

人間の鑑賞行動を探るための視線解析ツールの開発

鐘 傑[†] 王 雲[†] 朱 棟[†]

指導教員 蔡東生[†]

Developing the Eye-viewing Analysis Tool to Human Appreciation Action

Jie ZHONG[†], Yun WANG[†], Dong ZHU[†], and Dongsheng CAI[†]

あらまし 目は心の窓と古くからいわれている。目の動きを測ることにより、興味の対象や、脳の中の視覚情報処理の仕組みを調べることができる。人間の眼球運動はその人の興味や認知過程の測定に、または視覚対象の構造や配置などの性質を考える道具として用いることができると考えられる。注視点の定義はこれまでにいくつかの方法が提案されてきているが、実験条件によって解析方法が異なる、多機能、多様な解析ツールの開発が必要である。

キーワード 眼球運動, 注視点, 興味

1. ま え が き

人間の目は静止したままでも、かなり広い範囲を見ることができる。この見える範囲を視野という。しかし、目はこの広い範囲を様のくわしさで見ることができるわけではない。視野の中での視力の分布を測定してみると、視力は中心窩の部分で特に高く、中心窩をはずれると急激に低下してしまう。そこで小さな文字を読むときなどのように、細かい物をはっきりと見る必要がある場合には、対象の像が中心窩上にできるようにしなくてはならない。このために眼球運動が必要になってくる [1]。人間は繊細な情報を得たいときには眼球を絶えず動かして、意識した対象に対して中心視を行い、鮮明な像を得ようとする。このことは人間の視覚において非常に重要なことである [2]。

動物は能動的な探索により、物陰の物体や反対側の視点からの網膜像など、静止したままでは得ることのできない重要な情報を得ることができる。しかし、すべての可能な情報を集めることは当然不可能であるため、興味あるものを選択的に処理することとなる。つまり能動探索は選択処理であるといえよう。サッカード眼球運動の視覚処理への介在にも、同様の原理をみることができる。詳細な処理は視線をむけられた領域

のみに限られるが、視線の移動により必要な部分を順に選択し詳細に処理することができる。これは、視野の中心部のみに優れた視機能を持っていれば、周辺部ではそれほど高度な処理が必要ないことを意味する。事実、人間のほとんどの視機能は視野の中心部で非常に高く、周辺に向かうほど低下する [3]。

一般的には、視野周辺のみみたい物体、すなわち注意を向けようとする対象の細部を観察するために、その位置に向けて高速眼球運動であるサッカードが生じ、注視位置が移動すると考えられる [4]。従って、注意の向き易い位置、つまり観察者の興味対象の存在する位置は、注視位置の分布や注視の継続時間などから、ある程度推測することが可能である。一般に静止した図形を観察する際には、目はなめらかに動きながら連続的に図形を見ていくのではなく、跳躍的に移動しながら図形の各部を飛び飛びに見ていくという性質がある [1]。

特に最近の研究では、人の視点が同じ場所にとどまっている時にマイクロサッカードが視覚を生み出していることが示されている。人間の視覚の大部分においてマイクロサッカードは決定的な役割を担っていると見えよう。このことは人間の視覚における非常に重要な特性を示唆している [5]。

また人の興味、知覚、意識的な行動などと眼球運動は密接に関係している。視線解析によって人間の心理を洞察することができる。近年では、計算機の発達な

[†] 筑波大学システム情報工学研究科, 茨城県つくば市
Graduate School of Systems and Information Engineering,
University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

どにより、視点を正確に追跡して視界における注視点の座標を測定し、データとして記録するアイ・トラッカーまたはアイマークレコーダと呼ばれる装置が開発され、より正確な視覚運動測定実験が可能になっている図1。

アイ・トラッキング技術は非常に様々な分野に渡っており、人間工学、心理学、神経科学、医学、スポーツ科学、教育、環境工学など幅広い分野で利用されている[6][7]。人間工学の分野では視線データを解析することにより、製品などを評価する研究や、眼球運動から人間の特性などを解析する研究などに利用されている。例：視野内の対象物を見つけ出す場合に関与する眼球運動は、跳躍性運動である。見つけやすい対象の場合には視線の移動に無駄はなく、最短時間で直線的な動きによって対象を網膜中心に捉えるような動きをする。見つけにくい場合には当然視線はさまようような動きを示すことになるので、対象を発見するまでの時間が長くなるとともに、視線の移動軌跡も複雑なものになる。したがって眼球運動の反応時間、移動速度、移動距離、跳躍性眼球運動の発生回数など様々な指標が、視野内のものの見やすさを示す尺度として利用可能なことがわかる。また商店における商品配列は、消費者の視線の動きが大変参考になるという。これらは単に目の動きを示すだけでも効果があるが、眼球運動を計測することによって得られる指標によって定量的に状況を説明することができる。また、様々な場面について互いに比較をすることも可能である[8]。

2. 研究目的

目は心の窓と古くからいわれています。目の動きを測ることにより、興味の対象や、脳の中の視覚情報処理の仕組みを調べることができます。

アイカメラ”は被験者がどこを見ているかを知る道具であると言っても過言ではない。したがって“アイカメラ”で最も重要な情報は「注視点」である。視線がある視対象に停留する状態を「注視点」であると簡単に定義することはできない。注視という語は、サッカド間の静止した時間指す(この語は、何かを見るという行為の一般的な言い方としても、ある瞬間に停留しているという名詞としても用いられる)実質的には、注視時に眼球は静止している仮定されているが、詳しく調べてみると、眼球は絶えず微細な運動をしているダイナミックな状態にあることが知られている。振幅値が数度/秒程度のゆっくりとした不規則なドリフ

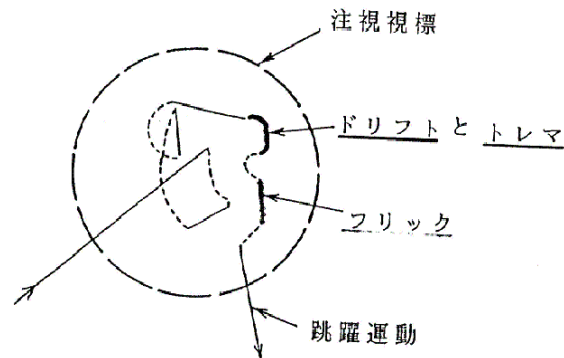


図1 固視微動は、トレモア、ドリフトとマイクロサッカドに再分割される。静止した場面を見ると、全3種類の微小眼球運動は網膜像の小さなランダムな置き換えを引き起こす。

Fig. 1 Fixational eye movements are re-divided into tremor, drift, and microsaccades. All the three types of miniature eye movements generate small random displacements of the retinal image when viewing a stationary scene.

ト (drift) 運動と、ドリフトよりも急速で不規則なトレモア (tremor) と呼ばれる運動がこのドリフトに重畳されているのがわかる。時折、マイクロサッカド (microsaccades) とよばれる小さな、跳躍様の運動が出現することもある図1。

最近研究で、人の視線はほとんどの時間、どこかに停留している(視線を意識的に動かす大きなサッカドの間で休んでいる)のだから、人間の視知覚の大部分においてマイクロサッカドは決定的な役割を担っていることになる。またマイクロサッカド人間の隠れた心を知る窓とも言える。つまりマイクロサッカドには人の隠れた考え欲求が表れていると考えられる。マイクロサッカドは重要な意味を持っている[9]。マイクロサッカド (microsaccade) と眼球運動に関する神経活動と注意に関するなどの情報をまとめてみる。

注視点の定義はこれまでにいくつかの方法が提案されてきているが、実験条件によって解析方法が異なる、多機能、多様な解析ツールの開発が必要である。

私たちの研究室では、CGなどを用いて人の感性を刺激する美しさの表現を追及した研究を行っており、その一環として、美しいと感じられる対象として日本文化の財産である日本庭園に注目してきた。視線の動きについての詳細な解析は Matlab で解析ツールを作

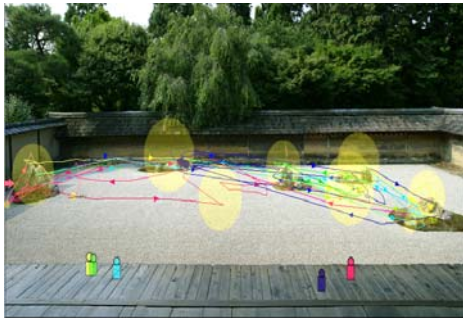


図 2 アイ・トラッカー装置から出力された静止画像上の視線軌跡をイラストレータでトレースし、この軌跡を順番に繋いでいって竜安寺画像の上に乗せる、最後もらった視線軌跡を頭が固定されると考える。注視順位を5つ分割して色をつけている、1番から5番までの色が時間の早い順に割り当てられる。(赤>黄色>緑>水色>青) 円の大きさは注視時間である。

Fig.2 Ranking gaze divided into five by different color, from the first to fifth color indicates the order time. (Red, yellow, green, light blue, blue) The size of the yen is gaze duration.

成することが必要である。実験条件によって解析方法が異なる、多機能、多様な解析ツールの開発が必要である。

先行研究で図 2.、イラストレータで処理された画像によるとこの 20 秒間で鑑賞者は石庭鑑賞する時の立っている場所、鑑賞順位、視線の軌跡、停留時間などが一目瞭然。また、各被験者の視線軌跡と注視時間をイラストレータでまとめた。視線軌跡によると各被験者は以下の共通点を持っている。探索過程においての個々の群に注目する動きの繰り返しは多く見られ、また石庭の鈍角三角形を構成する形状特性に沿って視点を動かす様子も見られる。でもこれは、ある被験者石庭鑑賞する時 20 秒だけの軌跡である、2 分間の注視時間はどうなっている、各石群に注目する時の軌跡はどうなっているのか、これを探するために matlab で解析ツールを作ってみる。

3. 実験装置と眼球検出原理

実験装置：ナックイメージテクノロジー株式会社のアイ・トラッカー EMR-8B (Eye Make Recorder 眼球運動計測装置)[1] 図 3。

眼球運動の測定法はさまざまな測定法があり今度は瞳孔 角膜反射法を用いて行う図 4。原理は角膜反射と同じ、瞳孔中心も同時に抽出、瞳孔中心を基準とするため、顔面からセンサが多少動いてもよい。角膜反



図 3 実験装置：ナックイメージテクノロジー株式会社のアイ・トラッカー EMR-8B (Eye Make Recorder 眼球運動計測装置) [1]。検出レート：60HZ(片目) 検出分解能：眼球運動、瞳孔径 0.02mm ヘッドユニット重量：約 250g

Fig.3 An experimental device : Eye trucker EMR-8B of Nac image technology Co.Ltd. (Eye Make Recorder measurement equipment of eye movement) A detection rate : 60HZ(One eye) Detection resolving power : eye movements 0.1 angle, pupil diameter 0.02mm Head unit weight : About 250g

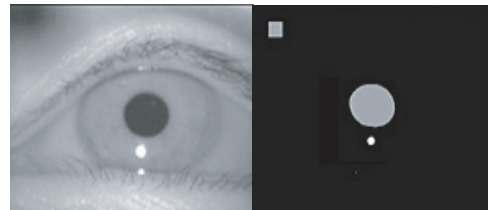


図 4 アイマークレコーダの装着部 (帽子) には眼を撮影する小型のカメラと近赤外線眼を照明ため LED (発光ダイオード) が付いている。カメラで撮影された映像には照明用 LED が輝点として写る。この輝点は角膜反射像と呼ばれている。右の絵は灰色の大きな円が瞳孔を、白い小さな円が角膜反射像を表している。

Fig.4 The small camera which photographs eyes and Near-infrared light the eye lighting for LED (light emitting diode) are attached in the installation department of the Eye Make Recorder(the hat). The right picture is show that the sad big yen is a pupil and the white small circle is cornea reflection image.

射法は角膜上の赤外 LED の虚像が、角膜と眼球の回転中心の違いにより、眼球運動に伴って平行移動するのを赤外感度をもつビデオカメラで検出、角膜上の虚像をビデオカメラで確認でき、センサの装着が容易。時間的・空間的解像度はカメラの解像度とフレーム周波数に依存する。

EMR はまた外光補正機能が持っている、EMR-8B では眼球検出センサーが眼球映像を検出しやすいように自動で調整を行う。これによってドライバーの視線、景観、スポーツなど屋外計測を目的とした用途には効

果を発揮する。アイマークレコーダは視野映像にデータコードを重ねたビデオ信号を出力する。

4. 解析方法

石庭鑑賞する時には注視とサッカードが交互に繰り返されて行われる。眼球運動については注視とサッカードに分けて検討した。

注視とサッカードの分離方法は種々あるが、今度は様々な分離方法に基づいて注視点の抽出に関するツールを開発した。

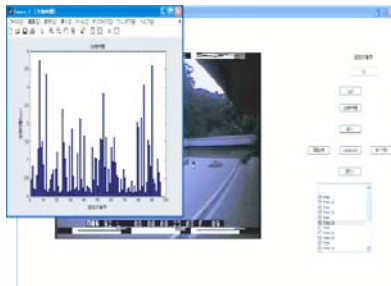


図5 解析ツール1：速度方法によって注視とサッカードを分ける。注視時間を抽出する。注視時間グラフと静止画の中のアイマーク合わせて、注視された石群を分ける。

Fig.5 analysis tool 1: I distribute the gaze and saccade by a speed method. I extract gaze time. With gaze time graph and the eye's mark of image We understand the stone group which be gazed long time.

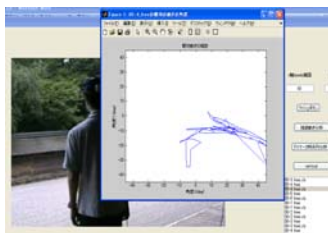


図6 解析ツール2：注視時間長いデータ座標を抽出して、抽出軌跡を表す。またその時鑑賞者は石庭鑑賞する時の立っている場所の画像を出力する。

Fig.6 analysis tool 2: I extract coordinate of the data which be gazed long time, and to show the trace. Then outputs the image of the standing place who appreciate a rock garden.

1、速度方法：

眼球運動成分は非常に低速な固視微動（注視時（一点をみているとき）に生じる、非常に小さな動き、視覚系にとってノイズと見なされることもあるが、網膜

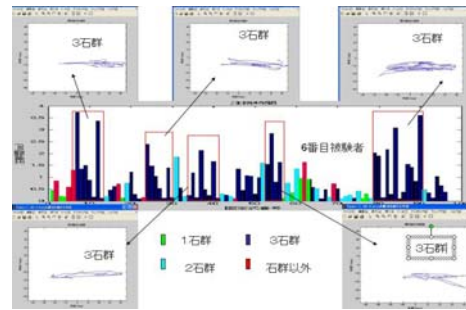


図7 ツール1と2を併用して各被験者2分間で石庭鑑賞する時の注視時間の分布、注視場所、視線軌跡などが表示できる

Fig.7 use tool 2 together with tool 1 the gaze time ,the place and eyes trace can display in each subject two minutes.

状の解像度を保ち、はっきり見るために欠かせない運動とも考えられている) 中程度の速度の随従眼球運動(動いている対象を追従している時に生じる滑らかで連続的な眼の動きである。その最大速度はたかだか毎秒30度程度である) 高速の跳躍眼球運動(サッカードとも呼ばれ、本を読んだり静止画を観察しているときに、注目している視対象を移動する際や、動いている画像を追従しているとき、画像が早すぎて、追従できなかつたり、動きを予測しているとき生じ、跳ぶような速い動きである)[10]。今度は視点移動の移動速度に基づいて行った。視点移動の移動速度は、11度/秒以上の視点移動をサッカードとし、11度/秒未満の移動速度のものを注視した。

各被験者鑑賞する時の速度方法に基づいて固定視の注視時間抽出してグラフを表す5。ツール1で注視時間を抽出だけではなく、注視するときの注視場所の画像も出力できる。注視時間長いデータを抽出して、ツール2で注視場所と視線軌跡を組み合わせて表示する。

ツール1とツール2を併用して各被験者は2分間で石庭鑑賞する時の注視時間の分布、注視場所、視線軌跡などが表示できる。

2、画像処理方法：

本研究の画像処理方法は数値データなし画像データのみを用いて注視とサッカードを分けるために、静止画像中のアイマークに基づいて行った方法である。視野ムービーから1秒30フレームで静止画として分割する(1フレームは1/30sec相当する)。ツール3を利用して静止画を順番に読み込む、同じ石に注目す

る時に注視として考える。別の石群に移動する時サッカーカードとして考える。ツール3を利用して注視する時の画像番号やフレーム回数(1フレームは1/30secである。フレーム回数 * 1/30 等しい注視時間である)を記録できる、これによると、各石群に鑑賞するときの鑑賞時間を抽出できる。また、注視時間に関する両対数グラフも表示できる。ツール3を利用して注視時



図8 解析ツール3ムービーから分割された静止画を読み込みと注視時間を抽出。

Fig.8 tool3: we can extract the gaze time by read the every image which be divided from the movie.

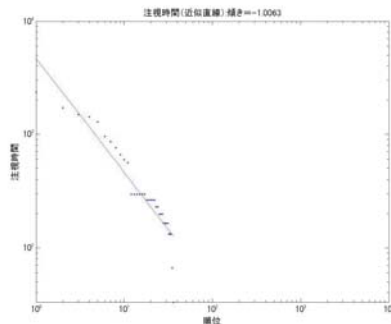


図9 30秒注視時間を抽出して、この注視時間の大きさを降順に並べて、横軸は順位、縦軸は注視時間の大きさ、さらに両対数グラフで表して、注視時間の大きさと順位は反比率になる

Fig.9 extract gaze time for 30 seconds and arrange the size of gaze time in descending order, the horizontal axle expresses order. The vertical axis expresses the size of gaze time. And then display in both logarithms graph.

間を抽出した、さらに両対数グラフで表して、注視時間の大きさと順位は反比率になる、べき則に従っていることが見られる。

2、視点角度方法：

人間は繊細な情報を得たいときには眼球を絶えず動かして、意識した対象に対して中心視を行い、鮮明な像を得ようとする。人間は対象をはっきりと見たいとき、意識が周辺視よりも外側に行った場合などには頭を動かして対象を視野の中心付近へ持って来ようとするだろうが、そうでない場合には圧倒的に目を動かして対象を捉える場合のほうが多い。視覚対象の像が最も感度の良い中心窩に落ちる中心視は、視覚にしてほんの1度、2度の範囲であるが、その範囲においてのみ人間の視覚は鋭敏になる[11]。このことは人間の視角において非常に重要なことであり、このことから人間の眼球運動はその人の興味や認知過程の測定に、または視覚対象の構造や配置などの性質を考える道具として用いることができると考えられる。

今度の注視検出方法は視点角度に基づいて解析する。視覚範囲を定めたとうえで、その範囲内に収まる視線の動きを注視とみなすものである。

ツール4で注視点の検出原理は以下である。開始視点は中心値として考える、次の視点座標においてその範囲(閾値)中から視点が検出できれば、同じ範囲に注視すると考える。その時の注視点座標は閾値中から検出されたすべての座標の平均値である。注視時間は閾値中のすべての視点時間の合計値である。もしその範囲(閾値)中から検出できなければ別の位置に注視すると考えて、その時の視点は新しい固定視の開始点として考える。

ツール4を利用して、各被験者2分間に各石群を鑑賞する時の視線動き、注視時間や、注視時間の両対数グラフなどが表示できる。

4、注視物の形によって注視範囲を決める：

今度の視覚対象は竜安寺石庭である。各石群に鑑賞する時の注視時間や、注視の回数などを求めるために、注視範囲を決める。その範囲で検出されたアイマーク座標個数によると、注視時間や、注視の回数などをまとめられる。それぞれの石群の大きさが違うので、異なる注視範囲を決めることは必要である。ツール5はマウスを利用して、円、三角形、台形などの形で、注視範囲を決めることができる。

5、マイクロサッカーカード：

近年マイクロサッカーに関する研究が多くなる、マイクロサッカーカードによって物が見える。最近研究で、人の視線が同じ場所にとどまっている時にマイクロサッカーカードが視覚を生み出していることを示した。動

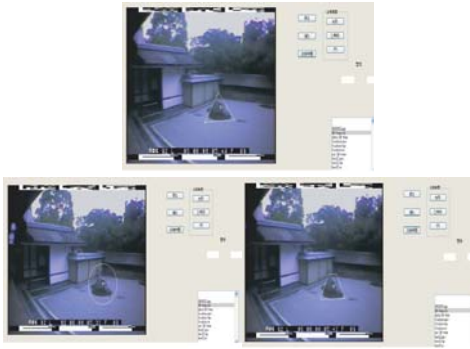


図 10 注視範囲の決め方は注視物の形によって違う。ツール 5 で注視範囲は円、三角形、台形などの形へ変更することができる。

Fig.10 The how to decide of the gaze range is different by form of the gaze thing, we can change the gaze range to the form such as the yen, a triangle, the trapezoid with tool 5.

きが大きくて速いマイクロサッカードが視覚をもたらすうえで最も有効であることを立証した。人の視線はほとんどの時間、どこかに停留している（視線を意識的に動かす大きなサッカードの間で休んでいる）のだから、人間の視知覚の大部分においてマイクロサッカードは決定的な役割を担っていることになる。またマイクロサッカード人間の隠れた心を知る窓とも言える。つまりマイクロサッカードには人の隠れた考え欲求が表れていると考えられる。マイクロサッカードは重要な意味を持っている。

2002 年の論文で報告されたこの発見は、人の密かな考えをマイクロサッカードが映し出しているだけでなく、潜在的な注意の方向がマイクロサッカードの向きに影響を与えていることを示している。2003 年 Ralf Engbert と Reinhold kliegl の論文によれば、周辺視野に急に何かが出現するとマイクロサッカードの頻度がいったん低下し、その後急激なリバウンドが生じて通常の状態よりも高くなる。さらに、検出されたマイクロサッカードの向きは、刺激が提示された方角に偏っていた。つまり、注意を惹きつけるような突然の環境変化を伝える視覚刺激が周辺視野に現れると、その変化に関する情報がマイクロサッカードの頻度と方向に表れてしまうのだ。

このことから分かるように、テーブルの上の一つだけケーキが残っている時、あるいは、部屋の向こうに魅力的な異性が立っている時に、あなたがそこから目をそらしていても、マイクロサッカードの頻度お方向

を調べると、あなたの注意がどこに向いているのかわかってしまう [12]。

今度のマイクロサッカードの抽出に関する部分は小濱らの論文 [13] を参考して眼球の速度が 3.3deg/sec の速度閾値を越えるものマイクロサッカードとして抽出した。

ツール 5 は石庭を鑑賞する時の視線動きからマイクロサッカードの動きが抽出できる。マイクロサッカードの頻度お方向を調べると、鑑賞者の注意がどこに向いているの分かる。

5. 考 察

眼は心の窓といわれるが、眼球運動も視覚的注意という心のはたらきをよく表している。見ている対象が何であるのかを知るには中心窩視野（視線）が対象に向いている必要がある。そのためには、対象が空間のどこにあるのかを周辺視野で検出し視線を移動させねばならない、眼球運動は where の情報を what の情報に結びつけるはたらきといえる。注意は一般に外部行動から観察しにくい、視覚的注意については眼球運動、特にサッカードの観察と、それに続く注視の時空間的分布の検討を通してそのはたらきを吟味することができる。

今度は、視線動きの座標や速度や角度などを基づいて注視点に関する情報を抽出した。または人の隠れた考え欲求が表れているマイクロサッカード (microsaccade) を纏めた。

ツール 1 とツール 2 を併用して各被験者 2 分間で石庭鑑賞する時の注視時間の分布、注視場所、視線軌跡などが表示できる。またはこの方法（速度方法）であれば、実験中にリアルタイムで注視点を分離することは可能である。注視時間によると、各被験者によって各石群に鑑賞時間がちがう。視線軌跡によって、石庭の鈍角三角形を構成する形状特性に沿って視点を動かす様子を見られ、また不規則な微動も存在している。

ツール 3 の長所は応用性が広い、特に数値データなし、画像データ視線動きから注視とサッカードを分離しやすい。どのような画像でも読み込みできるし、どのようなものに注視しても注視時間を抽出できる。応用性を持っているツールである。欠点は注視点を抽出するとき時間がかかる。30 秒～1 分の視線解析に向ける。解析ツール 3 を利用して注視時間を抽出して、両対数グラフで表すと、注視時間と順位は反比例になる。これは 30 秒だけの注視時間のデータである、2

分間で注視時間どうなっているのか、この画像処理方法を利用すると面倒くさいから、ツール4 視点角度方法を利用して、閾値を決めて、注視とサッカーカードを分けて検討する。

ツール4 は視点角度方法を利用して注視とサッカーカードを分ける。ツール4 を基づいて各被験者2分間で石庭を鑑賞するとき注視時間が抽出できる。または注視時間両対数グラフも表示できる。この注視時間の大きさを降順に並べて、横軸は順位、縦軸は注視時間の大きさ、さらに両対数グラフで表して、注視時間の大きさと順位は反比率になる、べき則に従っていることが見られる。ツール4 は静止対象を見ている場合には向く方法である。運動している対象をみている場合は適用できない。または、この方法では実験中にリアルタイムで注視点を分離することは困難である。

ツール5 は円、三角形、台形などの形を選ぶことができる。マウスを利用して、注視物ともっと合う注視範囲を決めることができる。このツール5 は石だけではない、別のものに見る時の注視範囲を決めることができる、利用分野は広い。例えば、本棚に並んだ本や、店の買い物などを注視するとき、注視対象によって注視範囲の決め方異なる。

ツール6 は石庭を鑑賞する時の視線動きからマイクロサッカーカードの動きが抽出できる。マイクロサッカーカードの頻度お方向を調べると、鑑賞者の注意がどこに向いているか分かる。

6. 今後の研究

意識が脳に宿るということは、意識の制御機構としての注意にも関連した脳内機構があるということである。注意と関連したニューロンが大脳皮質や大脳基底部に発見され、また注意の認知神経科学的研究が盛んに行われるようになった現在では、注意は観察可能なニューロン活動そのものに関連づけて論じられる時代になった。さらに、PETなどの医療装置の登場は健康人に認知課題を与えてリアルタイムでその課題処理中の脳内過程を非破壊的に見ることを可能にしたので、注意の研究に貴重なデータを提供してくれる[14]。

今後は、眼球運動に関する神経活動と注意に関する脳の動きなどの情報をまとめて試みる。

文 献

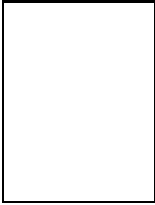
- [1] 渡部 観 [ほか] 著、視覚の科学、写真工業出版、pp.31-35、1981
- [2] 感覚の生理と心理 第4回 注意と眼球運動

- <http://gc.sfc.keio.ac.jp/class/2005-14454/slides/04/>
- [3] 学阪 良二、古賀 一男、中溝 幸夫、眼球運動の実験心理学、名古屋大学出版会刊 pp.101、1993
 - [4] 海老澤 嘉伸、杉浦 光洋、視標と注視点条件の視覚依存性意識的サッカーカード特性への影響、映像情報メディア学会誌：映像情報メディア Vol.52、No.11(1998)120)、pp.1730-1737
 - [5] Engbert. Microsaccades: a microcosm for research on oculomotor control, attention, and visual perception. PROGRESS IN BRAIN RESEARCH, Vol.154, pp.177-192,2006
 - [6] The Human Factors and Ergonomics Society, Visual Search for Traffic Signs, The Effects of Clutter, Luminance, and Aging, Human Factors, 43(3), pp.194-207,2001
 - [7] <http://www.eyemark.jp/faq/>
 - [8] 福田忠彦・渡辺利夫著：ヒューマンスケープ視覚の世界を探る、日科技連、1996
 - [9] Susana.Martinez-Code, Stephen L.Macknik, David.H.Hubel, the role of fixational eye movements in visual perception, Nature Reviews Neuroscience 5(3), pp229-240,(2004).
 - [10] Carpenter R.H.S.: Movements of the Eyes,2nd Edition, Pion Ltd (1988)
 - [11] ロバート・L・ソルソ著、鈴木光太郎・小林哲生共訳：脳は絵をどのように理解するか、絵画の認知科学、新曜社、1997
 - [12] S. マルチネス = コンデ/S.L. マクニック、目の動きから心が見える、日経サイエンス 2007、11 pp.22-29
 - [13] 小濱 剛、新開 憲、白井 支朗、マイクロサッカーカードの解析に基づく視覚的注意の定量的測定、映像情報メディア学会誌：映像情報メディア Vol.52、No.4(1998)420) pp. 571-576
 - [14] 安西祐一郎 [ほか] 著. 岩波講座認知科学 9、注意と意識、岩波書店、1994

(平成 21 年 1 月 29 日受付, 2 月 23 日再受付)

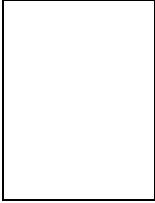
鐘 傑

平 11 天津理工大学 (中国) . 現在、筑波大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻博士後期課程在学中 .



朱 棟

平 15 南京理工大学（中国）．現在，筑波大大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻博士後期課程在学中．



王 雲

平 16 天津科学技術大学（中国）．現在，筑波大大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻博士前期課程在学中．

Abstract The eyes are called the windows of hearts for a long time. Measuring the movement of eye-balls, we can understand the object of interests and the mechanism of vision information processing in the brain. It is reasonable that we perform the movement of human eyes to measure their interests and cognitive process as a tool to investigate the properties such as the structure. So far, several methods have been proposed to define the viewing point. Since the analysis methods are differed by experimental condition, it is necessary to develop a multi-functioned and diverse analysis tool.