

氏 名 (本 籍)	本 郷 仁 志 (岐阜県)
学 位 の 種 類	博 士 (工学)
学 位 記 号 番 号	甲第 110 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 年 3 月 25 日
専 攻	電子情報システム工学専攻
学 位 論 文 題 目	ヒューマンインタフェースにおける視覚メカニズムの解明と 視線検出技術への応用 (Analysis of visual mechanism based on human interface as applied to interface of detected eye direction)
学位論文審査委員	(主査) 教 授 山 本 和 彦 (副査) 教 授 小 鹿 丈 夫 教 授 藤 田 廣 志

論文内容の要旨

本論文では、人間の視覚メカニズムに適切なインタフェースを構築することを目的として、人間の視覚メカニズムとして眼球運動を伴う注視点における視覚情報処理の特性や能力の解明、ならびに汎用性のある視線インタフェースを実現するために必要な技術とその評価について述べたものである。人間の視覚特性に適合するインタフェースを設計、構築していくためには、人間の眼球運動を伴う視覚情報の獲得および処理能力を客観的に評価する必要がある。そこで、本論文では、眼球運動と視覚情報処理能力の関係を分析、評価するために、眼球運動に合わせて注視領域をマスクする注視点マスキング法を提案する。つまり、注視位置に任意のタイミングとサイズでマスキングすることで、注視点での図形探索や文字の読みなどの視覚情報処理能力を客観的に評価する。更に、立体映像鑑賞における両眼眼球運動の分析や、アルツハイマー病が眼球運動と視覚情報処理機構に及ぼす影響を健常者と比較することで視覚メカニズムの解明を試みる。次に、視線検出の工学的な応用として、カメラ画像から視線方向をリアルタイムで検出するために、個人差、照明、顔の向きの変化などに対して、エッジ情報と色情報を統合したロバストな顔および顔部品抽出方法を提案する。更に、顔部品の相対位置から顔の向き、および目領域から虹彩部を抽出することで視線方向を推定し、その結果からモニタ上の注視位置を算出する方法について述べる。最後に、これらの技術を搭載したシステムによる視線インタフェースの評価について述べる。本論文は、6つの章から構成されており、以下にその概要を述べる。

第1章では、本研究を始めるに至った背景と研究目的および概要を述べる。

第2章では、人間の視覚情報処理の能力およびその特性にあったインタフェースを構築することを目的とし、ヒューマンインタフェースの観点から人間の視覚メカニズムの解明を試みる。特に、サッカー中では視覚情報を抑制し注視中に獲得する視覚情報処理と眼球運動との密接な関係に着目し、眼球運動を伴う注視点での視覚情報処理能力を評価する。そこで、注視したときに獲得できる視覚情報を制御することで、視覚情報の獲得特性および処理能力を客観的に評価する注視点マスキング法を提案する。眼球運動に

合わせて注視点をマスキングするタイミングや領域を制御することができる注視点マスキング装置を開発し、その装置を用いて、図形探索、日本語文章の読みの実験を行い、課題達成度、視覚情報の処理能力、および眼球運動を定性的かつ定量的に分析した結果について述べる。

次に、ハイビジョン立体画像表示装置と同期した4名分の両眼眼球運動が同時に計測可能な多人数両眼眼球運動計測装置を開発し、3D映像による両眼眼球運動への影響を調べる。更に、アルツハイマー病が眼球運動と視覚情報処理に及ぼす影響を、注視点マスキング法を用いた図形探索実験により、他の痴呆病および健常者との結果を比較しながら分析した結果について述べる。

第3章では、視線検出の工学的な応用として、カメラ画像から視線方向をリアルタイムで検出するために、まず、個人差、照明、顔の向きなどの変化に対して、エッジ情報と色情報を統合したロバストな顔および顔部品抽出方法を提案する。肌色類似色の背景から顔領域を抽出することは非常に困難である。そこで、色ヒストグラムから肌色基準値を求める際に、肌色でかつ動領域を検出し、その領域が顔と判断された場合、その領域から肌色基準値を求めることで、よりの確に顔領域を抽出する方法を提案する。顔の判定には、本研究で提案するエッジ情報と色情報を統合した自動更新型テンプレートマッチングによる顔部品抽出方法の結果から判断する。本章では、顔の向きを変えた場合と、更に首の傾きを加えた場合の顔画像を収集し、エッジ情報のみと色情報を加えた場合およびテンプレート更新の有無による比較実験を行い、本手法の有効性を確認する。

第4章では、第3章で検出された結果を基に顔の向きを推定する方法について述べる。正面顔画像から顔モデルを獲得し、目、口の検出結果と顔モデルを回転させたときの目、口の相対位置関係との誤差が最小となった角度を顔の向きの推定結果とする。更に、低解像度の眼部画像からエッジ情報と色情報により虹彩部を抽出し視線方向を推定する方法について述べる。

第5章では、視線インタフェースを評価するために、以上で述べた視線検出技術をパン・チルト・ズームカメラを備えたワークステーション上に構築する。本章では、視線ポインティングを実現するために、モニタ上の注視位置を算出する方法について述べ、搭載した視線インタフェースの評価を行う。

最後に、第6章で本論文の結論を述べる。

学位論文等審査結果の要旨

本論文では、人間の視覚メカニズムに適切なインタフェースを構築することを目的として、人間の視覚メカニズムとして眼球運動を伴う注視点における視覚情報処理の特性や能力の解明、ならびに汎用性のある視線インタフェースを実現するために必要な技術とその評価について述べたものである。人間の視覚特性に適合するインタフェースを設計、構築していくためには、人間の眼球運動を伴う視覚情報の獲得および処理能力を客観的に評価する必要がある。

そこで、本論文では、眼球運動と視覚情報処理能力の関係を分析、評価するために、眼球運動に合わせて注視領域をマスクする注視点マスキング法を提案した。注視位置に任意のタイミングとサイズでマスキングすることで、注視点での図形探索や文字の読みなどの視覚情報処理能力を客観的な評価を行った。更に、立体映像鑑賞における両眼眼球運動の分析や、

アルツハイマー病が眼球運動と視覚情報処理機構に及ぼす影響を健常者と比較することで視覚メカニズムの解明を試みた。各実験結果から、ヒューマンインタフェース設計に役立つ様々な知見を得た。

次に、視線検出の工学的な応用として、カメラ画像から視線方向をリアルタイムで検出するために、個人差、照明、顔の向きの変化などに対して、ロバストな顔および顔部品抽出方法を提案した。肌色動領域から肌色基準値を求めることで、肌色類似色の背景から顔領域を抽出が可能となった。更に、エッジ情報と色情報を統合した自動更新型テンプレートマッチングにより、顔の傾き、個人差に対してロバスト抽出方法を確立した。

更に、顔部品の相対位置から顔の向き、および目領域から虹彩部を抽出することで視線方向を推定し、その結果からモニタ上の注視位置を算出する方法を提案した。最後に、視線インタフェースを評価するために、以上で述べた視線検出技術をパン・チルト・ズームカメラを備えたワークステーション上に構築した。