶装置30に格納された情報を参照することで、必要な集中対象領域を取得する。つまり、集中対象領域を取得するとは、集中対象領域を示す情報を読み出して取得することを意味する。また、記憶装置30を参照することは必須ではなく、実測的に決定された集中対象領域をそのまま取得して集中値の算出に用いてもよい。ここでは、集中対象領域として第1集中対象領域97a及び第2集中対象領域98aが取得される。

[0031] なお、上記では、集中対象物の4つの角を注視する指示を与える構成としたが、集中対象物の形状によっては、5つ以上の角などを注視させてもよいし、水平方向又は鉛直方向などの所定方向における集中対象物の一端と他端とのみを注視させてもよい。また、集中対象物が対象者99の有効視野（つまり、一方向の中心視野から周囲に広がる、有効に情報を得られる視野領域）に収まるサイズであれば、単に集中対象物の中心を注視させるのみでもよい。この場合は、対象者99の顔の向き等の方向からプラスマイナス10度程度の領域が自動的に集中対象領域として決定される。

[0032] また、集中対象領域は、対象者99が作業中に注視しやすい方向を機械学習することで決定されてもよい。この場合は、実際にコンピュータやサブディスプレイ等の物理的な集中対象物に依存することなく、対象者99の視野99aの中心の位置を検知すれば自動的に集中対象領域を決定することができる。

[0033] さらに、集中対象領域は、対象者99が利用するスペースに応じて決定されていてもよい。例えば、2つのディスプレイを備えるコンピュータが設置されたデスクを利用する対象者99は、自ずと当該2つのディスプレイを注視することが予想される。したがって、対象者99の視野99aの中心の位置を検知すれば、撮像装置20と2つのディスプレイとの位置関係に基づいて集中対象領域を決定することができる。

[0034] 図2に戻り、集中値算出部13は、画像取得部11において取得された画像ストリーム、及び、領域取得部12において取得された集中対象領域に基づいて、対象者99の集中値を算出する機能部である。集中値算出部13の

主たる機能である集中値の算出については、後で詳しく説明する。集中値算出部 13 において算出された対象者 99 の集中値は、例えば、コンピュータの画面などに出力されて提示される。また、算出された対象者 99 の集中値は、サーバ装置など（不図示）に出力されて格納され、対象者 99 の作業を監督する立場の管理者等が確認可能な状態とすることもできる。

[0035] 撮像装置 20 は、上記したように画像を撮像するカメラである。撮像装置 20 は、画像を連続的に取得することで画像ストリームを生成して出力する。

[0036] 記憶装置 30 は半導体メモリ等の情報記憶用の装置である。記憶装置 30 は、集中対象領域などの情報を記憶し、領域取得部 12 などによる情報の参照を受け付ける。

[0037] 出力装置 40 は、例えばディスプレイコントローラであり、集中値算出部 13 が算出した集中値の情報をディスプレイに提示させるために、情報を提示画像に変換し、当該提示画像を提示させるための信号をディスプレイへと出力する。

[0038] [集中値算出システムの動作]

次に図 4 を参照して、集中値算出システム 100 の動作について説明する。図 4 は、実施の形態に係る集中値算出方法を示すフローチャートである。なお、集中値算出システム 100 は、図 4 に示されない、例えば、集中対象領域の決定などの一部の動作が実行される場合がある。図 4 に示すように、集中値算出システム 100 の動作が開始されると、画像取得部 11 は、画像ストリームを取得する（S101）。画像ストリームは、連続的に撮像された複数の画像からなる画像群である。したがって、画像取得部 11 は、連続的に撮像された複数の画像を順次取得することで、画像ストリームの取得を行う。

[0039] また、領域取得部 12 は、記憶装置 30 を参照することで、複数の集中対象物のそれぞれに対応する複数の集中対象領域を取得する（S102）。なお、集中対象領域の取得（S102）は、画像ストリームの取得（S101

）よりも前に行われてもよい。このように、集中値算出システム１００の一部の動作は、順序が入れ替えられてもよい。

[0040] 次いで、集中値算出部１３は、取得された画像ストリーム及び取得された集中対象領域に基づいて、対象者９９の集中値の算出を行う（Ｓ１０３）。具体的には、集中値算出部１３は、取得した画像ストリームから、対象者９９の顔の向き等を算出し、算出した対象者９９の顔の向き等と、複数の集中対象物のそれぞれに対応する複数の集中対象領域とに基づいて、対象者９９が複数の集中対象物のいずれかを注視している注視状態であるか否かを判定し、判定結果に基づいて対象者９９の集中値を算出して出力する。

[0041] [集中値算出システムによる集中値の算出]

以下、上記に説明した集中値算出部１３の動作についてさらに詳しく説明する。まず、対象者９９の顔の向き等の算出について説明する。対象者９９の顔の向きは、取得された画像ストリームに基づいて算出される。集中値算出部１３では、取得された画像ストリームを、機械学習済みの顔の向き算出モデルに入力することで、画像ストリーム上の対象者９９の顔の向きを出力として得ることができる。より具体的には、顔の向き算出モデルは、対象者９９の顔の向きを顔の正面側の法線ベクトルとして出力する。そして、集中値算出システム１００においては、対象者９９と、対象者９９を撮像する撮像装置２０とを直線で結ぶ方向を０度としたときの、出力された顔の正面側の法線ベクトルの相対的な角度を、対象者９９の顔の向き、より詳しくは、画像ストリームを撮像する撮像装置に対する前記対象者の顔の向きとして扱う。

[0042] 顔の向き算出モデルは、向き算出モデルの一例であり、画像ストリームを構成する複数の画像のそれぞれについて顔の向きを出力するので、対象者９９の顔の向きの画像ストリームに応じた変化を得ることができる。なお、顔の向き算出モデルは、対象者９９の教師画像（画像ストリームに対応）と、当該教師画像に対応する顔の向きの正解データ（対象者の顔の向きを示す相対的な角度に対応）との組み合わせであるデータセットを用いてあらかじめ

学習された学習済みモデルである。

[0043] なお、対象者 9 9 の顔の向きは、上記の顔の向き算出モデルを用いる例に限られない。例えば、画像ストリームを構成する各画像のそれぞれにおいて、対象者 9 9 の顔の特徴点（対象者 9 9 の両目尻、鼻先、口角、顎等）を用いて 3 次元モデルにあてはめを行うことで、対象者 9 9 の顔の向きを算出してもよい。その他、集中値算出部 1 3 は、既存のあらゆる技術を用いて画像ストリームから対象者 9 9 の顔の向きを算出してもよい。

[0044] なお、本実施の形態では、対象者 9 9 の顔の向きを用いる例を説明するが、対象者 9 9 の顔の向きに代えて対象者 9 9 の視線の向きを用いることもできる。対象者 9 9 の視線の向きは、対象者 9 9 の眼球を中心とした画像解析によって算出することができる。なお、対象者 9 9 の視線の向きは、対象者 9 9 の顔の向きと略同等に扱うことができる。したがって、本開示の説明における「顔の向き」を適宜「視線の向き」に読み替えることによって、上記の視線の向きを用いる例が説明される。

[0045] ここで、図 5 及び図 6 を参照して、本実施の形態における対象者 9 9 の状態について説明する。図 5 は、実施の形態に係る注視状態の判定について説明するための図である。また、図 6 は、実施の形態に係る推移状態の判定について説明するための図である。図 5 及び図 6 では、図 3 と同様の視点における対象者 9 9 が示されている。図 5 では、対象者 9 9 は、注視状態である。また、図 6 では、対象者 9 9 は、推移状態である。

[0046] 上記に説明した対象者 9 9 の顔の向きは、図 5 及び図 6 において破線矢印（つまり法線ベクトル）によって方向 9 9 b として示されている。図 5 に示すように、集中値算出部 1 3 は、方向 9 9 b が集中対象領域内にあれば対象者 9 9 が注視状態であると判定する。つまり、方向 9 9 b が、第 1 集中対象領域 9 7 a、又は、第 2 集中対象領域 9 8 a のいずれかの角度範囲に入っていればよい。

[0047] なお、ヒトの視野には有効視野が存在するため、顔の向きはある程度の角度範囲を有していてもよい。すなわち、顔の向きは、範囲 9 9 c などであっ

てもよい。なお、方向 99 b は、範囲 99 c を 2 等分する方向（つまり中心線）である。範囲 99 c が用いられる場合、例えば、集中対象領域に範囲 99 c の一部が重なる状態であれば対象者 99 は注視状態であると判定されてもよい。

[0048] 一方で、図 6 に示すように、方向 99 b が第 1 集中対象領域 97 a の角度範囲にも入っておらず、第 2 集中対象領域 98 a の角度範囲にも入っていない場合、従来であれば、非注視状態、すなわち、余所見をしている状態と判定されうる。一方で、本実施の形態では、方向 99 b が第 1 集中対象領域 97 a と第 2 集中対象領域 98 a との間に位置していることから、このときの対象者 99 を、複数の集中対象物のうちの 2 つの間を視線が推移する推移状態であると判定する。このように、本実施の形態における集中値の算出では、対象者 99 が、注視状態であるか、推移状態であるか、又は、非注視状態であるかのそれぞれの場合に分けることで、より正確度の高い集中値の算出を行う。

[0049] なお、推移状態であるか、非注視状態であるかの判定は、上記に加えて、対象者 99 の顔の向きの経時的な移動ベクトルによって算出されてもよい。この例では、複数の集中対象領域のいずれでもない領域からの、及び、複数の集中対象領域のいずれでもない領域への、対象者 99 の顔の向きの推移が、偶発的に 2 つの集中対象領域の間を通過した場合に、これを推移状態とは判定しないようにすればよい。また、対象者 99 の顔の向きが一定位置に静止している状態の継続時間などが考慮されてもよい。この例では、方向 99 b が第 1 集中対象領域 97 a と第 2 集中対象領域 98 a との間に位置していたとしても、この状態が一定期間継続されるようであれば、非注視状態であると判定するようにすればよい。

[0050] また、一の領域と他の領域の間とは、一の領域内の任意の点と他の領域内の任意の点とを結ぶ線分のうち、一の領域及び他の領域のいずれにも属さない領域のことをいう。

[0051] 集中値算出部 13 は、さらに、取得した画像ストリームから、対象者 99

の単位集中値であるパフォーマンス値の算出を行う。パフォーマンス値は、画像上の対象者 99 の体動、姿勢、及び、表情等から算出される集中値の基となる数値である。パフォーマンス値の算出では、既存のいかなる技術が用いられてもよい。例えば、上記の体動では、連続する前の画像に比べて回数や程度の大きい体動が行われた画像が取得されれば、対象者 99 のパフォーマンス値を低く算出する。また、例えば、上記の姿勢では、対象者 99 の姿勢ごとにあらかじめパフォーマンス値が紐づけられ、取得された画像上の姿勢をマッチングすることで紐づけられたパフォーマンス値を算出する。また、例えば、上記の表情では、対象者の表情に現れるいくつかの特徴に、数値が割り当てられ、画像上の対象者 99 にみられる特徴の数値を合計することでパフォーマンス値を算出する。なお、パフォーマンス値の算出において、上記の対象者 99 の状態（注視状態であるか、推移状態であるか、又は、非注視状態であるか）を加味するとしてもよい。

[0052] このようにして算出されたパフォーマンス値に対して、本実施の形態では、さらに、対象者 99 の状態を統合することで、パフォーマンス値を適化して集中値として算出することを行う。例えば、パフォーマンス値が高い値であったとしても、実際には対象者 99 が非注視状態であれば、集中値が低く算出されるべきである。したがって、集中値算出部 13 は、対象者 99 が注視状態であると判定された場合には、算出したパフォーマンス値に第 1 係数を乗じ、対象者 99 が推移状態であると判定された場合には、算出したパフォーマンス値に第 1 係数以下の第 2 係数を乗じ、対象者 99 が注視状態でないと判定され、かつ、推移状態でないと判定された場合には、算出したパフォーマンス値に第 2 係数よりも小さい第 3 係数を乗じて対象者 99 の集中値を算出する。

[0053] ただし、対象者 99 の状態と、パフォーマンス値の適化のための各係数は、対象者 99 の集中時に取りうる癖などが寄与する可能性があるので、事前に予備的な試験を行うことで対象者 99 ごとに各係数が設定されるようにしてもよい。また、推移状態は、注視状態と同等に扱ってもよい。すなわち、

第1係数及び第2係数は同じ値であってもよい。

[0054] また、以下では、図7を参照しつつ、集中値算出の別の例を説明する。図7は、実施の形態において算出される集中値について説明する図である。図7では、画像ストリームを構成する各画像あたり、すなわち、時間あたりに算出される集中値のグラフが示されている。本図では、特に時間軸上両矢印で示す期間において、パフォーマンス値が同じ値であった場合に、対象者99が推移状態であるか（実線のグラフ）、又は、注視状態及び非注視状態のいずれかであるか（破線のグラフ）によって、算出される集中値が異なる例を示している。

[0055] ここでは、対象者99の状態が注視状態及び非注視状態である場合に比べ、推移状態である場合に算出されているパフォーマンス値の信頼性が低いことから、推移状態である場合に算出されるパフォーマンス値による集中値への影響を低減するための集中値の算出を行う。

[0056] 本例では、 $\{\text{第2時点の集中値} = (\beta \times \text{第1時点のパフォーマンス値}) + ((1 - \beta) \times \text{第2時点のパフォーマンス値})\}$ の式に則り、集中値の算出を行う。

[0057] ここでは、第2時点での集中値の算出のために第1時点のパフォーマンス値と第2時点のパフォーマンス値とを用いる。第2時点は、第1時点に連続する時点であり、いずれも集中値算出システム100における集中値算出のための最小単位の期間を含んでいる。なお、集中値算出システム100における集中値算出のための最小単位の期間は、例えば1秒である。したがって、第1時点で1秒間の集中値が算出された直後の第2時点で1秒間の集中値の算出が行われる。

[0058] 上記式の右辺第1項は、対象者99が推移状態でないと判定された場合における第1時点でのパフォーマンス値に第1重み係数を乗じた第1値、又は、対象者99が推移状態であると判定された場合における第1時点でのパフォーマンス値に第3重み係数を乗じた第3値を示している。また、上記式の右辺第2項は、対象者99が推移状態でないと判定された場合における第2

時点でのパフォーマンス値に第2重み係数を乗じた第2値、又は、対象者99が推移状態であると判定された場合における第2時点でのパフォーマンス値に第4重み係数を乗じた第4値を示している。

[0059] ここで式中の β は、第1時点でのパフォーマンス値と第2時点でのパフォーマンス値とのいずれを重視するかを決定するための重み係数である。例えば、信頼性の高い注視状態又は非注視状態において、第1時点でのパフォーマンス値は、さほど考慮する必要がない。つまり、この場合の第2時点におけるパフォーマンス値は、十分な信頼性があるので、第2時点でのパフォーマンス値の重みを大きくすることが適切である。したがって、 β を比較的小さな値にすればよい。上記式を成立させるためには、 β は、0より大きく1より小さい値となる。なお、 β を0とすれば、第1時点でのパフォーマンス値は全く考慮せずに、第2時点のパフォーマンス値のみから第2時点の集中値を算出することができる。

[0060] 一方で、信頼性の低い推移状態において、第1時点でのパフォーマンス値を重視することで、低信頼の第2時点におけるパフォーマンス値が集中値に与える影響を小さくすることができる。したがって、 β を比較的大きな値にすればよい。このように、対象者99の状態からパフォーマンス値の信頼性を数値（つまり重み係数）として設定して、1最小単位の期間だけ以前のパフォーマンス値を集中値の算出に取り入れてもよい。

[0061] この結果、図7に示すように、注視状態又は非注視状態の場合に比べて、推移状態での集中値の時間領域における変化が緩やかになる（第2時点のパフォーマンス値の影響を受けにくくなる）。

[0062] 以上のようにして、複数の集中対象物が存在する場合に、対象者99の状態を考慮しながら、より高い正確度で対象者99の集中値を算出することができる。

[0063] [効果等]

以上説明したように、本実施の形態における集中値算出システム100は、対象者99が撮像された画像ストリームを取得する画像取得部11と、複

数の集中対象領域であって、複数の集中対象領域の各々が、対象者 99 が注視すべき複数の集中対象物の各々に対応する、複数の集中対象領域を取得する領域取得部 12 と、対象者 99 の集中値を算出する集中値算出部 13 と、を備え、集中値算出部 13 は、取得された画像ストリームから、対象者 99 の顔の向き又は視線の向きを算出し、算出した対象者 99 の顔の向き又は視線の向きと、取得された複数の集中対象領域とに基づいて、対象者 99 が複数の集中対象物のいずれかを注視している注視状態か否かを判定し、判定結果に基づいて対象者 99 の集中値を算出して出力する。

[0064] このような集中値算出システム 100 は、対象者 99 が複数の集中対象物のいずれかを注視しているか否かに基づいて、対象者 99 の集中値を算出できる。対象者 99 が集中対象物を注視している場合は、集中値が比較的高くなるように、また、対象者 99 が集中対象物を注視していない場合は、集中値が比較的低くなるようにできる。つまり、2 以上のような複数の集中対象物があるような場合においても、複数の集中対象物のそれぞれのうちいずれかを注視していることで高い集中値が算出される。一方で、複数の集中対象物のいずれも注視していないのであれば、集中値が低く算出される。集中値算出システム 100 では、このようにして複数の集中対象物がある場合にもより高い正確度で集中値を算出することが可能となる。

[0065] また、例えば、複数の集中対象領域の各々は、対象者 99 に対して当該集中対象領域に対応する集中対象物を注視させる指示が対象者 99 に対して提示されたときに撮像された領域決定画像に基づいて決定されて、あらかじめ記憶部に記憶されており、領域取得部 12 は、記憶部を参照して、複数の集中対象領域を取得してもよい。

[0066] これによれば、集中対象物を注視させる指示に対して、対象者 99 が注視するときの顔の向き又は視線の向きによって決定された集中対象領域を取得できる。

[0067] また、例えば、複数の集中対象領域の各々は、対象者 99 に対して当該集中対象領域に対応する集中対象物の一端及び他端を注視させる指示に対して

、一端を注視する対象者 99 の顔の向き又は視線の向きと、他端を注視する対象者 99 の顔の向き又は視線の向きとの間の領域として決定されて、あらかじめ記憶部に記憶されていてもよい。

[0068] これによれば、一端及び他端のそれぞれを注視するときの対象者 99 の顔の向き又は視線の向きの間の領域として決定された集中対象領域を取得できる。

[0069] また、例えば、集中対象領域は、対象者 99 が使用するスペースごとにあらかじめ設定されて、記憶部に記憶されており、領域取得部 12 は、記憶部を参照して、複数の集中対象領域を取得してもよい。

[0070] これによれば、スペースごとにあらかじめ設定された集中対象領域を取得できる。

[0071] また、例えば、集中対象領域は、対象者 99 ごとにあらかじめ設定されて、記憶部に記憶されており、領域取得部 12 は、記憶部を参照して、複数の集中対象領域を取得してもよい。

[0072] これによれば、対象者 99 ごとにあらかじめ設定された集中対象領域を取得できる。

[0073] また、例えば、対象者 99 の顔の向きは、取得された画像ストリームから、対象者 99 の顔の法線ベクトルとして算出され、複数の集中対象領域のそれぞれは、対象者 99 の位置を中心とした所定の角度範囲を有し、集中値算出部 13 は、算出された法線ベクトルが、所定の角度範囲内にある場合に、対象者 99 が当該所定の角度範囲を有する集中対象領域に対応する集中対象物を注視している注視状態と判定してもよい。

[0074] これによれば、画像ストリームから、対象者 99 の顔の法線ベクトルを算出して、注視状態であるか否かを判定できる。

[0075] また、例えば、集中値算出部 13 は、注視状態でないと判定した場合に、さらに、対象者 99 が、複数の集中対象物のうちの 2 つの間を視線が推移する推移状態であるか否かを判定し、判定結果に基づいて対象者 99 の集中値を算出してもよい。

- [0076] これによれば、対象者 99 が注視状態でない場合に、単に非注視状態と判定するのではなく、ある集中対象領域と別の集中対象領域との間を視線が推移する推移状態であるかを判定できる。この判定結果によって集中値を算出することができる。
- [0077] また、例えば、集中値算出部 13 は、さらに、取得された画像ストリームから、対象者 99 の単位集中値であるパフォーマンス値を算出し、対象者 99 が注視状態であると判定された場合には、算出したパフォーマンス値に第 1 係数を乗じ、対象者 99 が推移状態であると判定された場合には、算出したパフォーマンス値に第 1 係数以下の第 2 係数を乗じ、対象者 99 が注視状態でないと判定され、かつ、推移状態でないと判定された場合には、算出したパフォーマンス値に第 2 係数よりも小さい第 3 係数を乗じて対象者 99 の集中値を算出してもよい。
- [0078] これによれば、集中値は、注視状態であれば、パフォーマンス値に基づいて最も高い数値となり、推移状態であれば、パフォーマンス値に基づいて注視状態である場合以下の数値となり、非注視状態であれば、パフォーマンス値に基づいて推移状態である場合よりも小さい数値となるように算出される。
- [0079] また、例えば、集中値算出部 13 は、さらに、取得された画像ストリームから、対象者 99 の単位集中値であるパフォーマンス値を、第 1 時点及び第 1 時点に連続する第 2 時点で算出し、対象者 99 が注視状態であると判定された場合、及び、対象者 99 が注視状態でないと判定され、かつ、推移状態でないと判定された場合には、算出した第 1 時点におけるパフォーマンス値に第 1 重み係数を乗じた第 1 値、及び、算出した第 2 時点におけるパフォーマンス値に第 2 重み係数であって第 1 重み係数と 1 との差分である第 2 重み係数を乗じた第 2 値を加算し、対象者 99 が推移状態であると判定された場合には、算出した第 1 時点におけるパフォーマンス値に第 1 重み係数とは異なる第 3 重み係数を乗じた第 3 値、及び、算出した第 2 時点におけるパフォーマンス値に第 4 重み係数であって第 3 重み係数と 1 との差分である第 4 重

み係数を乗じた第4値を加算して対象者99の集中値を算出し、第1重み係数、及び、第3重み係数は、0より大きく1より小さい数値であってもよい。

[0080] これによれば、第1時点と第2時点とのそれぞれにおいて算出されたパフォーマンス値を考慮した、第2時点における集中値を算出することができる。この時、対象者99が注視状態又は非注視状態であるか、又は、推移状態であるかに基づいて第1時点のパフォーマンス値と第2時点のパフォーマンス値とのそれぞれに対する重み（つまり、第1時点でのパフォーマンス値をどれほど第2時点のパフォーマンス値に影響させるか）を変更することで、より正確な集中値を算出することが可能となる。

[0081] また、本実施の形態における集中値算出方法は、対象者99が撮像された画像ストリームを取得し、複数の集中対象領域であって、複数の集中対象領域の各々が、対象者99が注視すべき複数の集中対象物の各々に対応する複数の集中対象領域を取得し、取得された画像ストリームから、対象者99の顔の向き又は視線の向きを算出し、算出した対象者99の顔の向き又は視線の向きと、取得された複数の集中対象領域とに基づいて、対象者99が複数の集中対象物のいずれかを注視している注視状態であるか否かを判定し、判定結果に基づいて対象者99の集中値を算出して出力する。

[0082] このような集中値算出方法では、上記に記載の集中値算出システムと同様の効果を奏することができる。

[0083] また、例えば、上記に記載の集中値算出方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとしてもよい。

[0084] これによれば、上記に記載の集中値算出方法をコンピュータに実行させることができる。

[0085] （その他の実施の形態）

以上、本開示に係る集中値算出システム、集中値算出方法、およびプログラムについて、上記実施の形態等に基づいて説明したが、本開示は、上記の実施の形態に限定されるものではない。例えば、各実施の形態等に対して

当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で各実施の形態における構成要素および機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本開示に含まれる。

[0086] 例えば、上記した演算装置のみを備え、演算装置を外部の撮像装置、外部の記憶装置、及び外部の出力装置に接続する構成により、集中値算出システムを演算装置のみによって実現してもよい。このように、撮像装置、記憶装置、及び出力装置は必須の構成ではない。

[0087] また、例えば、図8に示すように、複数の集中対象物のそれぞれは、物理的な物体でなくてもよい。図では、コンピュータのディスプレイ96に表示された第1アプリケーションウィンドウ97bが第1集中対象物として、第2アプリケーションウィンドウ98bが第2集中対象物として本開示の内容が適用されてもよい。昨今のディスプレイ装置の大型化に伴い、従来の技術では対象者の集中値を高い正確度で算出することができなかったが、本開示の内容を適用することでこれを可能とすることができる。

[0088] また、図9に示すように、上記の実施の形態における集中値算出部に機械学習によって学習された学習モデルを利用することもできる。図9は、別例に係る集中値算出部の機能構成を示すブロック図である。この例では、演算装置10には、実施の形態における集中値算出部13に代えて集中値算出部13aが備えられる。集中値算出部13aは、取得した画像ストリーム及び取得した集中対象領域を集中値算出モデル13bに入力することで、対象者99の集中値を直接的に出力させることができる。そして、対象者99の集中値として、集中値算出モデル13bから出力された出力結果をそのまま出力する。

[0089] 集中値算出モデル13bは、あらかじめ、機械学習によって、画像ストリーム及び集中対象領域と、集中値との相関関係が学習された学習モデルである。なお、本例では、集中値算出システム100は、集中値算出モデル13bを生成する（学習させる）ために、モデル生成部13cをさらに備える。モデル生成部13cは、集中値算出モデル13bを生成するために、画像ス

トリーム及び集中対象領域の２つの情報に対応する入力データと、入力データに対する正解の（又は正解及び不正解を含む）出力データとを教師データとして用いる。

[0090] この例では、入力データとして、画像ストリーム及び集中対象領域に対応する教師画像／教師領域Ｄ１が学習用に入力されている。また、この例では、出力データとして、対象者９９の教師集中値Ｄ２が学習用に入力されている。そして、教師画像／教師領域Ｄ１及び教師集中値Ｄ２を組み合わせたデータセットにより、集中値算出モデル１３ｂを調整する。例えば、複数層の階層からなるニューラルネットワークで構成された集中値算出モデル１３ｂである場合、各ニューロンに付される重み係数をバックプロパゲーションなどの手法によって調整して入力データに対して、適切な出力データが得られるように機械学習が行われる。

[0091] そして、集中値算出部１３ａが学習済みの集中値算出モデル１３ｂに対して、取得した画像ストリーム及び取得した集中対象領域を入力することで、適切な対象者９９の集中値が出力される。このように、集中値算出部１３ａによる集中値の算出は、機械学習された学習モデルを利用して実現することもできる。

[0092] なお、この例において、モデル生成部１３ｃを備える集中値算出システム１００について説明したが、集中値算出システム１００を製造するに際して、学習済みの集中値算出モデル１３ｂを演算装置１０内に記録しておき、その後は、学習の過程を経ることなく、記録された集中値算出モデル１３ｂを利用するのみの構成も実現可能である、この場合においては、モデル生成部１３ｃを備えることなく集中値算出システム１００を実現することも可能である。

[0093] また、例えば、本開示は、集中値算出システムとして実現できるだけでなく、集中値算出システムの各構成要素が行う処理をステップとして含むプログラム、および、そのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体として実現することもできる。プログラムは、記録媒体に予め記録さ

れていてもよく、あるいは、インターネットなどを含む広域通信網を介して記録媒体に供給されてもよい。

[0094] つまり、上述した包括的または具体的な態様は、システム、装置、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能な記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

符号の説明

[0095] 1 1 画像取得部
 1 2 領域取得部
 1 3 集中値算出部
 9 9 対象者
 1 0 0 集中値算出システム

請求の範囲

- [請求項1] 対象者が撮像された画像ストリームを取得する画像取得部と、
複数の集中対象領域であって、前記複数の集中対象領域の各々が、
前記対象者が注視すべき複数の集中対象物の各々に対応する、複数の
集中対象領域を取得する領域取得部と、
前記対象者の集中値を算出する集中値算出部と、を備え、
前記集中値算出部は、
取得された前記画像ストリームから、前記対象者の顔の向き又は
視線の向きを算出し、
算出した前記対象者の顔の向き又は視線の向きと、取得された前
記複数の集中対象領域とに基づいて、前記対象者が前記複数の集中対
象物のいずれかを注視している注視状態か否かを判定し、
判定結果に基づいて前記対象者の集中値を算出して出力する
集中値算出システム。
- [請求項2] 前記複数の集中対象領域の各々は、前記対象者に対して当該集中対
象領域に対応する集中対象物を注視させる指示が前記対象者に対して
提示されたときに撮像された領域決定画像に基づいて決定されて、あ
らかじめ記憶部に記憶されており、
前記領域取得部は、前記記憶部を参照して、前記複数の集中対象領
域を取得する
請求項1に記載の集中値算出システム。
- [請求項3] 前記複数の集中対象領域の各々は、前記対象者に対して当該集中対
象領域に対応する集中対象物の一端及び他端を注視させる指示に対し
て、前記一端を注視する前記対象者の顔の向き又は視線の向きと、前
記他端を注視する前記対象者の顔の向き又は視線の向きとの間の領域
として決定されて、あらかじめ記憶部に記憶されている
請求項2に記載の集中値算出システム。
- [請求項4] 前記集中対象領域は、前記対象者が使用するスペースごとにあらか

じめ設定されて、記憶部に記憶されており、

前記領域取得部は、前記記憶部を参照して、前記複数の集中対象領域を取得する

請求項 1 に記載の集中値算出システム。

[請求項5]

前記集中対象領域は、前記対象者ごとにあらかじめ設定されて、記憶部に記憶されており、

前記領域取得部は、前記記憶部を参照して、前記複数の集中対象領域を取得する

請求項 1 に記載の集中値算出システム。

[請求項6]

前記対象者の顔の向きは、取得された前記画像ストリームから、前記対象者の顔の法線ベクトルとして算出され、

前記複数の集中対象領域のそれぞれは、前記対象者の位置を中心とした所定の角度範囲を有し、

前記集中値算出部は、算出された前記法線ベクトルが、前記所定の角度範囲内にある場合に、前記対象者が当該所定の角度範囲を有する集中対象領域に対応する集中対象物を注視している前記注視状態と判定する

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の集中値算出システム。

[請求項7]

前記集中値算出部は、前記注視状態でないと判定した場合に、さらに、前記対象者が、前記複数の集中対象物のうちの 2 つの間を視線が推移する推移状態であるか否かを判定し、判定結果に基づいて前記対象者の集中値を算出する

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の集中値算出システム。

[請求項8]

前記集中値算出部は、

さらに、取得された前記画像ストリームから、前記対象者の単位集中値であるパフォーマンス値を算出し、

前記対象者が前記注視状態であると判定された場合には、算出した前記パフォーマンス値に第 1 係数を乗じ、前記対象者が前記推移状

態であると判定された場合には、算出した前記パフォーマンス値に前記第 1 係数以下の第 2 係数を乗じ、前記対象者が前記注視状態でないと判定され、かつ、前記推移状態でないと判定された場合には、算出した前記パフォーマンス値に前記第 2 係数よりも小さい第 3 係数を乗じて前記対象者の集中値を算出する

請求項 7 に記載の集中値算出システム。

[請求項 9]

前記集中値算出部は、

さらに、取得された前記画像ストリームから、前記対象者の単位集中値であるパフォーマンス値を、第 1 時点及び前記第 1 時点に連続する第 2 時点で算出し、

前記対象者が前記注視状態であると判定された場合、及び、前記対象者が前記注視状態でないと判定され、かつ、前記推移状態でないと判定された場合には、算出した前記第 1 時点におけるパフォーマンス値に第 1 重み係数を乗じた第 1 値、及び、算出した前記第 2 時点におけるパフォーマンス値に第 2 重み係数であって前記第 1 重み係数と 1 との差分である第 2 重み係数を乗じた第 2 値を加算し、

前記対象者が前記推移状態であると判定された場合には、算出した前記第 1 時点におけるパフォーマンス値に前記第 1 重み係数とは異なる第 3 重み係数を乗じた第 3 値、及び、算出した前記第 2 時点におけるパフォーマンス値に第 4 重み係数であって前記第 3 重み係数と 1 との差分である第 4 重み係数を乗じた第 4 値を加算して前記対象者の集中値を算出し、

前記第 1 重み係数、及び、前記第 3 重み係数は、0 より大きく 1 より小さい数値である

請求項 7 に記載の集中値算出システム。

[請求項 10]

前記対象者の顔の向き又は視線の向きは、前記画像ストリームと、前記画像ストリームを撮像する撮像装置に対する前記対象者の顔の向き又は視線の向きとの相関関係が機械学習によって学習された向き算

出モデルに対して前記画像ストリームを入力することで、出力結果として算出される

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の集中値算出システム。

[請求項11]

対象者が撮像された画像ストリームを取得し、

複数の集中対象領域であって、前記複数の集中対象領域の各々が、前記対象者が注視すべき複数の集中対象物の各々に対応する複数の集中対象領域を取得し、

取得された前記画像ストリームから、前記対象者の顔の向き又は視線の向きを算出し、

算出した前記対象者の顔の向き又は視線の向きと、取得された前記複数の集中対象領域とに基づいて、前記対象者が前記複数の集中対象物のいずれかを注視している注視状態であるか否かを判定し、

判定結果に基づいて前記対象者の集中値を算出して出力する
集中値算出方法。

[請求項12]

請求項 1 1 に記載の集中値算出方法をコンピュータに実行させるための

プログラム。

[請求項13]

対象者が撮像された画像ストリームを取得する画像取得部と、

複数の集中対象領域であって、前記複数の集中対象領域の各々が、前記対象者が注視すべき複数の集中対象物の各々に対応する、複数の集中対象領域を取得する領域取得部と、

前記対象者の集中値を算出する集中値算出部と、を備え、

前記集中値算出部は、前記画像ストリーム及び前記複数の集中対象領域と、前記対象者の集中値との相関関係が機械学習によって学習された集中値算出モデルに対して前記画像ストリーム及び前記複数の集中対象領域を入力することで、前記対象者の集中値を算出する

集中値算出システム。

[請求項14]

請求項 1 3 に記載の集中値算出モデルを生成するモデル生成部を備

える、

集中値算出モデル生成システム。