

## 高解像度画像における近視の視認性を考慮した周波数帯域補正

吉永 秀人<sup>†</sup> 杉浦 彰彦<sup>†</sup>静岡大学大学院情報学研究科情報学専攻<sup>†</sup>

## 1. まえがき

近年、コンピュータや携帯電話、タブレット端末などの情報通信機器が急速に普及し、身の回りに溢れている[1]。その中でも携帯電話やタブレット端末は一人一台から、一人で複数台持つことも多い時代へと移行しつつある。様々な情報通信機器によって、ディスプレイから文字・記号などの情報を視覚で得る機会と時間が増加してきている。特に携帯電話やタブレット端末等の情報通信端末の発展はめざましく、小さなディスプレイを見て情報を入手する機会は大幅に増加しているといえる。これらは近年問題となっている近視や乱視等の視力低下の一つの原因であると考えられる。

本研究では、眼鏡やコンタクトレンズ等の視力矯正器具を用いることなく、コンピュータやテレビなどのディスプレイを見るために、画像の補正処理を用いて、視力の低下した人でも裸眼で見やすくなるような補正画像の作成、表示することを目的としている。

## 2. 原理

## 2.1 視力低下

一般的に近視や遠視と呼ばれている視力機能障害は、水晶体の厚さの調節が適切にできないため網膜に焦点が合わず、ぼやけた像に見える状態である。網膜より手前で焦点が結ばれてしまう症状を近視、網膜の後ろで焦点が結ばれてしまう症状を遠視と呼ぶ。

近視と呼ばれている状態は、視覚として得られる情報のうち、高周波成分が低減された状態と同じであると言われている。図 1(a)のような画像を近視の人が見ると、高周波成分が低減された図 1(b)のようにぼやけた画像のように見える[2]。

## 2.2 周波数補正

本研究では高い周波数帯域を表示できるディスプレイを用い、高周波帯域の補正・強調によ

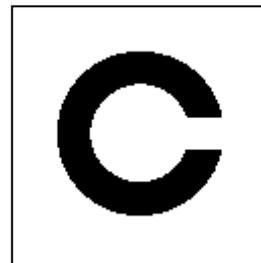


図 1 (a) 通常画像



(b) 高周波低減画像

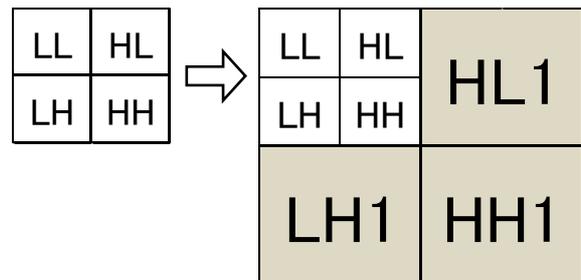


図 2 帯域拡張時のウェーブレット変換係数

り視力を補う。近年利用され始めている 4K, 8K 等の超高精細画像に対応したディスプレイは、従来よりも高周波帯域を表示可能である。高周波帯域を視力補正のために利用することにより、視力低下した人でも裸眼で画像を見ることができ

## 2.3 ウェーブレット変換

ウェーブレット変換は周波数解析を行う手法の一つである。ウェーブレット変換は基底が変更可能であり、フーリエ変換に比べて視覚特性に適した周波数補正を行うことができるため、本研究ではウェーブレット変換を用いる。画像のウェーブレット変換は、垂直成分と水平成分の 2 次元変換を行い、4 つの周波数成分 LL, HL, LH, HH に分解することができる[3]。図 2 の様に高周波成分 HL1, LH1, HH1 を加える事で、画像の高周波帯域を拡張することができる。HH1, HH2~HHn のように繰り返し高周波成分を加える事で、従来の低解像度画像を超高精細画像に変換することが可能である。また各成分ごとに値を補正することが可能であり、

“Frequency Correction Considering Visibility of Myopia in High Resolution Image”

<sup>†</sup>Hideto Yoshinaga, Akihiko Sugiura,

Graduate School of Informatics, Shizuoka University

水平成分だけの補正，垂直成分だけの補正などの方向別に補正することができる。その際に視覚特性に適した成分を補正することで，視認性が向上する補正画像を作成することができる。

### 3. 実験と結果

#### 3.1 高周波帯域強調による視力補正実験

本実験では，2種類のウェーブレット変換を用いて高周波帯域を除去した画像，高周波帯域を除去した画像に対して高周波帯域を補完した4K解像度画像のランドルト環画像を用いて視力を測定した。実験環境は4K解像度対応ディスプレイを用いて4方向のランドルト環画像を表示し，被験者は3m離れた位置から片目で画像を見て，ランドルト環画像の切れ目を上下左右もしくは不明をキーボードで解答する。被験者は20代の男性9名である。

視力測定結果を表1に示す。表中の赤文字は強調により視力が向上した画像，青文字は視力が低下した画像を表す。殆どの被験者において高周波帯域を強調した画像において視力が向上し，高周波帯域によって視力の補正が可能であると考えられる。また，CDF9/7手法よりもHaar手法の方がより大きな視力向上が可能となる傾向があることがわかった。

#### 3.2 高周波の各成分による視力補正比較実験

本実験では高周波帯域の各成分が視力補正に与える影響について調べるために，高周波を除去した原画像，ウェーブレット変換係数の高周波帯域(HL, LH, HH)の各成分だけを強調した画像，全成分を強調した画像の計5種類のランドルト環画像を用いて視力を測定した。実験画像と実験方法は3.1節の高周波強調実験と同様であり，被験者は20代の男性14名である。

視力測定結果を表2に示す。表中の赤文字は強調により視力が向上した画像，青文字は視力が低下した画像を表す。ランドルト環の切れ目に対して水平成分を強調した画像と，全成分を強調した画像において視力が向上した被験者が多かった。一方で，切れ目に対して垂直成分や斜め成分を強調した画像では視力の向上した被験者が少なく，低下してしまう被験者も存在した。この結果から，切れ目に対して水平な成分の強調が視力に大きな影響を与えていると考えられる。つまり画像によって視認性に影響する高周波成分が異なっており，画像に対して適切な成分を補正することによって，視認性を向上させることが可能である。

表1 高周波帯域強調における視力測定結果

被験者	4K画像	Haar		CDF9/7	
		除去	強調	除去	強調
A	1.70	1.50	1.70	1.30	1.50
B	1.10	0.90	1.10	0.80	0.90
C	0.80	0.70	0.80	0.60	0.70
D	0.30	0.10	0.30	0.10	0.20
E	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10
F	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09
G	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10
H	0.10	0.09	0.09	0.07	0.09
I	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04

表2 各成分強調における視力測定結果

被験者	高周波除去 (原画像)	斜め成分 強調	垂直成分 強調	水平成分 強調	全成分 強調
A	1.60	1.50	1.60	1.60	1.70
B	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00
C	0.70	0.70	0.80	0.80	0.70
D	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20
E	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20
F	0.10	0.09	0.10	0.20	0.10
G	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10
H	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10
I	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
J	1.00	0.90	0.90	1.00	1.10
K	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00
L	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
M	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09
N	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04

### 4. まとめ

本研究では近視における視覚特性を考慮し，高解像度画像が持つ高周波帯域における視認性の影響を検証するために，高周波帯域補正をしたランドルト環画像を用いた視力測定を行った。

実験結果より，高周波帯域を補完することによって視認性が向上することがわかった。また，ランドルト環画像においては，ランドルト環の切れ目に対して水平な高周波成分が視認性向上に大きな影響を与えていることが示された。

今後の課題としては，各視力における適切な補正式の検討が必要である。また，各画像における視覚補正に適した高周波帯域の特定，色調，コントラストの影響の検証を行い，自然画像に対応した視認性向上手法の検討が必要である。

### Reference

- [1] 倉持 敦, 米村 恵一, 杉浦 彰彦, "視覚特性を考慮した周波数帯域の補正表示方式", 電気学会論文誌. C, 電子・情報・システム部門誌 124(2), 467-472, 2004.
- [2] 観音 隆幸, 堺 浩之, 中内 茂樹, 白井 支朗, "ぼけ順応が視覚の空間周波数伝達特性に与える影響", 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム J90-D(7), 1812-1819, 2007.
- [3] Gholamreza Anbarjafari and Hasan Demirel, "Image Super Resolution Based on Interpolation of Wavelet Domain High Frequency Subbands and the Spatial Domain Input Image", ETRI Journal, vol. 32, no. 3, pp. 390-394, 2010.