

## 最近の技術から

# カメラの視線入力 AF 技術

鈴木 謙 二

キヤノン(株)カメラ技術開発センター 〒146 東京都大田区下丸子 3-30-2

### 1. はじめに

視線による機器の制御はかねてから完成が望まれてきた技術である。しかし得られる精度や応答性の面で問題が多く、広く実用化されるに至っていない。スチルカメラの視線制御は、ファインダーを持ち視線の検出をしやすいた上、撮影者の意思に瞬時に即応する操作性が求められるという特質がありニーズ、シーズ両面で満たしやすい条件がある。『見たところにピントが合う AF カメラ』は関係者にとり永年待望された夢である。われわれは一眼レフカメラのオートフォーカス (AF) の新たな制御方法として目で伝えられる情報に着目し、視線制御された AF 機構を開発した。

また、使用者の生体情報を画像処理により抽出し機器の制御に用いることは、民生用機器の試みとしては斬新な部類に属する。今後のマンマシンインタフェースのひとつの方向であろう。

### 2. 開発のコンセプト

AF 技術の実用化はピンボケ写真を減らすのに大きな効果があったが、一方で使用者の絵心を奪ってきた面があるようだ。従来の AF カメラは画面中央に AF フレームが設けられており、撮影者は撮りたい被写体がこの AF フレームに重なるようにカメラを向けピントを合わせる。つまり、この種のカメラは AF 機構の便利さの代償として被写体の位置を強制する性質がある。AF 合焦後にカメラの向きを変え構図どりの自由は残されているのだが、AF 状態をロックするためにシャッター鈕を半押しで保持する必要があり熟練者以外には使いづらい。『見たところに合う AF』により初めて、使用者はメカニズムの存在を忘れ写真の作画に没頭できる。これに応えるためには、AF センサーを多数持ち画面の各所を測距できる AF 系と、どの AF センサーを実際に使用するかという撮影意思を簡単に入力できる入力手段が必要である。前者はセンサー、演算処理系等半導体デバイスの集積度向上で解決されうる。後者の意志入力手段が

われわれの開発課題であった。

開発された一眼レフカメラ (EOS-5) は、5 個の AF フレームを持ち、撮影者の視線を感じ、その方向に沿って瞬時にピントを合わせる機能を持つ。ファインダー上で撮影者が見る画面は図 1 のようになる。5 個の AF フレームのどれかに被写体を重ね、シャッター鈕を押すことで正しいピントと望ましい構図が瞬時に得られる。視線のサンプリングはシャッター鈕を押した瞬間に行われる。なお、通常のスナップ程度の撮影ではあまり AF フレームを意識しなくてもよい。撮りたい人物に重なる AF フレームが自動的に視線方向から選択されるからである。

### 3. 視線入力系の構成

人眼の構造 (水平断面図) を図 2 に示す。網膜上で最も高い視力を持つのは図中で中心窩と呼ばれる狭い領域である。人はある物体を良く見ようとするときには、この領域に対象物体が結像されるように眼球の方向を制御する性質がある。したがって、視線の方向の検出とは眼球の回転角の検出である。ただし中心窩は眼球光軸の延

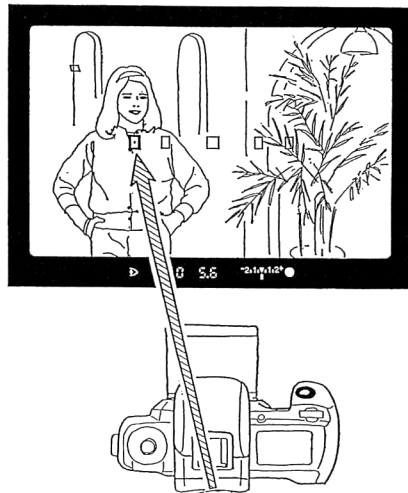


図 1 視線入力 AF の概念

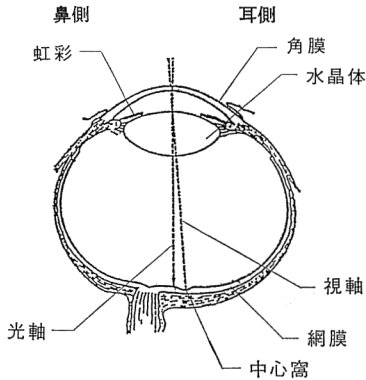


図2 人眼の構造

長線から数度離れて位置しており、この角度は個人差があるので、測定された光軸方向を補正することが精度上望ましい。

図3は視線入力光学系の平面図である。図で眼球はペンタプリズム、接眼レンズを通してピント板画像を見ている。接眼レンズ下側に2個並設されたiREDから同時発光された赤外光は、眼球前眼部を照明し反射されたのち接眼レンズ、ビームスプリッター貼り合わせ面、ビームスプリッター全反射面、集光レンズを順に通過し、最終的に CCD 面上に結像される。CCD 面上に倒立結像された前眼部画像信号の典型例を図4に示す。中央部に暗い円形の瞳孔、その中に2個のiRED光源の角膜面反射による虚像（プルキンエ像）、目蓋、睫毛等が認められる。プルキンエ像と瞳孔中心との相対的位置関係の変化が、眼球の回転角に比例する量となるので、図4の信号から画像認識処理を行い、必要な位置情報を演算抽出する。CCDは6000画素のエリアセンサーで、画素ピッチは20 $\mu\text{m}$ である。

本システムの性能は、プルキンエ像と瞳孔の位置を正しく求めるソフトウェアの能力に大きく依存する。カメラの実使用状態で人の前眼部画像は多様な画像ノイズを含んでおり、プルキンエ像や瞳孔のパターン認識を誤る原因となる。たとえば眼鏡使用者の視線を検出する場合、眼鏡面反射によるゴースト像はプルキンエ像と比べ桁違いに強い。これらの中で所要の情報を安定して正しくかつ精度良く抽出するためには、効率的で選択性の高いアルゴリズムの開発が必要である。また、精度的要請としてはプルキンエ像と瞳孔の相対変位をセンサー1画素分以下で分解する必要がある。

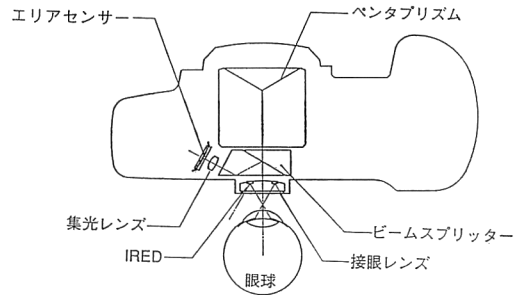


図3 視線入力光学系

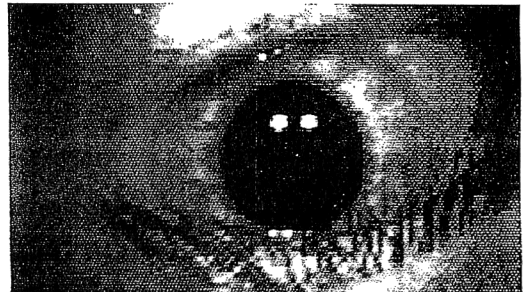


図4 前眼部画像信号

視線制御機能の正確性を増すためには、目の個人別補正特性の計測、登録（キャリブレーション）を最初に行うことが望ましい。素人向け民生機器では、これをシンプルな操作に還元することは必須事項である。キャリブレーションの第1の目的は、測定対象となる眼球の光軸と注視点に対応する中心窩の位置とのズレを補正する補正量を得ることである。第2の目的は、測定量に対する注視点の移動量の比例定数を求めることで、これも個人差が認められる。以上2個の個人差因子を未知数とする方程式を解くため、キャリブレーションは最低2点の視線計測を含まなくてはならない。キャリブレーションモードに設定すると、あらかじめプログラムされた既知の2点を見ているときの測定量（プルキンエ像と瞳孔中心の相対変位）が得られ、その個人の補正特性を表す直線が決定される。

#### 4. おわりに

われわれは、視線入力機能をカメラの操作性を大きく変え得るシーズと捉えている。機能、アプリケーション、コストの各側面から今後の展開を考えていきたい。

(1993年7月30日受理)