

## 近視者のための 裸眼状況向け文字情報提示手法

堀江 達矢<sup>†1</sup> 片山 拓也<sup>†1</sup>  
寺田 努<sup>†1,†2</sup> 塚本 昌彦<sup>†1</sup>

現在、多くの人が近視のためにメガネやコンタクトを利用して生活している。近視者は裸眼の状態では文字の認識や物体の詳細を把握しづらい。しかし、睡眠前後や入浴時、プール、海などではメガネやコンタクトを装着しない、装着できないことが多く、そのような状況では近視者は裸眼状態で行動しなければならない。そこで本研究では、近視者が裸眼時にも容易に視覚から情報を得られるような情報提示システムを開発する。本稿では文字情報提示に対して5つの手法を提案する。

### A Text Information Presentation Method for Myopes with Naked Eyes

TATSUYA HORIE,<sup>†1</sup> TAKUYA KATAYAMA,<sup>†1</sup>  
TSUTOMU TERADA<sup>†1,†2</sup> and MASAHICO TSUKAMOTO<sup>†1</sup>

Currently, many people use contact lenses and glasses because they have a myopic vision. It is difficult for myopic persons to grasp details of texts and objects with the naked eyes. However, they cannot wear contact lenses and glasses in the situations such as sleeping, bath, sea, and pool. In these situations, they have to act with the naked eyes. Thus, we propose a method of information presentation, which can be easy grasped with the naked eyes. In this paper, we propose 5 methods for text information.

<sup>†1</sup> 神戸大学大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering, Kobe University  
<sup>†2</sup> 科学技術振興機構さきがけ  
PRESTO, Japan Science and Technology Agency

#### 1. はじめに

現在、多くの人が近視のためにメガネやコンタクトを利用して生活している。近視は屈折異常の一種で、遠方から目に入ってきた光が網膜より手前で象を結び、物がぼやけて見える状態を指す。そのため、近視者は、裸眼の状態では文字の認識や物体の詳細を把握しづらい。しかし、睡眠前後や入浴時、プール、海などではメガネやコンタクトを装着しない、または装着できないことが多く、そのような状況では近視者は裸眼状態で行動しなければならない。近視の度合いにもよるが、近視者が裸眼状態で行動すると様々な不便を強いられる。例えば、ディスプレイの映像や時計、看板の内容がぼやけて重要な情報を見逃す、入浴時の温度調整で似たボタンが並んでいると判別がつかず誤ったボタンを押すといった状況に陥る。

そのような問題を解決するために、視覚ではなく、聴覚や触覚を利用したシステム<sup>1)</sup>が視覚障害者向けインターフェースとして研究されてきた。これらは裸眼状態の近視者でも利用できるが、一覧性が無く、視覚と比較して一度に得られる情報量が少ない。さらに、近視者以外も利用するような環境では、視覚に加えて聴覚や触覚を利用するために機能を付ける必要があり、コストがかかる問題がある。視覚情報を利用するシステムとして、ロービジョン向けの研究があるが、読書や学習を想定した研究が多く、近視者が裸眼になる状況を想定していない。また、弱視者向けに表示内容を大きくするシステムがあるが、情報を提示できる範囲が限られている場合、大きく表示すると一覧性が無くなる問題がある。

そこで本研究では、提示領域が限られた場合でも、近視者が裸眼時に容易に情報を得られるような、視覚情報提示システムを開発する。本稿では文字情報提示に対して5つの手法を提案する。これらは裸眼時の近視者のぼやけた視界でも認識できるように、文字に動きや色、大きさの変化を与えて認識を助ける手法である。

本稿は以下のように構成されている。第2章で関連研究について記述し、第3章では文字情報提示手法について、第4章では評価実験について詳しく説明する。第5章で考察し、最後に第6章でまとめを述べる。

#### 2. 関連研究

近視者ではなく、視覚障害者向けの情報提示については数多く研究されている。視覚情報を利用せずに情報提示する研究として、音声や触覚を利用する研究がある。例えば、歩行誘導を目的とした音声による距離提示<sup>2)</sup>では視覚障害者に対して障害物や曲がり角までの距離やそこに到達するまでにかかる時間や歩数を音声で伝達すべきかを検討している。Touch

Your Way<sup>3)</sup>では移動経路を記した触覚デバイスを利用することで歩行支援を行っている。他にも映画の音声ガイド<sup>4)</sup>やPC操作補助、自動点訳など様々な研究がされている<sup>5)</sup>。

視覚情報を利用するロービジョン者向けの研究として、文字を大きく表示して読みやすくする拡大読書器<sup>6)</sup>やロービジョン者のPC環境改善を考察した研究がある<sup>7)</sup>。これらの研究では文字サイズの拡大や色覚を考慮した配色によって視覚情報の利便性を高めている。製品としても拡大鏡<sup>8)</sup>のように文字を拡大してロービジョン者を支援するシステムがあり、すでに利用されている。

入浴時や起床時のような裸眼になる可能性が高い状況での情報提示や入力インターフェースの研究としてTubTouch<sup>9)</sup>がある。これはタッチセンサとプロジェクタを用いて浴槽自体にセンサ機能やディスプレイ機能をもたせ、直観的な入力や機器の操作メニューの表示を行う。また、浴室での情報提示として防水テレビ<sup>10)</sup>や防水スピーカー<sup>11)</sup>が利用されている。起床時のモチベーション強化を支援する研究<sup>12)</sup>もある。これはコミュニティの活動を利用した社会的な目覚まし時計であり、モチベーションを向上させて不登校者を減らすことを目指している。これらのシステムは裸眼状況での利用が考えられるため、提案手法を適用することで近視者がこれらのシステムを利用しやすくなると考えられる。

### 3. 文字情報提示手法

裸眼状態の近視者は近くのもの以外に焦点があわず、視界がぼやけてしまう。視界がぼやけた状態では文章の内容など細かな情報を視覚から得られないが、単純な図形や線、色の違い、動きなどはぼやけた状態でも把握しやすいと考えられる。これらを考慮して、以下に示すように近視者が裸眼状態でも文字を認識できる5つの表示方式を提案する。

#### 書き順アニメーションで文字表示

人間は動きに敏感である。TextureWorld<sup>13)</sup>では動きのあるときだけ枠を認識でき、動きが無くなった瞬間に枠を認識できなくなる。これは近視者の裸眼時にも同じように、動きのあるときだけ枠を認識できる。このようにアニメーションの動きが単純であれば、近視者が裸眼時でも認識ができる。そこで、この方式では図1のように書き順に沿ってアニメーションを表示することで書き順から文字を連想させ、認識を容易にする。書き順アニメーションはひらがなの場合1文字当たり20枚から30枚程度の画像データを用い、20msごとに画像を切り替えて表示して実現する。画像の切り替え速度は予備実験より決定した。文字が多い場合、全ての文字のアニメーションを同時に動かすと動作箇所が多すぎて認知できない<sup>14)</sup>。そのため、書き順アニメーションを単語で連動させて、同時に動いているアニメーション数



図1 書き順アニメーションで文字表示

## 文字の色を変える

図2 品詞ごとに文字の色を変更

を少なくし、認識できるようにしている。

#### 品詞ごとに文字の色を変更

視界がぼやけた状態でも色の違いは判別しやすいと仮定し、図2のように品詞ごとに色を変更して文章を認識しやすくする。人は文章を読むときに文字すべてを注意深く見ているわけではない。文章の流れからも文字を認識している<sup>15)</sup>。そのため、単語を品詞ごとに色分けすることで文章の構成を把握でき、文章の内容を予測しやすくする。また、近視者は緑色より赤色の方が認識しやすいため、赤色の文字を中心に利用する。これは近視者は網膜の手前で焦点が合うのだが、赤色の光は波長が長く、目の奥まで届き、緑色の光は波長が短いため赤色の光より手前にしか届かないためである。品詞の色分けとして動詞を橙色、形容詞を青色、名詞を赤色、その他の品詞は黒色とする。コントラストを強くするために、白背景に上記に記した色合いを暗めに表示する。

#### 文字サイズを変更

図3のように認識が容易な文字を小さく、認識が難解な文字を大きく表示して文章を把握しやすくする。近視者のために限られた提示領域内では、表示したい内容を出来るだけ大きく表示すべきである。そのため、全ての文字を大きくするのではなく、各々の文字を必要な文字サイズで表示する。したがって、認識が難解な文字ほど大きく表示される。認識が難解な文字は画数の多い文字や類似文字が多い文字などが考えられる。

#### 文字を振動

図4のように文字を振動させた場合、振動させた方向に伸びる直線は振動しても変化し

# 文字の大きさを 変更

図 3 文字サイズの変更



図 4 文字を振動

ない領域が多く、他の直線部分と異なって見えると考えられる。そのため、文字を左右方向や上下方向に振動させ、振動させた方向に伸びる線の視認性を向上させて文字形状の認識を助ける。振動を大きくすると提示領域を大きくしてしまうため、細かく振動させて視認性に影響があるかどうかを確認する。文字の動く速さは細かい振動をさせるために、移動幅を片側 3px にし、1 往復の移動を 100ms で振動させる。文字の振動は 1 文字ずつではなく、文章全体で振動させる。

文字の一部を削り表示サイズを拡大

文字は図 5 のように一部が表示されていなくても認識できる可能性がある。そこで、文字の一部を削り表示サイズを大きくすることで裸眼状態で文字の認識を高められる可能性がある。文字を削る領域は文字の認識が可能な範囲で行う。ひらがなの場合、「は」と「ほ」のように文字上部の情報を削ると文字の認識が不可能になる文字があるため、文字下部から文字情報を削る。予備実験から文字の下部を削っても文字の認識が可能な範囲は、文字の下部を 20% を削ったところまでである。

これらの提案手法をディスプレイに表示するシステムを実装した。実装したシステムを用

# 文字を削る

図 5 文字の一部を削り表示サイズを拡大

いて評価実験を行い、システムを改善していくことで近視者の裸眼時における最適な手法を検討する。

## 4. 評価

提案した 5 つの手法の利用により裸眼時の近視者が文字の認識をしやすくなるか評価実験により判断する。評価実験の結果は分散分析を利用し、手法による有意差を検討する。近視者は人によって近視の度合いが違うため、見えた文字サイズを分散分析するのではなく、各被験者の手法なし時の平均値からの差のデータに対して分散分析を行い、手法ありと手法なしのデータの有意差を判別する。被験者はすべて近視で普段はメガネやコンタクトを使用して生活している者であり、裸眼の状態で行った。手法ごとに被験者は異なり、それぞれの手法に対して 5 人の被験者に実験を行った。

### 書き順アニメーション

文字を書き順アニメーションで表示する手法に対して評価実験を行った。5 人の被験者（乱視あり 3 人）に対して、通常の方法と書き順アニメーションの文字表示のどちらが裸眼状態でよく見えるかを検証する。表示する文字はひらがなの中からランダムで 3 文字を選択し、選択された 3 文字を手法ありと手法なしで提示する。被験者の位置は固定し、ディスプレイに表示される文字のサイズを見えない大きさから徐々に大きくする。文字が見えた段階でその文字サイズを記録する。被験者 1 人に対してそれぞれ 5 回ずつ実験を行った。

結果を図 6 に示す。縦軸は文字サイズを表し、横軸は被験者を表す。手法なしと手法ありの実験データについて分散分析を行った結果 ( $F_{1,48}=4.80, p<0.05$ ) となり有意差があることがわかる。さらに、図 6 から書き順アニメーションの表示手法の方が通常の方法と比較して視認しやすく、裸眼時の文字表示として有効であると判断できる。また、提案手法を用いると同じ表示領域に表示できる文字情報量が平均で約 10% 増えることがわかった。

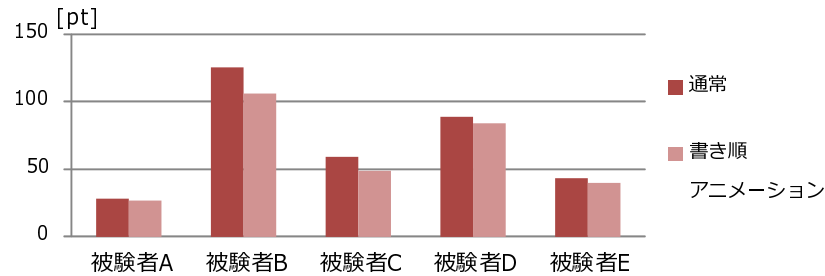


図 6 書き順アニメーションの実験結果

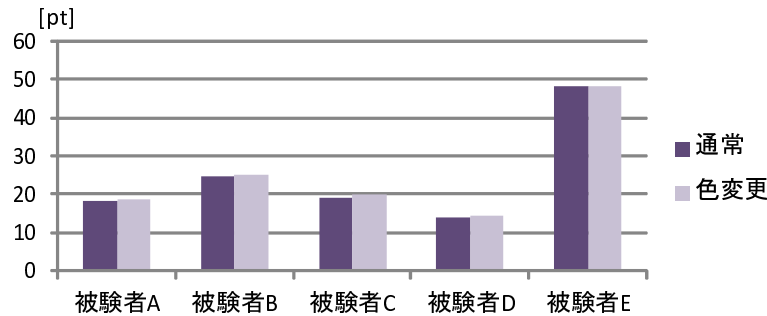


図 7 文字の色を変更

#### 品詞ごとに文字の色を変更

文字を品詞ごとに色変更する手法に対して評価実験を行った。5人の被験者（乱視あり3人）に対して、手法ありと手法なしのどちらが裸眼状態でよく見えるかを検証した。被験者の位置は固定し、ディスプレイに表示する文字を見えない大きさから徐々に大きくする。文章として複数の品詞を含む、天気に関する内容の1文を提示し、被験者が文章の内容を把握できた文字サイズを記録する。被験者1人に対して手法ありと手法なしに対してそれぞれ5回ずつ実験を行った。

実験結果を図7示す。実験の結果から、文字の色の変更による文章の内容把握の容易さは手法なしと比べてほぼ変化がなかった。品詞が何を表しているかは色によって判別できたが、品詞を認識しただけでは内容を把握するまでには至らなかった。また、黒色から別の色

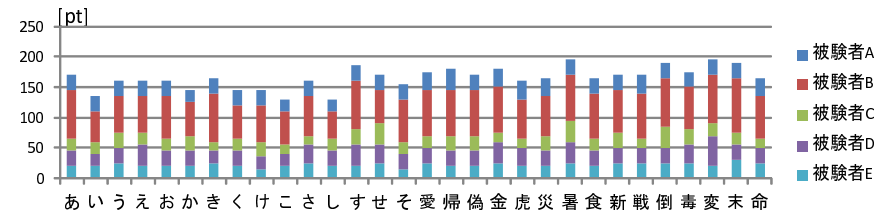


図 8 文字サイズを変更

に変えることで色のコントラストが悪くなり、文字の認識が悪くなったと考えられる。

#### 文字をサイズを変更

文字によって認識できる文字サイズにどの程度影響があるのか評価を行った。文字の一部を削る手法に対して評価実験を行った。被験者5人（乱視あり3人）に対して、被験者の位置は固定し、ディスプレイに表示する漢字もしくはひらがな1文字を徐々に大きくしていき、見えた文字サイズを記録する。ひらがなは「あ」から「そ」までを利用し、漢字は今年の漢字1995年から2010年までを利用した。文字は1回ずつランダムで選択され、同じ文字は一度限り表示し、全ての文字に対して実験を行うと終了する。使用者には使用文字が限定されていることを知らせずに実験を行った。

実験結果を図8に示す。ひらがなより漢字の方が見える文字サイズは大きく、画数の多い複雑な文字が見えにくいと判断できる。また、「末」や「さ」「き」の文字サイズが大きくなっていることから、類似文字の多い文字が見えにくい可能性があると考えられる。また、視力の悪い人ほど文字ごとのサイズの差が大きいため、ユーザの視力を考慮した文字サイズの変更が必要だと判断できる。

#### 文字を振動

文字を振動表示する手法に対して評価実験を行った。5人の被験者（乱視あり3人）に対して、手法ありと手法なしのどちらが裸眼状態でよく見えるかを検証した。被験者の位置は固定し、ディスプレイに表示する文字を見えない大きさから徐々に大きくする。文字が見えた段階で文字サイズを記録する。表示する文字はひらがなの中からランダムで3文字を選択する。被験者1人に対してそれぞれ5回ずつ実験を行った。

実験結果を図9に示す。手法なしと文字を横に振動、文字を縦に振動に対して分散分析を行った結果 ( $F_{2,72}=0.10, p=0.90$ ) となり有意差がないことがわかった。実験結果からひらがなにおいては文字の振動の効果は無いと判断できる。想定していた振動方向に伸びる

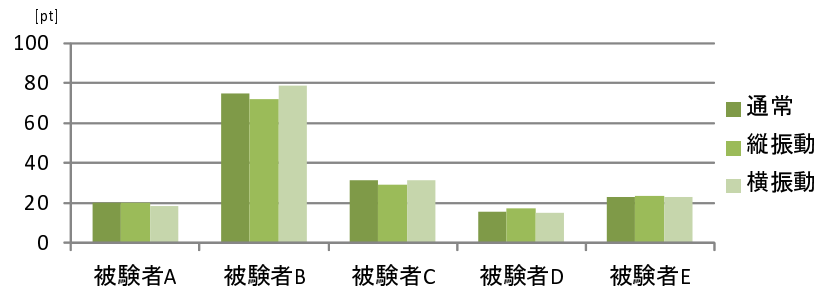


図 9 文字の振動

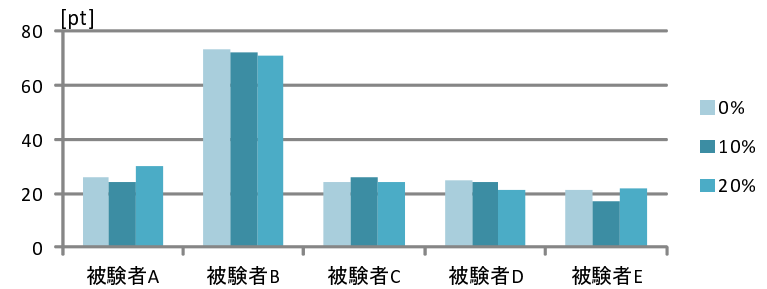


図 10 文字の一部を削る

線の視認性は向上しなかった。しかし、文字の振動によって文字の認識に悪影響を与えてもいない。振動によるぼやけの増進も考えられたが、影響として現れなかった。

#### 文字の一部を削る

文字の一部を削る手法に対して評価実験を行った。文字の下部を 10%、20% 削った場合と手法なしに対して実験を行った。書き順アニメーションの評価実験と同様に、被験者の位置は固定し、ディスプレイに表示する文字サイズを見えない大きさから徐々に大きくする。文字が見えた段階で文字サイズを記録する。表示する文字はひらがなの中からランダムで 3 文字を選択し、選択された 3 文字を手法ありと手法なしで提示する。被験者は 5 人（乱視あり 3 人）で、被験者 1 人に対して手法なしと文字の下部を 10% 削る場合、文字の下部を 20% 削る場合についてそれぞれ 5 回ずつ実験を行った。

結果を図 10 に示す。手法なしと手法ありに対して分散分析を行った結果 ( $F_{2,72}=0.42$ ,  $p=0.66$ ) となり有意差がないとわかる。したがって、文字の一部を削っても見える文字サイズにはほぼ違いが無いと判断できる。これより、文字の一部を削ることで限定された提示領域に文字をより大きく表示できると判断できる。今回の実験では 20%、文字サイズを拡大可能とわかった。今回はすべての文字に適應できるように文字サイズの下部を 20% 削ったが、文字の下部だけでなく、上部や側部を削ることで文字サイズを増加できる可能性がある。

## 5. 考 察

それぞれの手法について考察し、手法ごとに改善点を考える。

#### 書き順アニメーションで文字表示

評価実験から有効性が確認でき、提示領域内に 10% 程度情報量を増やせることがわかっ

た。しかし、書き順アニメーションは動きで文字の認識をさせるため文字のアニメーション時間分、文字の認識に時間がかかる。今回のアニメーションの速さでは、1 文字あたり最低でも約 500ms の時間がかかってしまう。日本人の平均読書速度は 400 ~ 600 文字 / 分と言われ、1 文字あたり 100ms ~ 150ms で読む人が多い。そのため、文字が認識できるまでに通常の 3 倍以上の時間がかかっている。したがって、文字情報量の多い提示内容には向かないと考えられる。書き順アニメーションの手法は少ない文字を提示するときには有用だと考えられる。

#### 品詞ごとに文字の色を変更

文字の色の変更による文章内容の把握の容易さに有意差はなかった。品詞が何であるかの情報から文脈を推測できないことが判断できる。色情報は非常に重要であり、信号や標識では色によって情報を伝えている。文字情報において色を有効に利用できなかったが、文字以外の情報提示において色情報の利用は有効な可能性が高い。

#### 文字サイズを変更

類似な文字が視認性に影響を与える可能性は実験から判断できた。しかし、文章の場合、文脈から文字を推測できるため、類似文字の影響が少ない可能性がある。それを考慮すると、同じサイズでしか見えない類似な文字と難解な文字があれば、難解な文字を優先して大きくすべきだと考えられる。また、実文字の画数などのパラメータから認識の難解さを決定する機構が必要となる。

#### 文字の振動

文字全体の振動による文字の視認性の向上は確認できなかった。振動していることは認知できているため、それを文字認知に利用できていないことが問題だと考えられる。振動を文

字認知に利用するための例として、水平の直線だけ微振動させることで、振動部分は水平部分であり振動していない部分は垂直部分であると認識させ、部分的な振動によって認識を向上させられる可能性がある。また、今回の実験はひらがなを利用して評価実験を行ったが、ひらがなは縦横に伸びる直線が少なく、曲線が多いため有効では無かった可能性がある。アルファベットや漢字の場合、振動させることで影響がある可能性も考えられる。

#### 文字の一部を削る

文字の一部を削ることによる文字の視認性の変化は実験から見られなかった。これから、どの文字が判断できる情報を残しておけば、文字を下部だけでなく、上部や側部から削ることで同様の結果が得られると考えられる。また、ひらがな以外の漢字やカタカナ、アルファベットの場合、「E」と「F」や「L」と「I」など文字の下部に文字認識に必要な情報が多く、文字の下部を削りにくいため、表示する文字の種類に適した文字の削りが重要であると考えられる。

これらの手法は併用できる可能性が高い。実験で有意差のあった書き順アニメーション手法と文字の一部を削る手法は同時に利用できると判断でき、同時に利用することで視認性がより向上する可能性がある。

#### 6. まとめと今後の課題

本研究では、近視者のための裸眼時向け文字情報表示手法として5つの手法を提案し、評価実験を行った。手法の利用により、裸眼状態の近視者に対して文字の認識を手法なしと比べて容易にする。書き順アニメーションによる文字表示手法と文字の一部を削る手法では、評価実験の結果から有効性が確認された。文字を振動する手法、品詞ごとに文字の色を変更する手法は評価実験から有効性が確認できなかった。文字サイズを変更する手法では、難解な文字と類似な文字に対して文字サイズを大きく表示する必要性が確認できた。

今後は文字情報表示手法を改善し、状況に適した文字情報手法を考えていく。可能であれば、提案した文字提示手法を組み合わせ、さらに視認性の向上を図る。また、文字以外の情報においても有効な提示方法を考える。

#### 謝 辞

本研究の一部は、科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業(さきがけ)および文部科学省科学研究費補助金基盤研究(A)(20240009)によるものである。ここに記して謝意を表す。

#### 参 考 文 献

- 1) 吉田 諒, 安村通晃: 音声とテンキーを統合した視覚障害者向け携帯電話型家電リモコンの試作と評価, 情報処理学会研究報告, Vol. 2007-HI-122, No. 11, pp. 17-22 (2007).
- 2) 和田親宗, 永島裕二: 視覚障害者の歩行誘導を目的とした音声による距離呈示に関する研究, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 107-WIT2007-90, No. 555, pp. 1-4 (2008).
- 3) J. Song, and S. Yang: Touch Your Way: Haptic Sight for Visually Impaired People to Walk with Independence, *Proc. of the 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI2010)*, pp. 3343-3348 (2010).
- 4) 兵働真未子, 矢代由佳, 渡辺隆行: 映画の音声ガイド: 初心者用ライブ音声ガイドマニュアルを作る, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 107-WIT2007-51, No. 368, pp. 103-110 (2007).
- 5) 渡辺哲也, 南谷和範: 視覚障害者支援技術研究のレビューと将来への展望, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109-WIT2009-78, No. 358, pp. 57-64 (2010).
- 6) 青木恭太, 秋山 仁, 四之宮佑馬, 村山慎二郎: 画像処理技術による拡大読書器の実現, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 106-WIT2006-14, No. 57, pp. 77-81 (2006).
- 7) 村山慎二郎, 青木恭太, 島津典子, 新井愛一郎, 新井田孝裕, 四之宮佑馬: 弱視者のPC環境改善のための方策, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109-WIT2009-44, No. 29, pp. 221-226 (2009).
- 8) 拡大鏡, <http://www.microsoft.com/japan/enable/guides/vision.mspix>.
- 9) 榊原吉伸, 平井重行: TubTouch: 湯水の影響や自由形状への適用を考慮した浴槽タッチUI環境, 日本ソフトウェア科学会第19回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2011), pp. 215-217 (2011).
- 10) 防水ポータブルテレビ ZABADY, <http://kaden.bathtime.11myroom.com/VL-J752B/index.html>.
- 11) 浴室ワイヤレススピーカーシステム, <http://kaden.bathtime.11myroom.com/items/TY-WSD9S.html>.
- 12) 金谷裕幸, 小林智也, 千葉慶人, 伊藤直樹, 西本一志: モーニング・コミュニティ: 起床時のモチベーションを強化する社会的目覚まし時計の提案, 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol. 2007, No. 4, pp. 221-222 (2007).
- 13) TextureWorld, <http://persistent.org/medialab/WORKS021.html>.
- 14) B. J. Scholl and Z. W. Pylyshyn: Tracking Multiple Items Through Occlusion: Clues to Visual Objecthood, *Journal of Cognitive Psychology*, Vol. 38, No. 2, pp. 259-290 (1999).
- 15) T. R. Jordan and S. M. Thomas: In Search of Perceptual Influences of Sentence Context on Word Recognition, *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 28, No. 1, pp. 34-45 (2002).