

IZ-4

RDS提示時における両眼眼球運動計測

大野修司, 岡崎耕三, 副井 裕, 河合秀夫, 光本浩士, 田村進一, 可児一考
 (鳥取大学 工学部) (大阪電通大) (大阪大学) (滋賀医科大)

1. はじめに

我々は Random-dot Stereogram (RDS) を用いて立体視メカニズムの解析を眼球運動の立場から行っている。

被験者にRDSを提示した後、立体知覚過程の両眼眼球運動を赤外線TV眼底カメラ (Fundus Haploscope) を用いてVTRに記録する。眼底像の中で特徴的な眼底乳頭 (Fundus papilla) の運動を眼球の運動と見なし、テンプレートマッチングを用いてこの乳頭位置を決定し、眼球移動量を水平・垂直方向の運動に分けて求める。

本稿では、Image frame memory (Avio; EXCEL TVIP-410) のRGB疑似カラー表示用画面でのルックアップテーブル (LUT) を書き換えることによって、赤外線TV眼底カメラに様々な条件のRDSを次々と切り換えて提示し、その際の立体知覚実験を試みたので報告する。

2. システム構成

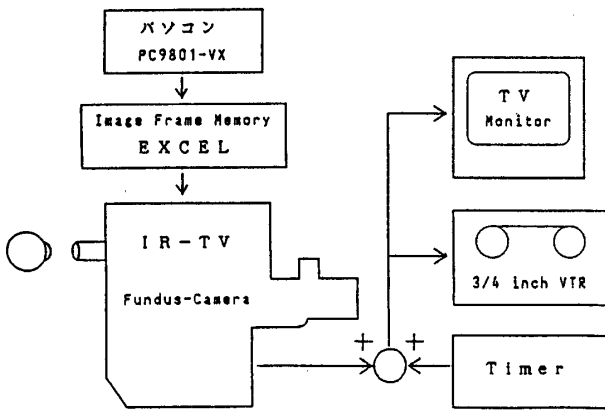


図1-(a) 眼底画像撮影システム

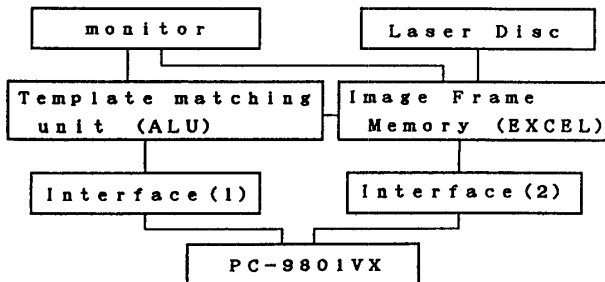


図1-(b) 画像処理システム

本システムの構成を図1-(a), (b)に示す。このシステムはRDSを提示し両眼眼底画像を撮影する装置 (赤外線TV眼底カメラ等) と、この眼底カメラより得られた眼底画像を処理し両眼の眼球の移動量を測定する画像処理システムにより構成されている。

2. 1. 赤外線TV眼底カメラ

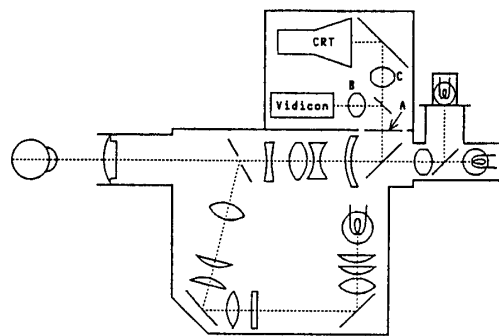


図2 赤外線TV眼底カメラ

図2は本装置のブロックダイアグラムを示す。この装置は、眼底像を赤外線TV眼底カメラ (シリコンビジコン) で撮像するもので、眼底の照明に赤外線を使用している。眼底像は、A面に結像するが、この面はレンズB, Cによってそれぞれビジコンのターゲット面, CRTの蛍光面と共役である。このA面にハーフミラーを置くと、CRTの画像が反射してビジコンに撮像される。しかしこの面は眼底像の結像面であるから、ハーフミラーの位置の精度を要求されない。またCRTのRDSおよび視標もこの面に結像するのでビジコンに撮像されたRDSおよび視標の位置には誤差がない。初期視標をモニタを観察しながら眼底乳頭に合わせることで、容易にRDSを融像できる。

2. 2. RDSの生成

パソコンで作成したRDSをImage frame memoryに取り込みRGB出力から赤外線TV眼底カメラのCRTに送る。RDSは2値画像なので、左目用画像と右目用画像で合わせて2bitで表現できる。画像メモリは512×480×8bit構成のメモリ3プレーンをもち、1プレーンは8枚のビットプレーンからなるので、プレーンのLUTを書き換えることによりRGB画面のビットスライス変換を行い1プレーンあたり4組のRDSを提示できる。

RDSは左目用、右目用画像共に60×60dotであり、この1dotは被験者に提示される時視角にして0.08°になっている。

3. 立体知覚の解析

3.1. 実験

前記実験システムにより実験を行った。RDSと残像を消すための雑音の提示は、パソコンよりプログラムで制御される。雑音画面は距離感とコントラストがRDSと等しいRandom-dot雑音と画面に何も表示しないnull画面を用いている。初期視標を提示し眼球の位置合わせを行った後実験を行っている。

被験者は成人男子4名について行った。立体知覚できた時点からその様子を口頭で報告する。正確さを期すためには、目の位置が動く口頭報告よりも打鍵の方が望ましいが、立体知覚過程における被験者の主観的变化も知りたいために実験の都合上口頭にした。輻輳角を左右の赤外線TVカメラにより強制的に変化させた立体知覚実験も行った。

3.2. 実験結果

表1 RDSの提示状態及び知覚状態

	パターン系列	Tp	Tn	M	N	知覚状態			
						I	II	III	IV
1	□N□N□N□N	0.80	0.2	有	r	○	○	○	○
	同上	0.10	5.0	有	r	×	×	×	×
	□N□N□N■N	0.80	0.2	有	r	○	○	○	○
	■N■N■N□N	0.80	0.2	有	r	△	△	△	△
	同上	0.80	2.0	有	r	○	○	○	○
2	N□□□□	0.15	1.0	有	r	×	○	○	○
	N□□□□	0.15	2.0	有	r	×	△	○	○
	N□□□□	0.15	5.0	有	r	×	×	×	×
	N□□□□	0.30	5.0		r	×	○	○	○
3	N□□□□	0.15	5.0	有	m	×	△	○	○
	N□□□□	0.30	5.0		n	×	△	△	×
	N□□□□	0.30	5.0		n	△	×	○	○
	N□□□□	0.30	5.0		n	×	○	○	×

Tp: パターン提示時間 [sec/pattern] ○: よく知覚可
 Tn: 雑音画面提示時間 [sec/pattern] ○: 知覚可
 M: 初期視標 △: 立体感のみ
 N: 雑音画面 ×: 知覚不可
 (r: random-dot, n: null, m: null+視標)

表1はRDSの系列提示状態と4つのRDSの知覚状態を示す。この系列は繰り返し提示される。

1) パターンの位置、大きさ、形による知覚の違いを調べるために、各々変化させるパターン間に等しくRandom-dot雑音画面を挿入して4枚の提示時間条件を同じにした。パターン部の位置及び大きさの変化に対しての立体知覚はできている。形の変化に対しては立体感程度しか得られていない。

2) Random-dot 雑音の提示後どのくらいの時間で立体知覚できるのかを調べるために Random dot 雑音画面の後に4枚のパターンを連続で提示した。数字の形により立体知覚しやすいものとそうでないものがあった。

3) パターンを連続提示して雑音の種類を変化した。雑音画面をnull画面として実験を行うと、RDSパターン提示順に影響されない傾向がある。

1), 2), 3) 共に輻輳角を強制的に大きくつけると立体知覚しにくいという結果を得た。

4. まとめ

RDSを提示したときの立体知覚実験を行った。眼球運動の計測を目的としたが、現在までで処理を行っていない。

・知覚状態には個人差がみられ、被験者があらかじめ融合像を知っていれば立体知覚が容易である。

・形の変化が外枠の四角形と異なった形態を持つ場合、外枠と同じ四角形のパターン部を持つものの知覚より曖昧さが増すことが考えられる。

・パターン提示時間と雑音時間の比率が立体知覚に影響を与えているように思われる。

・雑音時間が長いと輻輳角が合った状態から目が動き融合がずれて次のRDS提示時間内に輻輳角を合わせることができないので立体知覚しにくい。

・輻輳角を強制的に変化させるとRDS提示時間内にもとの輻輳角に復帰することができないので立体知覚しにくい。

眼球移動量を求め、輻輳角をもとにした3次元的な注視点の解析も合わせて行うことで、立体知覚状態を考察することが今後の課題である。

この研究の一部は科学研究費一般Cによる。

参考文献

[1] 遠 一光, 河合秀夫, 田村進一: 高速画像正規化相關ハードウェアによる両眼眼球運動の測定, 医用電子と生体工学, 25-3, pp.213-219 (Sept.1987).