

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 12 日現在

機関番号：32706

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500192

研究課題名（和文） 表示デバイスにおける文字レイアウト可読性向上化技術の研究

研究課題名（英文） Readability improvement technology of characters layout on a display device

研究代表者

小谷 章夫（KOTANI AKIO）

湘南工科大学・工学部・教授

研究者番号：20567763

研究成果の概要（和文）：見やすい文字と情報の一覧性を両立させるために必要とされる基盤技術を構築するため、文字の可読性を向上させる文字重心算出手法の精度確認を行い実用化の目的を立てた。その一方で、情報の一覧性を向上させるために、文字ストロークを補正して潰れない文字を生成する文字変形手法を構築した。さらに、視距離と文字の大きさ知覚の関係を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：This research is construction of the base technology needed in order to reconcile the coexistence of legible character design and information perspicacity. Accuracy check of the calculation method of center of gravity on character which raises the readability of character, and utilization is in prospect. The technique of generating a character which is not crushed by rectifying the strokes of a character was developed. Effect of character size perception relevant to distance of sight was clarified.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性情報学、画像・文章・音声認識、ユーザインターフェイス

1. 研究開始当初の背景

高齢化社会の急速な進展に伴い、携帯電話では小さな画面に大きな文字で見やすく表示するものが販売されている。しかしながら、高齢者による評価では、文字は見やすくなったが情報の一覧性が損なわれるため、結果的に読みにくくなったとも言われている。一方、

若年層については携帯電話やポータブルゲーム機の小さい画面上に表示された大量の文字情報を読む時間が急増し、目への負担が大きくなるとともに視距離も短くなってしまったため、視力低下への影響が社会問題となっている。このような、大きく見やすい文字と情報の一覧性の相反する要求を解決するためには、文字形状と文字レイアウトだけで

なく、ユーザの視覚特性ならびに表示デバイスとの視距離の相互関係を分析評価し、新たな知見を導き出す高度な技術的ブレイクスルーが期待されている。

2. 研究の目的

本研究では、文字の可読性と文字形状の関係解明に加え、ユーザと表示デバイス間の視距離に関連した視覚特性を明らかにすることで、見やすい文字と情報の一覧性の両立に必要な基盤技術の構築を目指す。

3. 研究の方法

見やすい文字と情報の一覧性の両立に必要な基盤技術を構築するためには、(1)文字の可読性を向上させる文字重心算出手法の実用化、(2)文字変形手法の開発、(3)視距離と文字の大きさ知覚の関係を明らかにする必要がある。

(1) 文字重心算出手法の実用化に関しては、本手法を用い、製品試作段階の文字デザインとデザイナーが文字重心位置を補正し製品化された文字デザインの差異を分析することで、本手法の精度を検証する。

- ① 図 1 に示す字母を基準として、Type-A,B,C のビットマップフォントをデザインする。
- ② 字母ならびに Type-A,B,C の文字重心を本手法により算出する。
- ③ テスターによって字母と Type-A,B,C のビットマップフォントにおける近似度の主観評価 (図 2) を行う。
- ④ 本手法によって算出された文字重心位置と主観評価から分析を行う。
- ⑤ 追加評価として、実際に製品化された JIS X0208 の第 1・2 水準の非漢字、漢字の合計 6,879 文字について、図 3 に示す字母と 0 次試作の文字、デザイナーによる修正を経て製品に搭載された文字についてそれぞれの比較分析を行う。

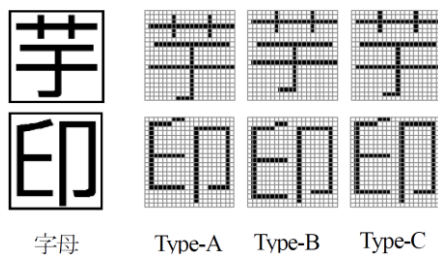


図 1 字母を基準にして作成したビットマップフォント

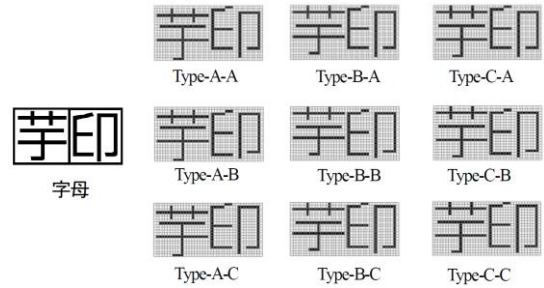


図 2 字母との近似度を調べるサンプル



図 3 字母と 0 次試作と製品に搭載された一部の文字

- (2) 文字変形手法の開発に関しては、ストロークフォントを対象として、文字重心算出手法によって算出した文字重心位置から文字ストロークを補正する手法を開発する。
- (3) 視距離と文字の大きさ知覚の関係に関しては、視距離が文字の大きさ知覚に及ぼす影響を定量化する。
 - ① 図 4 で示すように被験者の顔をあご台に乗せ視点を固定する。
 - ② 被験者から 5m 離れた左側の位置にディスプレイ (イ) を設置し、文字高さ 200mm で「A」の文字を表示する。
 - ③ 右側のディスプレイ (ロ) を被験者から 1m、2m、3m、4m の離れた位置に移動させ、ディスプレイ (イ) と (ロ) に表示された「A」の文字が被験者にとって同じ文字高さに見えるようディスプレイ (ロ) の文字高さを被験者自身が調整し、その値を記録する。
 - ④ 計測に要する時間を短縮するための実験環境構築についても検討する。

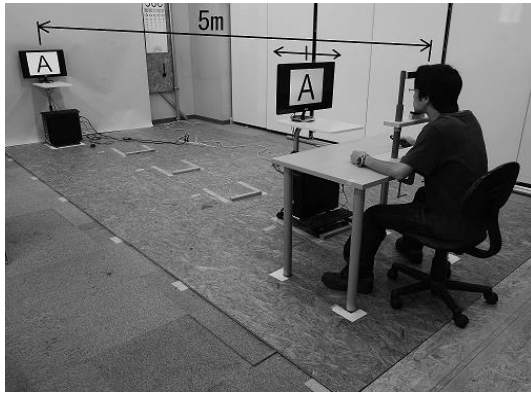


図4 実験環境

4. 研究成果

文字の可読性

文字重心算出手法により求めた計算結果を表1に示す。「芋」のType-Cが字母の計算値にもっとも近いことが分かった。「印」も同様に、Type-Cが字母の計算値にもっとも近いことが分かった。無作為に抽出したテスト5人で主観評価を行った結果、5人全員が「芋」のType-Cと「印」のType-Cの組み合わせType-C-Cがもっとも字母と近似していると回答した。これにより、文字重心計算値と主観評価の結果が一致していることが確認された。

製品化において0次試作から改良が行われた文字は、全部で62文字あった。そのうち、0次試作と製品の文字重心の乖離が最も大きい5文字を抜き出した結果を表2に示す。いずれの文字も製品の文字重心が、0次試作のそれと比較して字母重心に近づいていることがわかる。また、他の改良された57文字もすべて字母の文字重心に近づいていることがわかった。これにより文字重心計算手法の実用性が確認できた。

表1 文字重心算出手法による計算結果

	字母	Type-A	Type-B	Type-C
芋	81.2	76.1	85.3	81.6
印	77.6	78.2	72.5	77.3

表2 字母と0次試作と製品の文字重心

	字母	0次試作	製品
頒	74.8	70.8	73.7
卵	76.2	74.0	76.3
憑	76.1	73.1	75.2
熹	75.9	71.5	73.2
助	73.2	69.8	71.5

文字変形手法

文字形状を変形する際に、可読性を低下させずにフォント変形操作を実現するため、フォントデータに対して文字ストロークの形状に関するものと、文字ストロークの配置に関するものを制約条件として定義した。フォント変形操作後に全ての制約条件が満たされるように、文字ストロークの位置および形状を調整する。

本手法を、フォントデータ作成ツール、文字変形プログラム、ラスライザプログラムに分けて実装し、評価を行った。その結果、表示デバイスにおける文字表示において文字形状を維持したまま文字のストローク幅およびアスペクト比を変更することが可能であることを確認した。本手法を用いることで、単一の字母を基にしてウェイトの種類や文字アスペクト比の異なる文字を生成できるため、フォントファミリーの自動生成が可能になった(図5)。

鯨鯨鯨鯨鯨

(a)オリジナル

鯨鯨鯨鯨鯨

(b)単純なフォント変形によるストローク幅拡大

鯨鯨鯨鯨鯨

(c)文字変形手法によるストローク幅拡大

図5 文字変形手法によるストローク幅拡大

視距離による文字の大きさ知覚

図6で示すように、計測値と視角から求めた理論値が大きく乖離していることが分かった。ディスプレイ(□)と被験者の視距離が近くなるほど文字高さの計測値が小さくなる傾向は理論値と同じであるが、被験者全員について理論値より大きく文字が見えていることが分かった。さらに、ディスプレイ(□)と被験者の視距離が近くなるほど被験者間の計測値のばらつきが大きくなる傾向があることも分かった。1mの距離において被験者1の文字高さの計測値が152.4mmであるのに対して被験者5は文字高さの計測値が86.2mmであり、極端に差があることも分かった。

このことから、視距離のある電子看板などに文字を表示させた場合、大きさの錯視効果により理論値より大きく文字が見えるため、錯視効果を考慮した文字表示の指標が必要

なことが分かる。さらに個人差による文字の見え方にばらつきが大きいため、ばらつきの幅を文字表示の指標に加える配慮が必要であると考えられる。

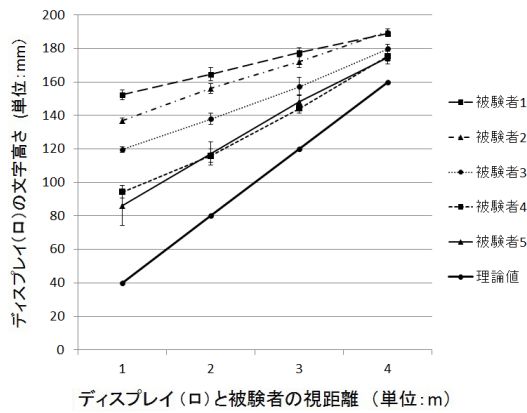


図6 視距離と文字の大きさ知覚実験の結果

計測に要する時間を削減し、実験の効率を上げるため、モーションキャプチャーを用いた計測環境を構築した。

図7で示すように2台のディスプレイの中央上端と片側上端にマーカーを貼り付けた。ディスプレイに表示された文字の中心位置を算出するために、ディスプレイ中央上端のマーカーから表示された文字の中心までの距離を実測し、モーションキャプチャー解析ソフトから算出されたディスプレイ中央上端のマーカー位置から実測値により補正することで表示文字の中心位置を算出した。さらにディスプレイの2カ所に貼り付けたマーカーにより水平方向のディスプレイ角度を算出できるようにした。被験者の頭部には、被験者の視点が算出できる位置にマーカーを貼り付けた。

ディスプレイと被験者に貼り付けたマーカーから視距離の計測が可能になり、時間コストを58%削減することができた。計測精度は±3mmであった。

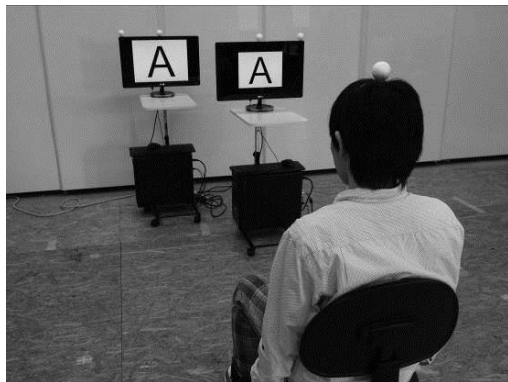


図7 モーションキャプチャー計測法

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

小谷章夫: “文字輪郭を用いた文字重心位置評価手法とそのフォント開発への応用,” 湘南工科大学紀要, vol. 45, pp23-33 (2011年3月31日)

[学会発表] (計 2 件)

[1] 樋口翔太, 小谷章夫: “視距離が文字の大きさ知覚に及ぼす影響,” 第8回日本感性工学会春季大会予稿集, pp104-105 (2013年3月), 北九州国際会議場

[2] 高柳迅風, 小谷章夫: “モーションキャプチャーを用いた文字の知覚的大きさの計測環境の構築,” 第8回日本感性工学会春季大会予稿集, pp106-107 (2013年3月), 北九州国際会議場

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小谷 章夫 (KOTANI AKIO)
湘南工科大学・工学部・教授
研究者番号: 20567763

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

密山 幸男 (MITUYAMA YUKIO)
高知工科大学・システム工学群・講師
研究者番号: 80346189
和田 精二 (WADA SEIJI)
湘南工科大学・工学部・教授
研究者番号: 70350569