

MK-7

ビデオハザードブロッカーの研究開発

Development of Adaptive Temporal Filtering System (Video Hazard Blocker)

山崎 敏正† 上條 憲一† 高木 陽子†  
Toshimasa Yamazaki Ken-ichi Kamijo Yoko Takaki

1. まえがき

1997年12月、テレビ放映されたアニメの視聴者のうち約700名(主に小児)が不調を訴え、病院に搬送された。このとき放送された映像には、ほぼ画面全体に広がる12Hzの赤色/青色の高輝度点滅が含まれており、提示時間が短くても大きな不快感を与えることが知られている。その後、厚生省(当時)は不調を訴え病院で治療を受けた人達の症例を調査した[1]。自覚症状で最も多かったのは、「眼が痛い」、「頭がぼーっとする」、「吐き気がする」であったが、8割強の人が発作性の症状を呈していた。また、その約65%に痙攣が認められた。更に、医療機関を訪れた内の約5割が今回のような経験は初めてであり、決して既往歴のある患者ではなかった。

この問題をきっかけに放送業界では制作現場向けにガイドラインが策定された。しかしながら、映像の作り手側の規制には限界があることや、著作権のために放送局が内容を修正できないという問題があり、ガイドラインが作成されたからといって必ずしも視聴者側は安心できない。また、現在も危険なフリッカー映像が放映されていると指摘する専門家もいる。

当社は、家庭用テレビに簡単に接続でき、視聴者に危険映像を視聴させないようにする映像フィルタ装置、ビデオハザードブロッカー (Video Hazard Blocker, VHB) を開発している。本稿では、VHBの原理を説明し、患者や健常者への適用結果を報告する。

2. VHBの原理[2]

VHBは、入力映像から危険度を算出し、危険度が高い映像のみを実時間で緩和させる映像フィルタである。そのために、VHBは次の様な特徴を持っている。

(1) 視覚細胞応答モデル: 大脳皮質の視覚野細胞の時間周波数応答は Fig. 1 のような特性であることが知られている。この曲線は 10~30Hz 付近の点滅光刺激に対して最も強く反応していることを示している。

(2) 危険度の算出: 危険度  $e$  は、入力映像  $I$  と視覚細胞応答モデルの出力  $I^*$  から、以下の計算式で求めた。

$$e = \frac{\sum_{x,y} \sum_{c=R,G,B} W_c |I_c^* - I_c|}{n_x n_y I_{max}} \dots (1)$$

ここで、 $I_R, I_G, I_B$  は映像の赤、緑、青成分を表し、 $W_c$  は各成分の重み付けを表す。 $n_x, n_y$  は画面の大きさを、 $I_{max}$  は最大輝度を表す。この危険度  $e$  は、基本的に、入力映像と細胞反応特性の差が大きいほど、大きな値になる。

(3) ローパスフィルタ係数の算出: 計算された危険度  $e$  に基づいて、時間的ローパスフィルタの係数  $\delta$  を求める。係数  $\delta$  は、次の式に従って、危険度  $e$  から計算する。

†日本電気(株)基礎研究所

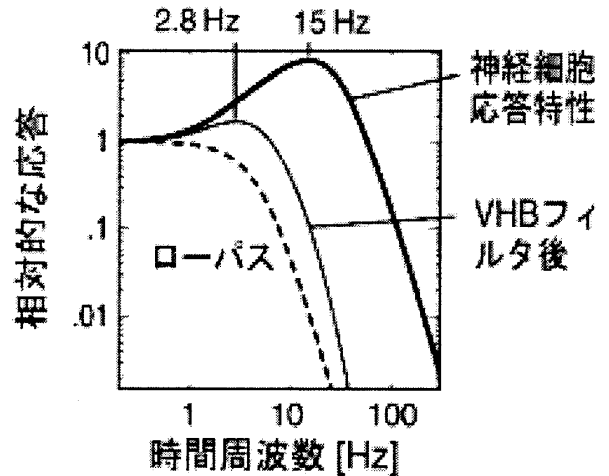


Fig.1 Typical temporal cell response to visual stimuli and response curve of VHB.

$$\delta = \frac{\delta_{max}}{2} \left( 1 + \tanh \left( 4 \left( \frac{e - e_{low}}{e_{high} - e_{low}} - 0.5 \right) \right) \right) \dots (2)$$

但し、 $e_{low}, e_{high}, \delta_{max}$  は定数とする。この(2)式から、たとえば、Fig. 2 に示すような危険度  $e$  と係数  $\delta$  の対応関係を定義することができる。

(4) ローパスフィルタの適用: ローパスフィルタ係数  $\delta$  の値を用いて、入力された映像に対して、複数段の遅れ映像を加味するような時間的ローパスフィルタ処理を行う。このような処理により、Fig. 1 の破線で示されるような時間周波数特性を実現し、VHB フィルタ後に 10~30Hz の成

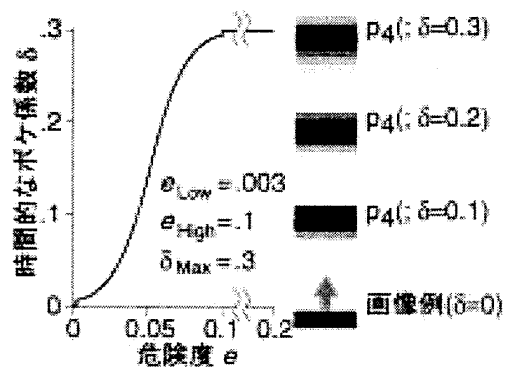


Fig.2 Relationship between a risk index and a temporal blur.

分を大きく減衰させたような応答曲線となる。

まず初めに、コンピュータ・シミュレーションで、本アルゴリズムにより危険度の少ない映像が生成されることを検証した。次に、実時間で危険映像を緩和させるためにDSPによるハードウェアプロトタイプを試作した。更に、

一般家庭への普及を目指して、1チップによるVHB機能の実現を試みた。

### 3. VHBの臨床評価

光感受性てんかん患者を対象に VHB の効果を医者との立ち会いの下で評価した。シミュレーション画像を利用した臨床評価では、患者11名全員について、危険映像オリジナルでは点滅が始まると異常脳波が観察され、映像を止めざるを得なかったが、VHB フィルタ済み映像では異常脳波

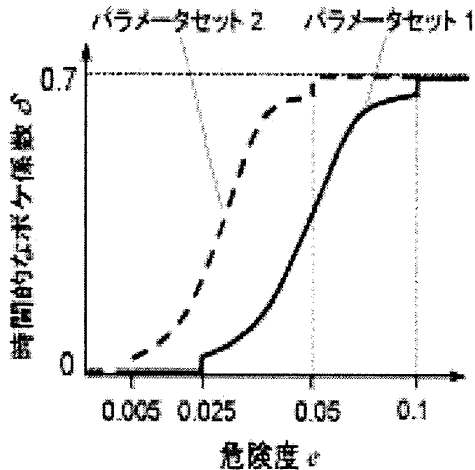


Fig.3 Two types of VHB parameter sets.

が認められず、そのまま視聴を続けることができた[3]。個人差を検討した患者13名による実験では、Fig.3に示した2種類のVHBパラメータセットを用意してその影響を調べた。危険映像として stripe flicker を利用した。その結果、パラメータセット1では7名に、パラメータセット2では13名全員に効果が認められた[4]。

### 4. VHBの主観評価[5]

3. と同じ2種類のVHBパラメータセットを用いて健常者への影響を調べた。被験者は正常な視力を持つ健常者26名(女性9名、男性17名、平均年齢36.96歳)である。映像は15種類用意した(実写13種類、アニメ2種類)。14種類はフリッカーなどの危険映像を含む映像、1種類は危険の無い映像である。それぞれ約10秒の長さであった。15種類のオリジナル映像と、オリジナル映像に2種類のフィルタを適用したものとを合わせて45個の映像を作成し、ランダムにつなぎ合わせて編集した。それぞれの映像の間にはブランク映像(黒色、15秒)を挿入した。評価項目は、映像を見たときの主観的な感想([まぶしさ]、[点滅]、[不自然さ]、[映像がぼやける])と、生理的な現象([目が痛い]、[目をそらしたくなった])を用意した。それぞれの項目に関して1~5までの5段階評価で、1はその現象や症状が少なく、5は多いとした。

評価項目毎の全被験者の平均スコア(MOS)に関する統計解析により以下の事が分かった。[まぶしさ]では、オリジナルの方がパラメータ1よりも有意に高い( $t(28)=1.59, p=0.062$ )。同様に[点滅]においても、オリジナルの方がパラメータ1よりも有意に高く( $t(28)=1.90, p=0.034$ )、パラメータ1はパラメータ2よりも有意に高い( $t(28)=1.64, p=0.056$ )。オリジナル映像でまぶしく感じていた映像が、

パラメータを適用した映像では、[まぶしさ]と[点滅]を感じる度合いが低くなっている事が分かる。一方、映像の[不自然さ]と[ぼやける]に関しては、オリジナル映像では低かった値が、パラメータが強くなるに従って増えている。[不自然さ]では、オリジナルはパラメータ1より有意に低く( $t(28)=-2.42, p=0.011$ )、パラメータ1はパラメータ2よりも有意に低い( $t(28)=-2.23, p=0.017$ )。同様に[ぼやける]においても、オリジナルの方がパラメータ1よりも有意に低く( $t(28)=-2.82, p=0.004$ )、パラメータ1はパラメータ2よりも有意に低い( $t(28)=-3.65, p=0.001$ )。

### 5. あとがき

高輝度点滅などの危険映像を未然に検出し、ほぼ実時間で緩和する映像フィルタ装置、ビデオハザードブロッカー(VHB)を開発した。VHBを通した映像では、光感受性てんかん患者から異常脳波が観測されることは無くなった。しかし、その効果には個人差があった。また、効果が強すぎると、健常者にとっては映像がぼやけたり、不自然に見えたりする場合があった。従って、個人毎にVHBパラメータセットを調整する必要がある。

我々が開発しているVHBは、TV、ビデオ、ゲーム、パソコンなど様々な映像メディアへの適用が考えられる。現在、TV・ビデオ・ゲーム向けに、VHBチップを利用した小型ハードウェアを試作中である。また、DVD対応のPC版VHBソフトウェアはその効果を検証済みである。

本研究は文部科学省のミレニアムプロジェクト(平成12年度革新的技術開発研究推進費補助金)の一環として行われた。

### 参考文献

- [1]厚生省、光感受性発作に関する臨床研究(速報版)、厚生科学特別研究(1998)。
- [2]M. Nomura, Neural Networks, 12, 347-354 (1999)。
- [3]M. Nomura et al., J. Psychiatry & Clin. Neurosci., 56(6), 685-690 (2000)。
- [4]T. Takahashi et al., Epilepsia, 43(5), 530-534 (2002)。
- [5]高木他、第16回生体・生理工学シンポジウム論文集、95-98 (2001)。