

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4619582号
(P4619582)

(45) 発行日 平成23年1月26日(2011.1.26)

(24) 登録日 平成22年11月5日(2010.11.5)

(51) Int.Cl.		F I	
G09F	9/33 (2006.01)	G09F	9/33 Z
G09F	9/00 (2006.01)	G09F	9/00 357
A61B	3/113 (2006.01)	G09F	9/00 361
G09G	5/00 (2006.01)	A61B	3/10 B
		G09G	5/00 510A

請求項の数 8 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-250265 (P2001-250265)	(73) 特許権者	593132135 ▲館▼ ▲すすむ▼ 茨城県つくば市梅園二丁目31番14号
(22) 出願日	平成13年8月21日(2001.8.21)	(73) 特許権者	598072733 前田 太郎 東京都台東区谷中1丁目2番19号
(65) 公開番号	特開2002-175025 (P2002-175025A)	(73) 特許権者	500422056 渡邊 淳司 千葉県市川市若宮3丁目13番12号
(43) 公開日	平成14年6月21日(2002.6.21)	(74) 代理人	100103137 弁理士 稲葉 滋
審査請求日	平成20年8月18日(2008.8.18)	(72) 発明者	館 ▲すすむ▼ 茨城県つくば市梅園2丁目31番14号
(31) 優先権主張番号	特願2000-273360 (P2000-273360)	(72) 発明者	前田 太郎 東京都台東区谷中1丁目2番19号 最終頁に続く
(32) 優先日	平成12年9月8日(2000.9.8)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
特許法第30条第1項適用 平成13年6月30日 日本バーチャルリアリティ学会発行の「日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol. 6 No. 2 2001」に発表			

(54) 【発明の名称】 眼球運動を利用した情報提示装置及び情報提示方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光点からなる注視点と、
光点からなる視標と、
該注視点と該視標との間に配設した光点群と、
前記注視点、前記視標、前記光点群の各光点の発光のタイミングを制御する制御ICと、
を有し、
前記制御ICによって最初に該注視点を発光させ、次いで、該注視点の発光を停止すると共に該視標を発光させることによって該注視点から該視標へとサッケードを誘発させると共に、前記制御ICによって該サッケードに合わせて該光点群の発光パターンを時間変化させることで情報を提示するように構成したことを特徴とする眼球運動を利用した情報提示装置。

【請求項2】

請求項1において、前記光点群は、一つあるいは複数の光点列であることを特徴とする情報提示装置。

【請求項3】

請求項1、2いずれかにおいて、該サッケードはエクスプレスサッケードであることを特徴とする情報提示装置。

【請求項4】

請求項1～3いずれか1項において、該光点群の発光パターンを時間変化させることで、

ある情報を提示するのに空間的に必要な表示点数より少ない点数の光点によって情報を提示することを特徴とする情報提示装置。

【請求項 5】

請求項 1～4 いずれか 1 項において、該視標の明るさを該注視点の明るさよりも明るくすることを特徴とする情報提示装置。

【請求項 6】

光点からなる注視点と、光点からなる視標と、の間に光点群を配設し、前記注視点、前記視標、前記光点群の各光点の発光のタイミングを制御する制御 IC によって最初に該注視点を発光させ、次いで、該注視点の発光を停止すると共に該視標を発光させることによって該注視点から該視標へとサッケードを誘発させると共に、前記制御 IC によって該サ

10

【請求項 7】

請求項 6 において、該視標の明るさを該注視点の明るさよりも明るくすることを特徴とする情報提示方法。

【請求項 8】

請求項 6、7 いずれかにおいて、該サッケードはエクスプレスサッケードであることを特徴とする情報提示方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

本発明は、眼球運動を利用したディスプレイ及び情報提示方法に係り、詳しくは、サッケード（衝動性眼球運動）を利用したディスプレイ及び情報提示方法に関するものである。例えば、本発明に係る情報提示手法は、共生型の情報主体として働く装着システムであるパラサイトヒューマンにおける利用が期待される。

【0002】

【従来の技術】

従来、光点群を移動させることで情報を提示させることが行なわれている。具体的には、光点群を備えた合図灯を手で振ることにより、「検問中」あるいは「止まれ」のような情報を提示する手法が知られている。

30

【0003】

本発明は、眼球運動に着目して情報提示を行なうものであり、従来のものとは異質なものである。眼球運動（サッケード）は、例えば、脳疾患の検査等の医療分野に用いられているが、眼球運動に着目して情報提示を行なおうとする技術は存在しない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来には無い全く新しい着想に基づいて創案されたものであって、人間の眼球運動、特にサッケードという高速で時間的に安定した眼球運動に着目することにより、簡便で汎用的な情報提示手法を提供することを目的とするものである。

【0005】

40

【課題を解決するための手段】

本発明が採用した技術手段は、注視点と、視標と、該注視点と該視標との間に配設した光点とを有し、該注視点から該視標へと眼球運動を誘発させると共に、該眼球運動に合わせて該光点を発光させて情報を提示するように構成したことを特徴とするものである。好ましくは、前記光点は、複数の光点からなる光点群であり、さらに好ましくは、前記光点群は、一列の光点列である。そして、眼球運動に合わせて、該光点群の発光パターンを時間変化させることで情報を提示することができる。

【0006】

図 1 (a) に示すように光点がある一定以上の速さで移動すると、残像によりその軌跡が連続した線に見えるが、逆に図 1 (b) に示すように光点は動かず、眼球が一定以上の速

50

さで運動することによっても同様の残像効果によって線が見える。本発明はこのことを利用したものである。図2(a)に示すように、光点を一列に並べて移動させ、移動している途中に光点列の発光パターンを時間変化させることで、文字、記号等の情報を提示することができる。そこで、図1(b)の原理を利用すると、眼球運動が起こっている途中に光点列の発光パターンを時間変化させることによっても、文字、記号等の情報を提示することが可能である(図2(b))。

【0007】

注視点、視標は好ましくは光点である。注視点、指標、光点列は、一つの好ましい態様ではLEDから構成されるが、これに限定されるものではなく、その他公知の光源から適宜に採用され得る。

【0008】

光点群の配設態様は限定されず必ずしも直線形態で並んでいる必要はないが、一つの最も好ましい態様では、光点群は一列の光点列であり、上下方向に連続する複数行を備えている。光点列が一列であれば該光点列を構成する光点の制御が、複数の列数の光点列の光点の制御に比べて容易であり、また、列数が少ないほど空間的に邪魔にならない。また、本発明では、一つの光点を有するものを排除するものではないが、知覚される情報は破線や直線となるので、情報量は少ないものとなる。

【0009】

眼球運動(サッケード)は、一つの好ましい態様では、最初に該注視点を発光させ、次いで、該注視点の発光を停止すると共に該視標を発光させることによって誘発させる。注視点の発光の停止と視標の発光のタイミングは、一つの好ましい態様では、注視点の発光が停止すると視標が光るまでにある程度(200ms)の時間を取るようになっている。したがって、「注視点の発光を停止すると共に視標を発光させる」という表現は、注視点の発光を停止した後に視標を発光させることを含むものである(注視点の停止と視標の発光を同時に行なうものを排除するものではない)。

【0010】

また、本発明の一つの大きな利点は、空間的に必要な表示点数より、少ない点数の光点によって情報を提示できるということである。すなわち、図17に示すような情報を提示するには、通常25点の光点が必要となる。本発明によれば、例えば5行一列の光点列(5点の光点)を横に移動させることによって、同様の情報を提示することができる。したがって、本発明によれば、装置の小型化が可能であり、また、光点2つと光点列が1列あれば実現可能であり既に存在するリソースが利用できて汎用性があり、さらに、眼球運動を起こした人へのみ情報提示が可能であるという選択的な情報提示を行なうことができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

[情報提示装置及び方法の概要]

本発明の基本的構成について説明する。図3(a)に示すように、本発明に係る装置は、注視点と、視標と、該注視点と該視標との間に配設した光点列とを有し、図示のものでは、上下方向に連続する三つの(3行の)光点からなる一列の光点列が採用されている。図18は実験装置の概略図であって、基板5の左右方向中央部位にパネル4が装着しており、パネル4には複数の光点3が経緯方向に配設されている。基板5にはパネル4を挟むようにしてLEDを利用した注視点1および視標2が配設されている。注視点1、視標2、光点3にはそれぞれ図示しない配線が施されており、各点の発光のタイミングは図示しないICによって制御される。実験では、パネル中央の縦一列の光点列のみを用いた。実施の形態のものは、左右方向に注視点と視標とを配設しているが、注視点及び視標の配置態様はこれに限定されるものではなく、上下方向、あるいは斜め方向に配設するものであってもよい。眼球運動を利用して情報提示を行なうためには、情報を提示する側で眼球運動を誘発し、そのタイミングに合わせて光点列を発光させ、情報を提示する。また、眼球運動によって残像を起こすには、高速な眼球運動が必要であるので、追跡眼球運動の高速運動成分であるサッケード(運動速度300~500deg/sec)を誘発する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

実際には、図3(a)に示すように、先ず、注視点を光らせて注視点に注意を向けさせる。そして次に、注視点を消すとともに視標を光らせる。そうすることにより、視線を注視点から視標に移らせ、サッケードを誘発する。そのサッケードの間に光点列を発光させて図3(b)のように、情報を提示する。

【 0 0 1 3 】

図4に注視点・視標の光るタイミングと眼球の運動を表したタイムチャートを示す。太い実線部分が注視点・視標の光っている時間帯を表し、点線が眼球の動きを表す。先ず、注視点が光り眼球は注視点の方向を向いている。次に、注視点が消えて視標が光る。この時、眼球は視標が光った瞬間に視標に対して動き始めるのではなく、ある一定の時間(潜時)が経ってから動き始める。眼球が動き始め、ある一定の速さを超えている間、図4における矢印の時間の間に光点列を時間変化させ、情報を提示する。通常、視野角10度のサッケードを起こすと、およそ20ms~30ms程度が情報提示に利用できる。

10

【 0 0 1 4 】

本発明に係る手法では、眼球が回転しているうちに、光点を光らせ、変化させて、情報を提示するものであり、したがって、眼球運動に合わせて光点列を光らせるタイミングが重要となる。サッケードにかかる時間を一定と考えたと視標が光ってから眼球が動き出すまでの時間、潜時が時間的に安定したサッケードを誘発することが必要となる。すなわち、安定して再現性よく情報を提示するためには、刺激が提示されてからサッケードが起こるまでの時間が安定しているほど、いつ光点を光らせばよいのかがはっきりしており、光点を光らせるタイミングが安定しているということは、安定した情報提示が可能であることを意味する。

20

【 0 0 1 5 】

[サッケードの種類]

本発明に係る手法では注視点、視標を順番に光らせることによりサッケードを誘発しているが、サッケードには潜時、最高速度、ゲインなどその特性が異なる幾つかの種類が存在する。それらのサッケードは注視点、視標を光らせるタイミングにより誘発される種類が異なる。主なサッケードの種類とそれを誘発する代表的な注視点・視標の発光タイミングを図5に示す。

【 0 0 1 6 】

主なサッケードとして、視標の現れる位置を予め予測して起こされた予期性サッケード(図5(a))、注視点と視標が両方光っている状態から意識的に起こされた視覚誘導内発生サッケード(図5(b))、注視点が消えると同時に指標が光、それに誘導される視覚誘導外発生サッケード(図5(c))、注視点が消えた後ある一定時間経ってから指標が光るエクスプレスサッケード(図5(d))がある。

30

【 0 0 1 7 】

予期性サッケードは視標の現れる位置を予め予測しているため潜時(この場合は注視点が消えてからの時間)が20ms~80msと短くばらついている。視覚誘導内発生サッケードは潜時150ms~200ms程度、視覚誘導外発生サッケードは潜時150ms~200ms程度で、視覚誘導内発生サッケードより最高速度が速く、ゲインが大きい。エクスプレスサッケードは潜時100ms前後で上記二つのサッケードより潜時が短い。

40

【 0 0 1 8 】

この中でもっとも潜時が時間的に安定しているのはエクスプレスサッケードであることが知られている。特に注視点が消えてから視標が光るまでの間隔が200msの条件で最も潜時が安定しているため、本手法では注視点が消えてから視標が光るまでの間隔を200msとしてエクスプレスサッケードを誘発した。さらに、エクスプレスサッケードは反復することにより潜時がより安定することが知られている。

【 0 0 1 9 】

[注視点・視標の明るさ]

注視点・視標の発光タイミングを、注視点が消えてから視標が光るまで200msとした

50

が、これによって常にエクспレスサッケードが誘発されるわけではなく、注視点の明るさ、大きさ等によりその頻度は異なる。そこで、注視点・視標の明るさとエクспレスサッケードの誘発頻度の関係を調べる実験を行なった。注視点、視標の明るさをそれぞれ変化させ、どの程度の頻度でエクспレスサッケードが起きるかを調べた。

【0020】

実験条件の概要を図6に示す。実験は明るさ 0.02 cd/m^2 の暗室の中で行い、被験者は注視点から 45 cm の位置に片方の目の眼球が位置するように腰掛け、その片方の目でサッケードを起こさせた。注視点と視標の間の距離は 8 cm 、視野角は 10 度とした。これは、日常見られるサッケードは 10 程度が多いことによる。注視点、視標、光点列の提示用にはそれぞれLEDを用いた。注視点、視標の大きさは視野角 1.3 度、明るさはそれぞれ明るい (0.8 cd/m^2)、中間 (0.3 cd/m^2)、暗い (0.1 cd/m^2) の3段階として、計9通りの明るさの組合せで実験を行なった。光点列の1つ1つの光点の大きさは視野角 0.25 度、明るさは 14 cd/m^2)とした。

10

【0021】

実験のタイムチャートを図7に示す。注視点が光、被験者は注視点に視線を向ける。次に注視点が消え、 200 ms 経過後に左右いずれかの視標がランダムに光る。左右ランダムにしたのは、反復実験によって予期サッケードが起こるのを防ぐためである。

【0022】

3行1列の光点列を注視点と右視標の間に配置し、右視標が光った後 $40 \text{ ms} \sim 100 \text{ ms}$ の間、1の光点を点灯、 $100 \text{ ms} \sim 160 \text{ ms}$ の間、2の光点を点灯、 $160 \text{ ms} \sim 220 \text{ ms}$ の間、3の光点を点灯させる。これは1の位置に線の残像が見えたら潜時 $40 \text{ ms} \sim 100 \text{ ms}$ の予期性サッケードが起こったということで、2の位置に見えたら潜時 $100 \text{ ms} \sim 160 \text{ ms}$ のエクспレスサッケード、3の位置に見えたら潜時 $160 \text{ ms} \sim 220 \text{ ms}$ の視覚誘導性のレギュラーサッケードということである。それぞれの明るさの組み合わせで50回の試行を行なった。

20

【0023】

被験者のうちの一人の実験結果を図8に示す。注視点が暗いほうがエクспレスサッケードが高い頻度で起きていることがわかる。これは注視点が明るすぎると、注視点が消えること自体が予期性サッケードを誘発しているのではないかと考えられる。また、視標の明るさの変動によってエクспレスサッケードの発生頻度に違いは現れていない。他の被験者も同様の傾向を示している。この実験から考えると、エクспレスサッケードを高い頻度で誘発するには、注視点は、明るすぎないほうがエクспレスサッケードを多く誘発するということがわかった。

30

【0024】

[情報提示能力]

情報提示に本手法を利用した場合、どの程度の情報量を1回のサッケードで提示できるか、本手法の情報提示能力について調べる実験を行った。ここで情報提示能力というのは、本手法を使用した場合、空間において何ピクセル分の情報量を1度に提示できるかということであり、具体的には図9に示すように、横方向に表示可能なピクセル数 X は、サッケード中において情報提示に利用可能な時間を T 、空間における1ピクセルを提示するための最小提示時間を t_m とすると、 $X = T / t_m$ によって計算可能である。サッケード中における情報提示に利用可能な時間 T は既知なので、最小提示時間 t_m を実験により決定した。

40

【0025】

実験条件について説明する。実験は、明るさの実験と同じ暗室の中で行い、LEDも同様のものを使用した。被験者、注視点、視標の位置関係は図6と同じだが、被験者・注視点間の距離を 92 cm 、注視点・視標間の距離を 16 cm とした。注視点から視標までの視野角は 10 度である。注視点、視標の明るさは注視点が 0.1 cd/m^2 、視標が 0.8 cd/m^2 とした。光点列は図6における中央 2番の光点だけ使用した。光点列の横幅は 1 mm と 0.5 mm 、視野角にして 0.0625 度、 0.03125 度の2通りを用意した。

50

【0026】

実験方法について説明する。本実験における注視点、視標、光点列の光るタイミングのタイムチャートを図10に示す。まず、注視点に光り、被験者は注視点に視線を向ける。次に注視点が消え、200ms経過後に左右どちらかの視標がランダムに光る。そして、注視点から視標に向かってサッケードが起きている最中に、図10の光点列中央2番の光点がある特定の時間間隔で点滅する。そうすると、図10下の矢印のように破線が知覚される。そこで、光点列が点滅する間隔を徐々に小さくしていくと、だんだん破線の間隔が小さくなり、最終的には直線が知覚されるようになる。この破線と直線の境界となる時間間隔が情報提示の最小単位時間と考えることができるので、光点の点滅する間隔をどの程度まで小さくしたら直線が知覚されるかを決定した。具体的には、2ms点灯、2ms消灯というパターンから開始し、0.1ms単位で消灯時間を減少させていき、いつ直線と知覚されるか上下法によりその境界を特定した。ただし、光点列の横幅は視野角にして0.0625度、0.03125度の2通り用意し、被験者についても視力0.6程度、視力1.0程度の2グループで実験を行い、それぞれの組み合わせ、4通りの条件で実験を行った。

10

【0027】

実験結果について説明する。上下法によって特定された直線と破線との境界は、光点列の横幅、視力によって異なった。破線が知覚され得る最小の消灯時間を表1に示す。

【表1】

	視力0.6程度	視力1.0程度
横幅 0.0625度	0.4ms	0.3ms
横幅 0.03125度	0.3ms	0.2ms

20

第2行は光点列の横幅を0.0625度とした時の結果で、視力0.6程度の被験者は消灯時間が0.4msまで破線を知覚し、視力1.0程度の被験者は消灯時間が0.3msまで破線を知覚した。第3行は光点列の横幅を0.03125度とした時の結果で、視力0.6程度の被験者は消灯時間が0.3msまで破線を知覚し、視力1.0程度の被験者は消灯時間が0.2msまで破線を知覚した。

30

【0028】

光点列の横幅が小さく、視力がよくなる程少ない消灯時間でも破線が知覚された。視野角10度のサッケードを起こした場合、およそ20ms程度が情報提示に利用できるため、横方向に表示可能なピクセル数 X は、光点列の横幅0.03125度・視力1.0程度の場合で $X=20(\text{ms})/0.2(\text{ms}/\text{ピクセル})=100$ ピクセル、光点列の横幅0.0625度・視力0.6程度の場合で $X=20(\text{ms})/0.4(\text{ms}/\text{ピクセル})=50$ ピクセル程度となる。縦方向に表示可能なピクセル数については、光点列を何行配置するかによって調節が可能であるが、本研究においては最大7行の光点列で情報提示を行ったが、十分提示可能であった。本情報提示手法をディスプレイと考えると、本実験を行った設定では、縦7ピクセル、横50~100ピクセル程度の情報提示能力を持ったディスプレイと考えられる。

40

【0029】

次に本実験において、どのような時に破線が知覚されなくなるか、その物理的条件について考察する。図11左に示すように、光点列の横幅を A (度)、消灯時間を t_m (秒)、消灯している間の眼球運動の速度を V (度/秒)とすると、光点列は消灯している間に網膜上を $V \times t_m$ 移動する。その時、大きさ $d=V \times t_m - A$ の隙間が物理的に存在するが、その隙間が視認されると破線が知覚される。この隙間は、破線の線が存在する部分に比べて小さく、この隙間が視認できるか調べるということは、ランドルト環によって計測されている最小可読閾の視力を求めているの同等と考えられ、その視力を具体的に求めると表2のようになる。

【表2】

50

消灯時間	0.5ms	0.4ms	0.3ms	0.2ms	0.1ms
視野角(度)	0.125	0.1	0.075	0.05	0.025
隙間(度)	0.188	0.0625	0.0375	-0.0125	-0.0375
視力	0.27	0.44	1.33		
隙間(度)	0.219	0.0938	0.0688	0.0188	-0.00625
視力	0.18	0.24	0.38	0.89	

10

表2の第1行は消灯時間 t_m 、第2行は消灯時間のうちに光点列が網膜上を移動する視野角であり、この値は、視野角10度のサッケードにおいて情報提示に使用できる視野角は約5度なので、サッケード中の情報提示可能な時間を T とすると、 $=5 \text{度} \times t_m / T$ によって求められる。第3行は物理的に存在する隙間 d であり、 d から光点列の横幅 A (0.0625度) を引いた値である。第4行は隙間 d を視認できる視力である。この視力以上ないと、隙間を視認することはできない。第5行、第6行は異なる光点列の横幅 (0.03125度) で隙間、視力を求めたものである。また、第3行、第5行で値が負になっているのは、図11右のように $d = V \times t_m - A < 0$ となり隙間が物理的に存在しなくなった状態であり、この時破線は知覚され得ない。

20

【0030】

表2の消灯時間と視力の関係に着目すると、光点列の横幅が0.0625度の時(第3行、第4行)、視力が0.6程度だと消灯時間が0.4msまで隙間が物理的に視認可能であり、視力が1.0程度だと消灯時間が0.4msもしくは0.3msまで隙間が物理的に視認可能である。光点列の横幅が0.03125度の時(第5行、第6行)、視力が0.6だと消灯時間が0.3msまで隙間が物理的に視認可能であり、視力が1.0程度だと消灯時間が0.2msまで隙間が物理的に視認可能である。これは、表1の実験結果とよく合致しており、本手法の情報提示能力を考える場合には、物理的制約が支配的であることがわかった。また、視力はサッケード中、低下するという報告があるが、残像の視認については、あまり低下は見られないようである。

30

【0031】

本実験においては、光点列の横幅を2通り用意して実験を行ったが、理論的には、光点列の横幅を2本の直線のずれを見分けることのできる最小のずれ(副尺視力)の大きさ2" (0.00056度)とし、視認できる最小の隙間の大きさを、人間の視力限界、視力2.0の場合まで、消灯時間を短くすることが可能である。視力2.0の人間が視認できる最小の隙間は $d = 0.00833$ 度であり、 $d = 5 \text{度} \times t_m / T - A$ の関係式(視野角10度のサッケード)に、情報提示に利用できる時間 $T = 20\text{ms}$ 、光点列の横幅 $A = 0.00056$ 、を代入して t_m を求めると、 $t_m = 0.0356\text{ms}$ となり、その時、横方向に表示可能なピクセル数 $X = T / t_m = 562$ ピクセルとなる。

【0032】

つまり理論的には、10度のサッケード1回でVGA(横方向640ピクセル)の解像度を持ったディスプレイの9割程度の2次元情報を提示可能であるということがわかった。しかし、より多くの人に情報を提示するためには、被提示者の視力は0.6程度に設定すべきであるため、表示可能なピクセル数は上記の計算より少なくなる。次に、視力0.6で同様の計算を行うと、副尺視力も変化して、光点列の横幅 $A = 0.00185$ 度となり、 $t_m = 0.119\text{ms}$ と計算される。この時、横方向に表示可能なピクセル数 $X = 168$ ピクセルとなる。この、より汎用的な条件設定では、VGAの1/4程度の2次元情報を提示可能であり、英数字を提示した場合には、英数字1文字の横幅を5ピクセルとすると、30文字程度が提示可能である。ただし、英数字などの文字を提示する場合には、多くの情報を物理的に提示できたとしても、1度の残像で認識できる文字の数は限られておりそれに関する限界も考慮する必要がある。

40

50

【0033】

具体的設計論について述べる。本手法を用いて実際に情報提示を行う場合、どのように各パラメータ(光点列の光るタイミング、サッケードの大きさ、注視点・視標間の距離等)を決定すればよいか、これまでの議論に基づいて設計の指針を示す。まず、サッケード中の眼球運動の速度と経過時間の関係を考えると図12のグラフのようになる。このグラフは縦軸に眼球の運動速度、横軸に経過時間を取り、サッケードが起こり始めてから、サッケードが終わるまでを示したものである。サッケードが起こり始めた時間を $t = 0$ とした。グラフにあるように、サッケードが起こり始めてから眼球の運動速度は上昇し、あるピークを迎え、減少し始め、サッケード終了とともに0になる。本手法によって情報提示を行うには、眼球運動によって残像が起こらなければいけないので、眼球の運動速度がある一定速度(図12のグラフ縦軸 V_0)を超えている間のみ、情報提示が可能となる。サッケードが起きてから初めて情報提示可能な眼球速度になる時間を t_1 とし、眼球速度がピークを迎え、情報提示が不可能になる時間を t_2 とする。情報提示に使用できる時間 $T = t_2 - t_1$ である。この時、空間における1ピクセルを提示するための最小単位時間を t_m とすると、横方向に表示可能なピクセル数 $X = T / t_m$ によって決定される。以上の議論を逆に辿ると、本情報提示手法を利用して情報提示を行う場合、提示したい情報のピクセル数 X が決定すれば、その情報を提示するために必要な時間 T が決定し、その時のサッケードの大きさも決定する。また、図13にあるように、注視点・視標間の距離 D は注視点・被情報提示者間距離 L とサッケードの大きさ θ を使って、 $D = L \times \tan \theta$ と表される。

10

20

【0034】

具体的な設計例として、1m手前から視力0.6程度の人に対して、15文字の英数字を提示することを考える。1文字の横方向を5ピクセルと考えると、表示に必要な横方向のピクセル数 $X = 15(\text{文字}) \times 5(\text{ピクセル/文字}) = 75$ ピクセルなので、1ピクセル提示するための最小単位時間 t_m を0.4msとすると、情報提示のために必要な時間 $T = 75(\text{ピクセル}) \times 0.4(\text{ms/ピクセル}) = 30\text{ms}$ となる。ただし、 $t_m = 0.4\text{ms}$ という値は、前章の実験において、被験者の視力が0.6程度、光点列の横幅が0.0625度の時の値である。次に、情報提示に利用できる時間が30ms以上となる。

【0035】

サッケードの視野角 θ を決定するが、予備実験においてサッケードの大きさと情報提示に利用可能な時間の関係を調べた対応表を表3に示す。

30

【表3】

サッケード	情報提示時間
5度	10~15ms
10度	15~20ms
15度	20~25ms
20度	25~30ms

40

表によると、情報提示に利用できる時間が30ms以上となるサッケードの視野角 θ は20度の場合である。サッケードの視野角 θ が決定されれば、注視点・視標の位置関係も決定される。眼球と注視点の距離 L が1mの時、注視点と視標の距離 $D = L \times \tan \theta = 36\text{cm}$ となる。具体的構成イメージ図を図14左に示す。また、その時の注視点、視標、光点列の光るタイミングチャートを図14右に示す。はじめに、注視点が点灯し、視線を注視点に向けさせる。次に、注視点が消灯してから、200ms経過後に視標を点灯させ、潜時が100ms程度で安定しているエクスプレスサッケードを誘発させる。眼球は100ms程度の潜時の後、視

50

標に向かってサッケードを開始する。視野角20度のサッケードは約80msであり、サッケード中に情報提示が可能な時間は約30msである。その情報提示可能な30msの間に、0.4msずつ光点列を端から文字をスキャンするパターンで点灯させ、文字を提示する(図14右の矢印の間)。ただしこの図14の場合、眼球が右に動いているので、文字を右からスキャンする形で光点列を点灯させる。

【0036】

本明細書ではエクスプレスサッケードという高速で時間的に安定した眼球運動に着目することにより、簡便で汎用的な情報提示手法の提案を行った。この情報提示手法を使用した場合、1度のサッケードで提示可能な情報量は、VGAディスプレイの1/4程度、英数字にして30文字程度であることがわかった。また、本手法を使用して安定した情報提示を行うための条件として、注視点・視標の光るタイミング、注視点・視標の光る明るさの2点に着目し、それぞれ安定した情報提示のための条件を特定した。次いで、本手法を使って情報提示を行う場合、どのように提示系を設計すればよいのか設計の指針を示した。

10

【0037】

本手法の特徴を生かした応用例として、いくつかの方向性が考えられる。

まず第1として、本手法は光点2つと光点列が1列あれば情報提示が可能であるので、本手法を使用したデバイスは小型化が期待でき、図15に示すようにウェアラブル情報提示デバイスに適用可能である。ウェアラブルデバイスに実装する場合、眼球運動を簡単に測定可能であれば、それにあわせて確実に情報提示が可能となる。

20

【0038】

第2として、本手法はデバイスの無い空間にも情報提示することが可能なので、普段生活している街中でも光点を両端の建物に、光点列を片方の光点の近くに配置することによって空中に情報を提示することも可能である。ただし、前章でも議論したように、屋外で本手法を使用する場合は、夕方から夜にかけてなど、やや暗い環境において使用したほうが、より効果的な情報提示が可能となる。

【0039】

第3としては、光点や光点列は、コンピュータの電源等すでに何らかの装置に組み込まれているので、本手法を利用すると、それらすでにあるリソースを組み合わせることによって情報提示することも可能となる。

【0040】

そして第4に、本手法は人間の眼球運動を利用しているため、眼球運動を起こした人のみ情報を見ることが可能であり、情報提示の選択性がある。この特徴を考えると、多くの情報を選択的に提示することが必要となるユビキタスコンピューティング等への応用も考えられる。本手法を使って伝えられる情報量は1度に英単語数語程度であるが、ユビキタスコンピューティングにおいて個々のユニットの状態を提示することは十分可能である。図16はユビキタスコンピューティング、具体的には美術館等の展示における個々の情報(作者、年代、値段等)を提示する場合の応用例である。今後、ますます多くの情報が発信される中で、情報の全てを垂れ流すのではなく、情報を見たい人だけにのみ、情報を提示することが重要となり、本手法の特徴が活かされると考えられる。

30

【図面の簡単な説明】

40

【図1】残像によって線が見えるのを示す図であり、(a)は光点の移動による残像、(b)は眼球運動による残像である。

【図2】光点列による情報提示を示す図であり、(a)は光点列の移動と発光パターンの変化による記号の提示、(b)は眼球運動と光点列の発光パターンの変化による記号の提示である。

【図3】本発明の基本的構成を示す図である。

【図4】注視点・視標の光るタイミングと眼球の運動を表したタイムチャートである。

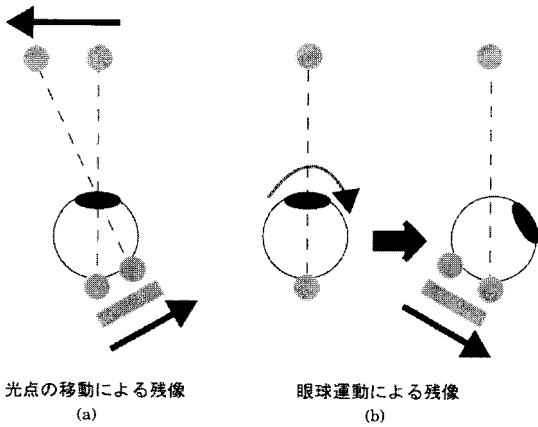
【図5】サッケードの種類と代表的な誘発刺激を示す図である。

【図6】注視点・視表の明るさとエクスプレスサッケードの誘発頻度の関係を調べる実験の実験条件の概要を示す図である。

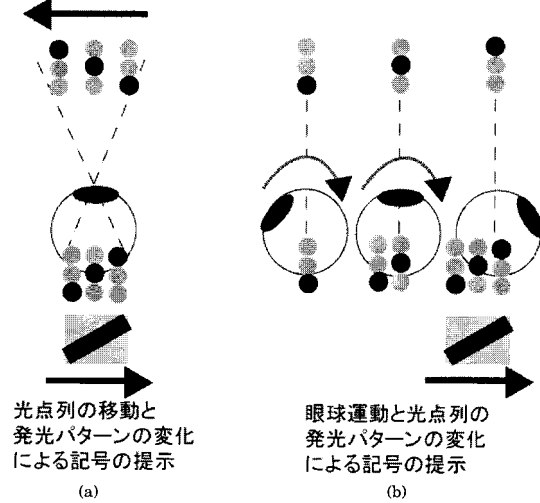
50

- 【図 7】明るさ実験のタイムチャートである。
- 【図 8】明るさと誘発頻度の関係の実験結果を示す図である。
- 【図 9】横方向に表示可能なピクセル数の算出を示す図である。
- 【図 10】解像度実験のタイムチャートである。
- 【図 11】破線が知覚される場合を示す図である。
- 【図 12】眼球速度と時間の関係を示す図である。
- 【図 13】位置関係の決定を示す図である。
- 【図 14】具体的な設計例を示す図である。
- 【図 15】本発明のウェアブルへの応用を示す図である。
- 【図 16】本発明のユビキタスへの応用を示す図である。
- 【図 17】提示される情報の一例を示す図である。
- 【図 18】本発明の実験装置の概略図である。

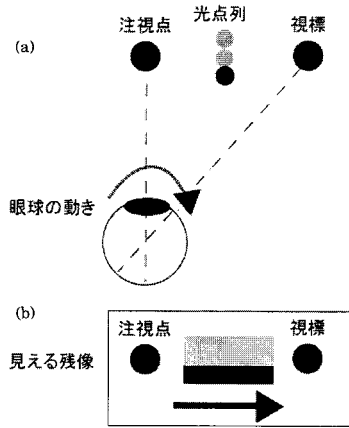
【図 1】



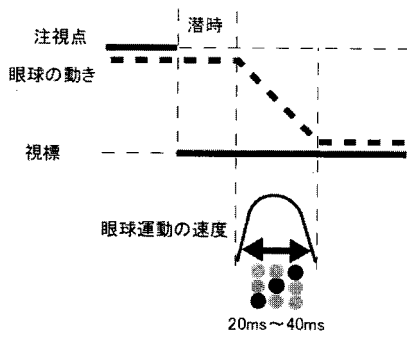
【図 2】



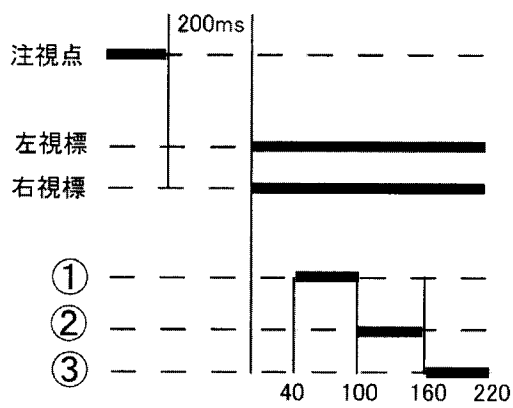
【図3】



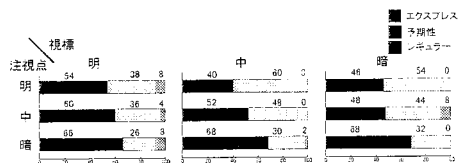
【図4】



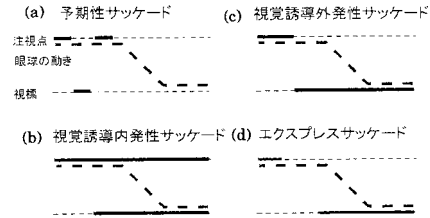
【図7】



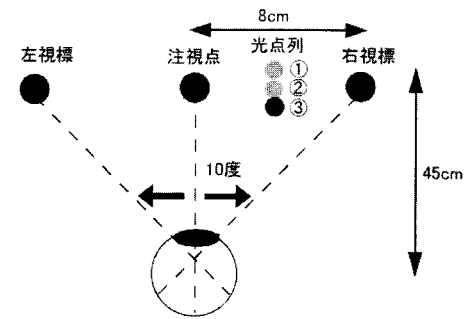
【図8】



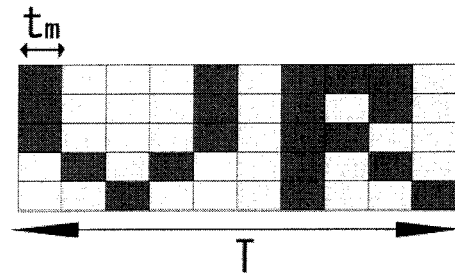
【図5】



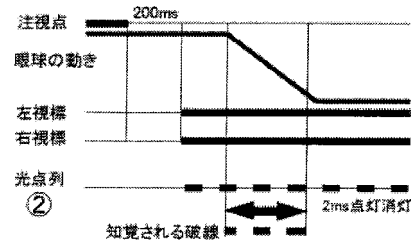
【図6】



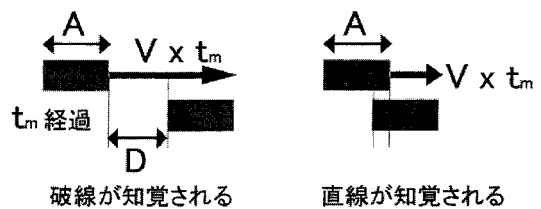
【図9】



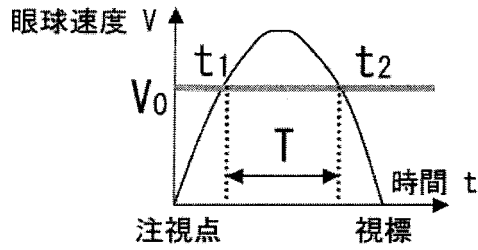
【図10】



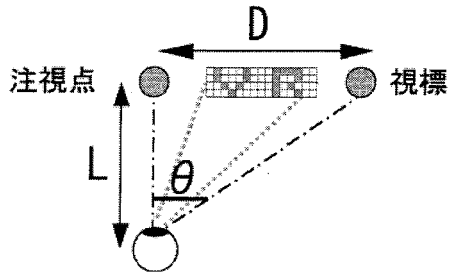
【図11】



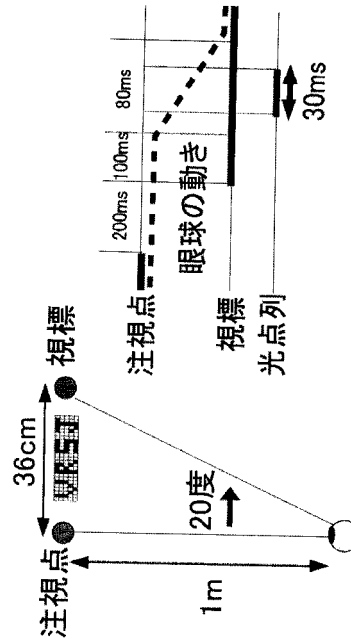
【図12】



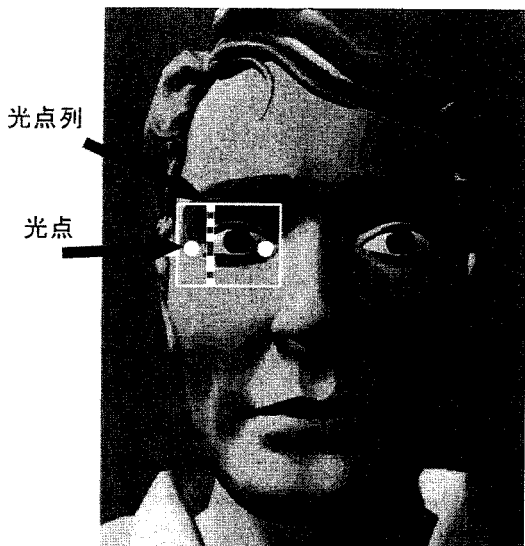
【図13】



【図14】



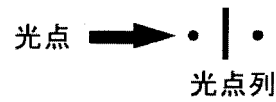
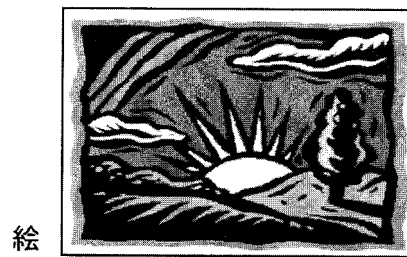
【図15】



ウェアラブルへの応用

例: 小型装着情報提示デバイス

【図16】



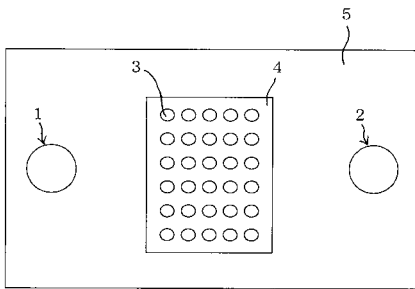
ユビキタスへの応用

例: 美術展において個別の説明を提示

【 図 17 】



【 図 18 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 G 5/00 5 5 0 C

(72)発明者 渡邊 淳司
千葉県市川市若宮3丁目13番12号

審査官 佐藤 久則

(56)参考文献 特開平06-348209(JP,A)
特開2000-347606(JP,A)
特開2001-184027(JP,A)
特開2001-134224(JP,A)
特開2000-157586(JP,A)
特開平07-108038(JP,A)
特開平06-043828(JP,A)
特開平04-335392(JP,A)
特公昭57-027479(JP,B1)
国際公開第96/005587(WO,A1)
渡邊淳司、前田太郎、館すすむ，“サッケードを利用した新しい情報提示手法の提案 パラサイ
トヒューマンの研究 第4報”，日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，2000年 9月
18日，Vol.5th，p.399-402
渡邊淳司、前田太郎、館すすむ，“サッケードを利用した新しい情報提示手法の提案”，日本バ
ーチャルリアリティ学会論文誌，2001年 6月30日，Vol.6 No.2，p.79-87

(58)調査した分野(Int.Cl.，DB名)

A61B 3/00-3/028、3/036-3/10、
3/11-3/12、3/13、3/14、3/16、
G09F 9/00-9/46、
G09G 3/00-3/08、3/12-3/16、
3/19-3/26、3/30-3/34、
3/38-5/42、
H01L27/32