視線移動軌跡による視力判別に基づく情報提供を行うデジタルサイネージシステムの提案

濱本 昂[1]　寺田 努[1]　塚本昌彦[1]

概要：近年，デジタルサイネージ（電子看板）が広く社会に普及してきている．しかし，現在の多くのデジタルサイネージは全てのユーザに対して同じ情報しか提示しないという問題点がある．この問題の解決策として，ユーザの位置や体格，視力などの属性分けに応じて提示する情報を変えることが考えられる．視覚情報を主とするサイネージにおいて視力によって提示内容を変更するのは効果的な情報提示に繋がると考えられるため，本研究ではユーザの視力の良し悪しを判定し，広告などで効果的な情報提供を行うデジタルサイネージシステムを提案する．我々は視力が違えばユーザがサイネージ上の広告を読む際の視線移動に差が生じるのではないかと考え，本稿では視線移動軌跡に基づくユーザの視力判別手法について調査した．予備調査により，文字を多く用いた広告ではフォントの大きい文字と小さい文字の間で，視力により視線移動に差が生まれることが示された．予備調査の結果に基づいて構築した，縦方向の視線移動量と横方向の視線移動量との比に基づいた視力判別手法を提案し，正しく視力判別できるか評価する実験を行った．実験の結果，大小の文字が混在する広告において，多くの場合で正しく視力判別が行えた．

1. はじめに

近年，デジタルサイネージを駅やデパートなどで目にする機会が増えている．デジタルサイネージは電子看板とも呼ばれ，ディスプレイなどの電子的な表示機器を使って情報を発信する媒体である [1]．デジタルサイネージには大きく以下の 3 つの特徴がある．表示内容の切り替えが容易で目的に合わせた広告の提示に適していること，動きのある広告によるダイナミックな演出が可能でユーザへの訴求力を高められること，大きな画面で表示を行うので様々な人が見ること，である．

特に大きな画面で表示を行うので様々な人が見ることについて，現在の多くのデジタルサイネージは全てのユーザに対して同じ情報提示しかできないという問題点をもつ．この問題の解決策として挙げられるのが，ユーザの属性に応じて提示する情報を変え，効果的な情報提供を行うことである．ここでいうユーザの属性とは，デジタルサイネージを見るユーザの位置，体格や視力などである．この属性分けのうち，ユーザの位置や体格で属性分けを行い，サイネージの表示内容を変化させる研究はすでに行われている．一方で，視覚情報を主とするサイネージにおいて視力に応じて提示内容を変更するのは効果的な情報提示であると考えられるが，視力によるユーザの属性分けを行った研究は筆者らの知る限り行われていない．

そこで，本研究では視力によるユーザの属性分けを行い，広告などで情報提供を効果的に行うデジタルサイネージシステムを提案する．我々は視力が違えば視線移動に差が生じるのではないかと考え，本稿では視線移動軌跡に基づくユーザの視力判別手法について調査した．

本稿は以下のように構成される．2 章で関連研究を紹介し，3 章では視線移動による視力の判別手法について述べる．4 章では予備実験，5 章で予備実験の結果を踏まえた実験と考察を行う．最後に，6 章で本稿のまとめと今後の課題を述べる．

2. 関連研究

本章では，サイネージを見るユーザの属性に応じて情報提供を変える先行研究について述べる．

ユーザとサイネージの距離に応じて提示する情報を変化させる研究に Vogel らのものがある．彼らは，ディスプレイとユーザの距離によってそれぞれのユーザに異なった映像を提示するシステムを提案した [2]．ディスプレイとユーザ間の距離がディスプレイに表示されている内容に対するユーザの興味の指標になるという仮定のもと，ユーザの距離をセンシングすることで，いくつかに区分された距離ごとに異なった映像・インタラクティブ要素を提供するシス

[1] 神戸大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Kobe University

© 2019 Information Processing Society of Japan

テムを実現している．しかし，彼らのシステムではユーザは特殊なデバイスを装着する必要があるため，公共空間での使用を前提とする我々の目的にはそぐわない．また，鈴木らは「一定距離以降から内容が認識可能になる」というモザイク画像の特徴を応用し，モザイク画像と通常解像度の画像とを重畳することによって，遠近 2 つの距離区分にいるそれぞれの視聴者に対して異なった映像を同時提供できる方法を開発した [3].

ユーザの体格に応じてサイネージの表示内容を変化させる研究に，スペインの児童支援団体 Fundation ANAR が行った Only for children というプロモーション活動がある [4], [5]．彼らは見る角度によって絵柄が変化するレンチキュラーレンズを用いて，子供だけに特別なメッセージを表示させる看板を街に設置するというプロモーション活動を行った．

これらのようにユーザとサイネージの距離やユーザの体格に応じてサイネージの表示内容を変化させる研究は行われているが，視力によってユーザを属性分けし，表示内容を変化させる研究は筆者らの知る限り行われていない．

しかし，視線情報とデジタルサイネージを組み合わせてより良い情報提供を行おうとする研究は数多く存在する．Zhang らは視線による制御機能を追加することで、よりインタラクティブなデジタルサイネージシステムを開発し，大学のロビーで一般ユーザに向けた実地調査を行った [6]．また，Yonezawa らはユーザの視線位置に応じ，従来の看板案内における補助的な情報をぬいぐるみの案内音声や動作を伴ってインタラクティブに提示するシステムを提案した [7]．このことから，デジタルサイネージという情報提供媒体において視線情報を用いることは大きな効果を得られるといえる．

また，人の視力と視線移動の関係を調査した研究に，Yang らのものがある [8]．は乳児眼振症候群（INS）患者にみられる特徴的な視線移動 [9] に注目し，INS 患者に向けた視力測定の手法を提案した．しかし，彼らの視力測定手法は INS 患者に特有の視線移動に基づいて研究を行ったものであり，一般ユーザを視力判別の対象とする我々の目的とは一致しない．

以上より本稿では，視力によって大きな影響を受けると考えられるユーザの視線移動よりユーザの視力を判別し，表示内容を変化させるシステムを提案する．

3. 提案システム

本研究では，視線移動の軌跡からデジタルサイネージを見るユーザの視力を判別し，表示内容を変化させるシステムを提案する．デジタルサイネージは駅やデパートなど公共の場で用いられることが多い点から，ユーザに特別な装置の着用を必要とせず，サイネージを見るだけで視力判別可能な必要がある．システム構成を図 1 に示す．視線センサを用いてユーザの視線移動の情報を取得，得られたデータを元に PC でユーザの視力を判別し，ディスプレイに表示する内容の制御を行う．

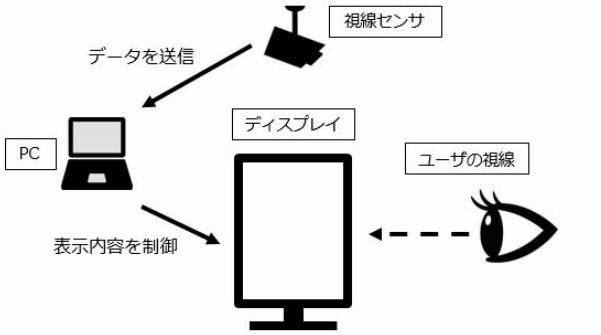


図 1　提案システム図

図 2　大小の文字が並べられた広告

(a) 目が良いユーザ向け　(b) 目が悪いユーザ向け

図 3　視力判別後に表示する広告

図 2 にサイネージ上に表示する広告の一例を示す．また，図 3 に図 2 の広告における提案システムが視力判別後に表示する広告の例を示す．図 3(a) のように目が良いと判別されたユーザに対しては同じ大きさ以下のフォントでより詳細な内容を表示し，図 3(b) のように目が悪いと判別されたユーザに対しては情報を伝えることができるようにより大きなフォントを用いて表示を行う．これにより，目が良いユーザ，悪いユーザともに情報をより効果的に提供することができると考えられる．

4. 視線移動による視力の判別手法

本章では，サイネージを見るユーザの視力と視線移動の関係性について述べる．

4.1 視力と文字の大きさの関係性

まず，図 4 のように大小の文字をユーザが見たときを想定する．このとき，目の良いユーザは大小どちらの文字も読むことができると考えられる．一方，目の悪いユーザは大きな文字を読むことはできるが，小さな文字を読むことはできないと考えられる．つまり，大小の文字が混在する

© 2019 Information Processing Society of Japan

図 4　大小の文字とユーザ

ような情報をユーザが見た場合にユーザの視力に応じて小さい文字を読むときの視線移動に変化が生じると考えられる．

4.2　予備調査

ユーザがサイネージ上の広告を見た際，文字の配置や大きさ，配色などの要因により，視線移動が視力によって異なると考えられる．そこで，各広告における視力と視線移動の差の関係がわかれば，それに基づいて視力の判別ができる．

具体的に視力の違いによる視線移動の差があると考えられる広告は図 2 のようなものである．このような大小の文字を配置した広告では，目が良い人は小さい文字を読めるため図 5(a) のように文章の流れに沿った視線の動きになるが，目の悪い人は小さい文字を読むことができないため図 5(b) のように中央部分を読まない視線移動になると考えられる．また，図 2 の広告では小さい文字が縦方向に並んでおり，大きい文字が横方向に並んでいるため，目の良い人は目の悪い人に比べて縦方向の視線移動が多くなると考えられる．しかし，ここまで述べた理論は仮説であり，実際に広告中の文章を読む際にどのような視線移動が見られるか確かめる必要がある．そこで評価実験に先立ち，この広告を見る際に実際に視力に応じて視線移動の変化が起こるかどうかを調査した．

予備調査の結果，以下の 2 要素が目の良い人は目の悪い人に比べて明らかに大きいという傾向が見られた．

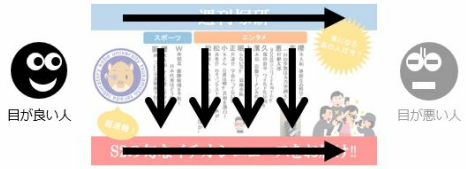
(i) (縦方向の視線移動量)/(横方向の視線移動量)
(ii) 広告の小さい文字が集中している部分を読んだ時間

そこで提案システムではこの 2 要素を指標とし，(i) が 3.5 以上かつ，(ii) が 15 秒以上のとき，ユーザを目が良い，そうでない場合目が悪いと判別することとした．

5.　評価実験

5.1　実験方法

前述の判別手法で正しく視力を判別できるか調査するための実験を行った．各被験者について視力測定を行った後，図 6 のように約 70cm 離れた位置から 24 インチディスプレイに表示される広告の内容を読み，その際の視線移動を Tobii Technology 社のウェアラブルアイトラッカ，Tobii pro Glasses2[10] を用いて記録した．その後，計測した視



(a) 目が良い人の視線移動

(b) 目が悪い人の視線移動

図 5　広告を読んだ際に想定される視線移動軌跡

図 6　実験時の様子

線移動軌跡をもとに被験者の視力を良い，悪いの 2 段階に判別した．なお，被験者は 20 代の男性 5 名で，5 名のうち被験者 C，E の 2 名は普段から矯正を行っておらず，裸眼視力のみで実験，残りの被験者 A，B，D の 3 名は普段から矯正を行っており，矯正視力と矯正器具を外した裸眼視力のそれぞれで実験を行った．

5.2　実験結果と考察

予備調査の結果から評価環境での小さな文字が読める視力である 0.4 以上を目が良い，0.4 未満を目が悪いと分類し，前述の判別方法で正しく判別できているか検討した．実験結果を表 1 に示す．表中の「正解視力分類」は事前の視力測定の結果によりユーザを目が良い，悪いの二種類に分類した結果で，「判別」は提案手法による視力判別結果，「縦横比」は視線の縦方向移動量と横方向移動量の比，「時間」はユーザが小さい文字の多い図 2 の中央部分を読んだ時間である．全 8 回の実験のうち，7 回正しく視力判別が行われ，ユーザの視線移動軌跡から視力を判別できる可能性が高いことが確認された．被験者 B の矯正状態において視力判別が正しく行えなかった．被験者 B は視力矯正後も

© 2019 Information Processing Society of Japan

表 1　実験結果 (*:視力矯正済み)

被験者	正解視力分類：悪			正解視力分類：良		
	判別	縦横比	時間 [s]	判別	縦横比	時間 [s]
A	悪	1.59	18.7	良*	4.35	32.6
B	悪	1.07	6.9	悪*	1.73	10.8
C	-	-	-	良	1.59	34.9
D	悪	1.52	11.3	良*	4.07	18.3
E	-	-	-	良	4.11	23.4

(a) 一般的なユーザの視線移動

(b) 速読者の視線移動

図 7　速読者が広告を読んだ際に想定される視線移動軌跡

予備調査により得られた基準と比べて図 2 の中央部分においても視線の縦方向移動量が少なかったため，判別が正確に行われなかった．

被験者 B の視線の縦方向移動量が少ない原因の 1 つに，広告に興味がなく，文字をあまり読んでいなかった場合が考えられるが，実験後に聞き取りを行った結果，内容に興味を持って読んでおり，理解もできていたという回答を得られたため，視線の縦方向移動量が少なかった理由として適切ではない．次に被験者 B の視線の縦方向移動量が少ない原因として，被験者 B が特殊な視線移動の傾向を持っている場合が考えられる．日本速脳速読協会によると，一分間に 6,000 文字を読む速読者は文章に沿った視線移動ではなく，文章の中心を移動するような視線移動が計測されている [11]．これを踏まえると，本研究で用いた広告では，一般的なユーザの視線移動が図 7(b) のような視線移動になると考えられるのに対し，速読者は図 7(a) のような視線移動になると考えられる．このような視線移動の傾向は被験者 B の視線にも見られることから，被験者 B は速読者に近い能力をもつことが考えられ，本判別手法では正しく視力判別することが難しい．

5.3　議論

実験で用いた視力判別手法では，ユーザが広告を読んだ時間全てにおける縦方向の視線移動量と横方向の視線移動量との比を計算することで視力判別を行った．前述のように，この手法では被験者 B に対しては正しく視力判別を行うことができなかった．しかし，被験者 B は図 2 の中央部分では他の文字や画像を見ている部分よりも縦方向の視線移動が多い傾向が見られた．そこで，ユーザが広告を読むとき，一定時間ごとで区切った場合の視線移動量の縦方向と横方向の比を計算し，その変化の傾向から視力判別ができると考えられる．ユーザの注視点データに基づき，図 2 の中央部分を読んだ場合のみの縦横比を計算する手法も考えられるが，この手法は結果が視線センサの性能に大きく依存するため，本稿では前述の時間で区切る手法を用いることとした．

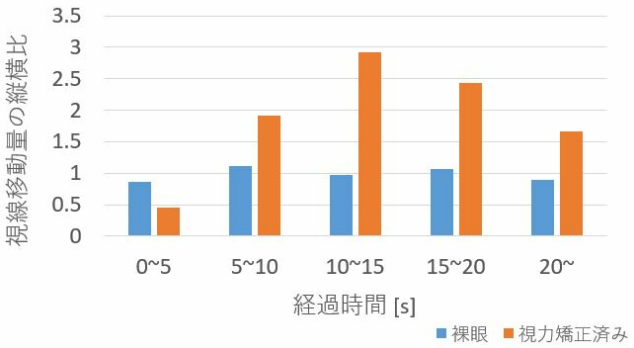


図 8　被験者 B における視線移動量の縦横比と経過時間の関係

図 8 に被験者 B の実験結果について，5 秒ごとに区切った場合の視線移動量の縦方向と横方向の比を示す．裸眼状態の場合，区切った時間ごとにあまり大きな比の変化は見られないが，視力矯正済みの場合，図 2 の中央部分を読んでいると考えられる 5~20[s] の時間では，他の時間と比べて明らかに大きな値をとっていることが分かる．よって，被験者 B に対しては時間を区切った場合の視線移動量の縦方向と横方向の比を用いることで目が良い，悪いを判別できる可能性が示された．

6.　まとめと今後の課題

本稿では，視力によってユーザの属性分けを行い，効果的な情報提供を行うデジタルサイネージシステムを提案した．また，そのシステム実現のために，視線移動軌跡に基づくユーザの視力判別について調査した．

予備調査に基づき，縦方向の視線移動量と横方向の視線移動量の比から視力判別をすることができる手法について実験を行った．具体的に視力の違いによる視線移動の差があると考えられる，図 2 のような広告を用いて縦方向の視線移動量と横方向の視線移動量との比に基づいた視力判別手法について実験を行った結果，広告を読むことにより視力判別可能な手法が示された．また，被験者 B のように図 2 の中心部分においても縦方向の視線移動量が大きくないユーザに対しても，時間を区切った場合の視線移動量の縦方向と横方向の比を用いることで視力判別できる可能性が

© 2019 Information Processing Society of Japan

示された．

今後の課題として，被験者数を増やすと同時に，本稿で示した図 2 のような文字を主とした広告だけではなく，画像を主とした広告についても視力と視線移動の関係を調査していく．

謝辞

本研究の一部は, JST CREST(JPMJCR16E1,JPMJCR18A3) の支援によるものである．ここに記して謝意を表す．

参考文献

[1] 電通オンライン: 電通、世界主要都市のデジタルサイネージにリアルタイムでコンテンツを配信するサービスを開始, http://www.dentsu.co.jp/news/release/2016/0106-008614.html

[2] D. Vogel, and R. Balakrishnan, "Interactive Public Ambient Displays: Transitioning from Implicit to Explicit, Public to Personal, Interaction with Multiple User," *Proc. of 17th ACM User Interface Software and Technology Symposium (UIST 2004)*, pp. 137-146, (Oct. 2004).

[3] 鈴木裕太, 小池英樹: モザイク画像を利用した遠近画像の同時提示手法, 第 20 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, Vol. 6, pp. 61–66 (Dec. 2017).

[4] MarkeZine: 被虐待児童に救いの手を差し伸べる，"子供にしかメッセージが見えない" 看板広告, https://markezine.jp/article/detail/17715

[5] BUSINESS INSIDER: Fundation ANAR, "Only for children," https://www.businessinsider.in/17-Incredibly-Creative-Outdoor-Ads/Fundacin-ANAR-Only-for-children/slideshow/36779747.cms

[6] Y. Zhang, J. Muller, M. Ki Chong, A. Bulling, and H. Gellersen, "GazeHorizon: Enabling Passers-by to Interact with Public Displays by Gaze," *Proc. of 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (UbiComp)*, pp. 559-563, (Sep. 2014).

[7] T. Yonezawa, H. Yamazoe, A. Utsumi, and S. Abe, "Gaze-communicative behavior of stuffed-toy robot with joint attention and eye contact based on ambient gaze-tracking," *Proc. of the 9th International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI 2007)*, pp.140-145, (Nov. 2007).

[8] D. Yang, RW. Hertle, VM. Hill, and DJ. Stevens, "Gaze-dependent and time-restricted visual acuity measures in patients with infantile nsytagmus syndrome (INS)," Am J Ophthalmol 2005, Vol. 139, pp. 716718 (Nov. 2005).

[9] 日本弱視斜視学会: 眼振, https://www.jasa-web.jp/general/medical-list/nystagmus

[10] Tobii Technology: Tobii pro Glasses2, https://www.tobiipro.com/ja/product-listing/tobii-pro-glasses-2/

[11] 日本速脳速読協会: アイトラッキングで速読の達人の目の動きを可視化してみた！, https://www.sokunousokudoku.net/media/?p=976

© 2019 Information Processing Society of Japan