

裸眼立体視による注視点の動きを利用した視力回復訓練ソフトウェアの開発

高 碩[†] 清水 要[†] 笠原 信一[†] 安藤 大地[†]

近年、コンピュータが広範的に使用されることに伴い、眼精疲労や近視の増加は現代社会の大きな問題になっている。現代は狭い生活空間に制限されるため、遠方視という効果的な視力回復訓練が難しい。このような問題に対して、本研究では、裸眼立体視による仮想3次元空間の疑似遠方視を利用した視力回復訓練ツールを提案する。これは、映像の注視点の深度を変化することにより、眼のレンズを調節する毛様体筋の緊張状態をほぐすツールである。

Development of the Eye-sight Recovery Training Software Using Movement of the Gaze Point Depth by the Tool-less Stereo Viewing

KOU SEKI[†] KANAME SHIMIZU[†] SHINICHI KASAHARA[†] DAICHI ANDO[†]

Recently, an increase in the asthenopia and the near-sightedness becomes a big problem of the contemporary society along with the wide use of computer. Effective eyesight recovery training named distant vision is difficult because it is limited to a narrow modern living space. We propose the eyesight recovery training software using pseudo-distant vision in virtual three-dimensional space by the naked-eye binocular vision for such a problem. This is a tool that can relieve the tension of the hair modality muscle which adjusts the eye lens by changing the depth of the gaze point.

1. はじめに

近年、様々な仕事がパソコンに置き換えられ、ディスプレイ上での作業時間は飛躍的に増加した。また、携帯電話や、携帯型のゲーム機の復旧により近い位置でディスプレイを見ることも増加している。これらを背景として、眼精疲労や近視の増加は現代社会の大きな問題の一つである。眼精疲労、近視を防止するためには、毛様体が緊張している状態を長時間持続しないようにすることが挙げられる。しかし、現代の生活環境は、狭く限られた空間で作業することが多く、外の風景を見ることなどによる遠方視が困難である状況が多い。

そこで、立体映像を見ることによって疑似的に遠方視を行った状態に毛様体を調整する眼のメカニズムに着目し、コンピュータディスプレイ上で毛様体をほぐす手法を提案する。日本人の近視者の人口の割合は半数を超え世界一の水準にある。上記機能を持ったソフトウェアを一般家庭およびオフィス向けに提供することは、社会的に大きな効果を生むことが期待できる。また、これまでパソコンの作業は視力を低下させる元凶とされてきた。パソコンで視力の改善ができれば、パソコンの利用形態が大きく変化するだろう。

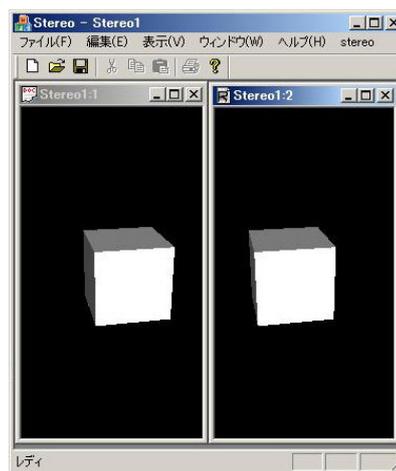


図1 視力回復訓練ソフトウェア

2. 眼精疲労の原因

コンピュータによる作業環境では、長時間、至近距離に眼の焦点を合わせ続けた状態になりやすい。人間の眼は、眼球の周りの外眼筋で眼球を動かす。視線を定め、視線の先から光を受け、眼球表面の角膜と眼球内部の水晶体で屈折させ、眼球広部の網膜に映すことで、対象物を知覚している。このとき、水晶体の周りには毛様体が収縮することで、水晶体の厚さが変化し、焦点が合わされており、見る対象物が近いほど、水晶体を厚くするために毛様体は強く収縮する。したがって、長時間、至近距離に眼の焦点を合わせることは、外眼筋を一定の緊張状態に置くことになると共に、毛様体を長時間強い収縮状態におくことになる。この

[†] 首都大学東京 システムデザイン学部
Tokyo Metropolitan University, Faculty of System Design

ことが、眼の疲労の原因になると共に、視力の低下の一因になるとも言われている。

3. 立体映像の眼精疲労への応用

立体映像を見ることによって、毛様体が疑似的に遠方視を行った状態に調整されることが、研究によって確認されている^{1),4)}。立体映像とは、二つの眼球の距離とそれによる視差によって、飛び出し感や奥行き感を感じる映像の表示方法である。

このことを利用して、裸眼立体視による、外眼筋や毛様体などのいわゆる眼筋の緊張状態を緩和させる画像は、「マジカルアイ」²⁾という名で知られている。

裸眼立体視とは、画面上に二つの画像を並べ、左右の目でそれぞれ別の画像を見ることによる立体視の手法である。裸眼立体視による視力回復の効果³⁾は、古賀、栗田による研究⁴⁾で報告されている。

立体映像の表示には、アナグリフ式、光源分割方式、レーザーによる空気のプラズマ発光など特別な機材を使用する方式があるが、特別な機材を使用しない裸眼立体視は、多くの人が手軽に利用できる非常に重要な長所がある。

4. 裸眼立体視による視力回復訓練ソフトの提案

裸眼立体画像による視力回復訓練は、特別な機材なしで手軽に利用できる点で優れているが、静止画像であるために、一度立体視によって立体を認識できても、画像の位置関係が変化しない。従って、そのまま立体視により画像を見続けると、利用者の視線や焦点は固定され、眼筋を一定の緊張状態におくことになる。

そこで、静止画像ではなく、コンピュータによって焦点が変化する動画を発生させ、その画面を見ることによって、腕立て伏せによる上腕筋の運動の様に、眼筋の緊張と弛緩を繰り返すことのできるCGソフトウェアを提案する。この動画像は、利用者のマウス操作などによりリアルタイムに変化し、ゲーム感覚のエンターテインメント性を兼ね備えることで、視力回復訓練を楽しく続けやすくする効果もある。

一方、裸眼立体視で画像を見るためには、スキルが必要で、誰もがすぐに行えるものではない。そこで、裸眼立体視を活用するために、だれでもが簡単に立体視ができるようになる援助機能が必要となる。

本ソフトウェアは、立体視ができるようになるための訓練機能と、立体視による眼筋揉みほぐし機能で構

成される。この二つの機能は連動し、立体視訓練機能で立体的に見えた後、その映像がそのまま眼筋揉みほぐし機能に移行する。

4.1 立体視の訓練

コンピュータ画面の指示に従っていけば自然に立体視が習得できるプログラムを開発し、だれでもが簡単に立体視による視力回復ができるようにする。この機能は、特に児童の視力回復訓練に効果を発揮するだろう。

立体視が難しい要因は、人によって両眼の間隔が異なるにもかかわらず、通常の静止画像による方式では左右の画像の間隔が固定されている点である。訓練者に最適な間隔で表示することによって立体視が見えやすくなる。一度立体視ができれば、間隔が変わっても立体視できるようになる。立体視には平行法と交差法があり、平行法も交差法も同様の手順であるので、ここでは平行法による立体視の訓練の流れを記述する。

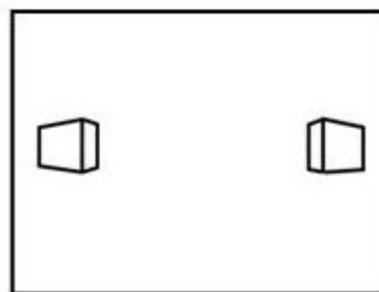


図2 立体視の訓練 a



図3 立体視の訓練 b

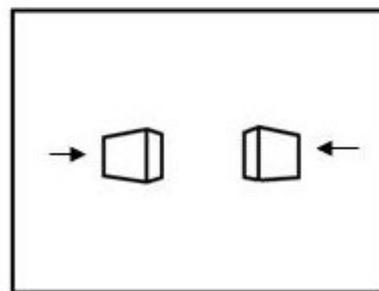


図4 立体視の訓練 c



図5 立体視の訓練 d

- 左目用の CG 図形がコンピュータ画面の左端に、右目用の CG 図形が画面の右端に表示される (図 2)。
- 訓練者は、まず遠くを見て、そのまま首を動かしてこの画面を見ると、図2のCG図形が図3のように4つに見える。
- マウスを動かすと、その動きに合わせて左右のCG図形が画面の中央に近寄る (図4)。
- その時、図3の4つに見えていたCG図形の中央2つが重なって、図5のように3つになるところがある。そこでマウスの動きを止める。このとき、中央のCG図形が立体に見える。このときの左右のCG図形の間隔が、この訓練者にとっての最適な左右の間隔である。この値をプログラムが記憶しておき、後の訓練に利用する。
- aからdの操作を繰り返すことによって、訓練者は立体視の感覚に慣れる。
- 一度立体に見えたら、ある程度図形の間隔を変えても立体に見え続けるので、マウスを動かして、間隔を近づけたり離したりしても立体に見えるように眼を慣らす。
- 慣れれば、a, b, c を経ずに直接 d の状態を表示して、立体に見えるように訓練する。この表示に d で記憶しておいた間隔値を使用する。

4.2 視力回復の訓練

物体の遠近感を変化させ、注視点の深度が変化するCG映像をリアルタイムに発生させることによって、静止画像を見る場合よりも眼の筋肉を解きほぐす体操が効果的に行える。平行法でも交差法でも同様の手順があるので、ここでは平行法による訓練の仕組みを図6を使って説明する。

- コンピュータの仮想三次元空間の位置Aに物体を置き、画面をその手前に配置し、左眼用と右眼用のCG画像を作成すると、画像A-lと画像A-rが画面上に表示される。
- 訓練者はこの画像を平行法の立体視で見る。
- 訓練者がマウスのホイールを回すと、それに連動して物体の位置が近付いたり遠ざかったりし (位置 A⇔位置 B)、画面に表示される画面が、左眼用画像は A-l⇔B-l、右眼用画像は A-r⇔B-r に変化する (図 7, 図 8)。

この画像を立体視で見ることは、遠くから近くに、近くから遠くに移動する物体を見ることに相当し、眼の筋肉の揉みほぐし体操になる。

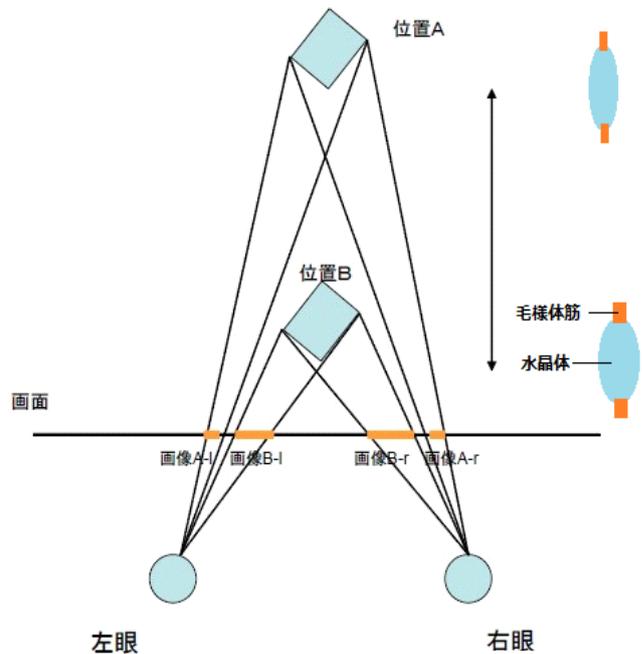


図 6 注視点の深度の変化

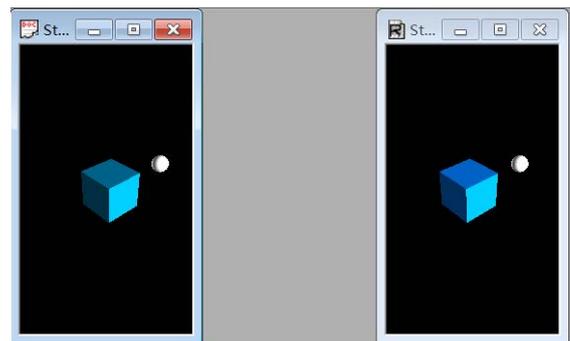


図 7 画像 A-l 画像 A-r

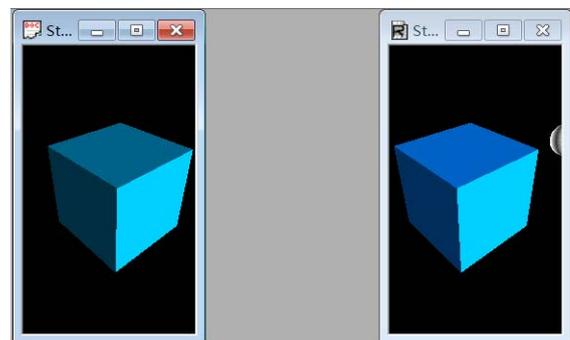


図 8 画像 B-l 画像 B-r

5. プログラムの実装

以上の仕組みを実現するため、裸眼立体視による注視点を利用した視力回復ソフトウェアのプロトタイプを作成した。

このプロトタイプは OpenGL 技術で仮想 3 次元空間を構築し、Microsoft 社の Visual C++ 2008 を用いてユーザーインターフェース部分を開発した。Visual C++ ビューに付いているメッセージハンドラの機能を利用し、訓練者はキーボードの操作により、左右画像の間隔や大きさなどを調整することができる。視点や物体の遠近（注視点の深度）の変化は、マウスの操作によって行える。

立体視できる最適な両眼間隔を利用するために、最初に一度ソフトウェアに記憶されると、次に訓練する時に訓練者の名前を調べれば、画像は直接最適な両眼間隔で表示される。

6. 今後の課題

眼精疲労や視力回復の訓練のためのソフトウェアの第 1 段階が完成した。このソフトウェアを使って簡単なモニターテストを行ったところ、「眼がすっきりする感じがする」といった感想が得られたが、今後さらに詳しく被験者実験を行って、このソフトウェアによる視力回復の効果を測定するとともに問題点の検証を行う。本ソフトウェアは人体の機能に影響を与えるものであるため、このソフトを使用した場合の生理的・心理的影響について十分な検証が必要である。

本ソフトウェアは、眼精疲労や視力回復の機能だけでなく、豊富なコンテンツも訓練者に提供し、様々な仮想シーンを立体的に体験することができるエンターテインメント性も備えることを計画している。楽しみながら眼の筋肉の体操をすることによって、無理なく訓練が続けられる効果もめざす。

また、現在の対話型の操作だけでなく、訓練者が操作しなくても見るだけで、楽しみながら視力回復の訓練ができるアニメーション型の表示方法も備える必要があろう。

なお、この手法は「眼筋緊張緩和システム、眼筋緊張緩和プログラムおよび眼筋緊張緩和方法」として、2009 年 11 月 26 日に特許出願公開（特願 2009-273710）している。

参考文献

- 1) 大森, 宮尾, 長谷川, 石原, 石垣, 田原: 立体映像に対する水晶体調節の測定, 日本視覚学会, Vol.16 No.4, pp223-226 (2004)
- 2) 21 世紀 3D アート眼力向上研究会編: 楽しく遊んでみるみる目がよくなるマジカル・アイ, ワニブックス(2004).
- 3) ホームページ: 視力回復と視力検査,

<http://www.eye-eye.net> (2007).

- 4) 古賀, 栗田: 裸眼立体視と変動磁場を併用した視力回復法の長期的効果, 国際生命情報科学会, 第 5 回シンポジウム, pp216-217 (2003).
- 5) 太田, 河合, 柴田, 岩崎, 三宅: 立体映像を利用した眼精疲労軽減の一手法, 映像情報メディア学会誌 Vol.59 No.10, pp1534-1540 (2005).