正会員 窪 田 悟[†]

Acceptable Viewing Angle of Liquid Crystal Displays

Satoru Kubota[†]

あらまし 液晶ディスプレイの有効視野角（文字の読取りに差し支えない角度範囲）を主観評価実験により求めた。その結果、一義的に2:1もしくは3:1以上のコントラスト比が確保できる角度範囲を視野角とする従来の評価法とは異なる、より視覚系に即した評価法を提案した。すなわち、法線方向のコントラスト比の平方根以上のコントラスト比が確保できる角度範囲を視野角とする評価法である。

1. ま え が き

液晶ディスプレイ（LCD）の視野角の定義は、コントラスト比が2:1もしくは3:1以上確保できる角度範囲というのが一般的である。しかし、この定義は必ずしも作業者の視覚特性に基づくものではない。また、法線方向におけるコントラスト比が3:1に満たないLCDも存在する一方で、200:1以上のコントラスト比が出せるLCDもあり¹⁾²⁾、この定義によって視野角を規定した場合に矛盾が生ずることは明らかである。

本研究では、冷陰極管をバックライトにした14機種 of LCDの水平方向の有効視野角（文字の読取りに差し支えない角度範囲）を20名の被験者を使った主観評価実験により求めた。さらに、この結果を輝度およびコントラスト比の角度依存性の物理測定結果と対応づけることによって、より視覚系に即した、LCDの視野角の評価法を提案した。

2. 方 法

2.1 被験者

VDTの使用経験が1年以上の学生20名である。

2.2 装 置

水平の回転台の上にLCDを垂直に立てて設置し、最大輝度・最大コントラスト比に調整する。この回転

台は、被験者が自由に回転できるように作られている。LCDには、スクリーン全体に日本語の文章が表示されている。すべて陽画表示で、カラー表示が可能なものについては、白黒表示にした。また、スクリーン中央には、3 cm×3 cmの四角形で注視領域を示した。

被験者の顔面は、顔面固定具で正中線がスクリーンの中央にくるように固定した。実験室の水平面照度は500 lxとし、周囲の壁面の輝度は約40 cd/m²にした。

2.3 手続き

被験者は、スクリーン中央の注視領域内を見ながらLCDを回転させて、次の2つの評価基準に対する角度範囲を求める。

A：法線方向から見た場合とほとんど差を感じない。

B：表示文字の読取りに差し支えない（実際の使用における許容範囲）。

以上を、表1に示した14機種について、左右交互に3回ずつ測定する。順序効果を相殺するために、被験者によって条件の提示順を変えた。1被験者あたり約1時間30分の実験時間を要した。

2.4 コントラスト比の角度依存性の測定

主観評価実験と同一条件下で、被験者の目の位置に輝度計(TOPCON BM-3 2°視野)を配置し、スクリ

キーワード：液晶ディスプレイ、視野角、視認性、ヒューマンインタフェース

1991年12月24日受付、1992年1月22日再受付

[†] 成蹊大学 工学部(〒180 武蔵野市吉祥寺北町3-3-1, TEL 0422-37-3772)

[†] Faculty of Engineering, Seikei University (3-3-1, Kichijoji-Kitamachi, Musashino-shi, Tokyo 180, Japan)

表 1 評価対象機種
LCDs used in this experiment.

機種番号	動作モード	法線方向輝度(cd/m ²)		法線方向 コントラスト比
		明部	暗部	
1	STN ブルー	58.5	12.9	4.53
2	STN 白黒	91.6	13.2	6.94
3	STN 白黒	19.9	5.0	3.99
4	STN 白黒	64.9	4.8	13.52
5	STN 白黒	69.1	9.8	7.05
6	STN 白黒	84.3	6.3	13.38
7	STN 白黒	58.6	7.7	7.65
8	TFT カラー	67.8	1.4	49.13
9	DSTN カラー	85.0	11.6	7.33
10	STN 白黒	22.7	1.4	15.99
11	STN 白黒	31.5	3.5	9.00
12	STN ブルー	94.2	29.0	3.25
13	STN 白黒	65.6	5.3	12.42
14	STN ブルー	16.4	4.9	3.31

すべての冷陰極管のバックライト型

STN : Super-Twisted Nematic

TFT : Thin-Film Transistor

DSTN : Double-Layered STN

ーンの明部と暗部の輝度の変化を左右 60° 範囲について、5° ごとに測定した。明部と暗部の輝度の比よりコントラスト比を算出した。

3. 結果と考察

図 1 に機種ごとに評価基準 A と B に対する角度範囲を 20 名の被験者の平均値と標準偏差で示した。評価基準 B, すなわち文字の読取りに差し支えない角度範囲を実際的な視野角とみなすと, STN (Super-Twisted Nematic) は, ±40° の前後のものが多い。また, 本実験で評価した TFT (Thin-Film Transistor) は, ±55° とかなり広く, 逆に DSTN (Double-Layered STN) は, ±30° と狭い。これらの結果は, さらに多くの機種について, 視野角を評価した実験結果²⁾と一致している。

図 2 は, 機種 8 を例として, コントラスト比の角度依存性の測定結果と, 評価基準 A と B に対する角度範囲を 20 名の平均値で示したものである。各機種についてこのような図を作成し検討した。その結果, 各評価基準で求めた角度におけるコントラスト比と法線方向から見た場合のコントラスト比との間には, 対数値で一定の比例関係があることを見いだした。

図 3 は, 法線方向から見た場合のコントラスト比と, 評価基準 A と B で求めた角度におけるコントラスト比との関係を示している。例えば, 評価基準 B,

図 1 各機種の評価基準 A と B に対する角度範囲
(20 名の平均値と標準偏差)
Acceptable viewing angle for different LCDs
(Mean and S. D. for 20 subjects)

図 2 機種 8 の輝度とコントラスト比の角度依存性
Luminance and contrast ratio as a function of
viewing angle.

すなわち文字の読取りに差し支えない許容限界の角度におけるコントラスト比を Y , 法線方向から見た場合のコントラスト比を X とすると, X と Y の関係は, (1) 式のような関係で示すことができる。すなわち,

$$\log Y = -0.028 + 0.477 \log X, \\ r = 0.83, p < 0.001 \quad (1)$$

図3 法線方向のコントラスト比と評価基準AおよびBで求めた角度におけるコントラスト比
Contrast ratio at normal viewing angle and acceptable viewing angle.

である。この式は、読取りに差し支えない許容限界の角度におけるコントラスト比と、法線方向のコントラスト比との間には、対数値で約2:1の関係があることを示す。換言すれば、法線方向のコントラスト比の平方根を求め、そのコントラスト比となる角度が主観的に文字の読取りに差し支えない許容限界の角度である。

したがって、法線方向のコントラスト比の平方根以上のコントラスト比が確保できる角度範囲を視野角とする方が、従来のように、一義的に2:1もしくは3:1以上のコントラスト比が確保できる角度範囲を視野角とするよりも、視覚系との対応が良く、現実的

である。

4. む す び

LCDの視野角を主観評価実験により求めた。その結果、法線方向のコントラスト比と、文字の読取りに差し支えない許容限界の角度におけるコントラスト比との間には、対数値で約2:1の関係があることがわかった。つまり、法線方向のコントラスト比の平方根を求め、そのコントラスト比となる角度が主観的に文字の読取りに差し支えない許容限界の角度である。

最後に、研究活動に便宜をはかっていただきました成蹊大学工学部 渡辺一衛助教と、実験に協力していただいた大学院生 川村仁郎君と卒研生 筒井豊君に感謝します。なお、実験に使用したLCDは、日本電子工業振興協会 VDT 動向調査専門委員会を通じてメーカーから提供されたものである。

〔参 考 文 献〕

- 1) 日本電子工業振興協会：“フラット・パネル・ディスプレイを用いたVDTの評価実験：各種ディスプレイの物理特性”，日本電子工業振興協会，ニューオフィスシステム（NOS）に関する調査研究報告，91-シ-1，pp.227-251（1991）
- 2) 窪田 悟：“フラットパネルディスプレイの人間工学的要件”，日本電子機械工業会，‘92電子ディスプレイ/技術フォーラム資料集（1992），（印刷中）

くぼた さとし
窪田 悟 昭和51年、成蹊大学工学部経営工学科卒業。現在、成蹊大学工学部助手。視覚表示装置のヒューマンファクタ、ユーザインタフェースの研究に従事。労働科学研究協力研究員、日本電子工業振興協会VDT動向調査専門委員会委員、博士(工学)。正会員。