Vol.2020-EC-55 No.25
2020/3/19

識字能力拡張のための環境中の文字可読性向上システム

柴田 大輔[1,a)]　井村 誠孝[1,b)]

概要：識字能力は社会生活を営む上で重要な能力である．本研究では，環境中の文字が大きさ・字体・色使いなどの影響により認識しづらい場合や，ディスレクシア等の障害により識字が困難な場合を対象として，文字の可読性を向上させるシステムを構築する．提案システムではオプティカルシースルー型 AR デバイスを利用する．カメラで撮像した実空間の画像から文字列を認識し，認識された文字列を可読性の高い文字形態に変換し，視認性のよい平面に重畳表示する．本稿では，提案システムの実装について述べた後に，読書視力チャート MNREAD-J を用いた可読性向上評価実験を，実空間の文字情報と提案システムで AR 表示した文字情報で行った結果について報告する．

1. はじめに

識字とは日常生活に必要な文字の読み書きや計算ができることをいう．人が識字を上手く行うことができなければ，学問や仕事などにおいて将来を向上させる知識を習得することができないことから，識字能力は社会生活を営む上で重要な能力であるといえる．

本研究では，環境中の文字が大きさ，字形，色使いなどの影響で認識しづらい場合や，ディスレクシア等の障害により識字が困難な場合を対象として，文字の可読性を向上させるシステムを構築する．

周辺環境にバーチャルな文字情報を付与することができる AR 技術を用いることで，可読性と視認性を両立させることができる．本研究ではオプティカルシースルー型 AR デバイスを用いる．提案システムでは周辺環境の文字を対象にして文字認識を行い，可読性の向上となる要因を付加した文字形態に変換し，視認性の高い平面に重畳表示する．

2. 文字可読性向上手法

本研究で提案する識字能力拡張システムは，大きく分けて 2 つの処理からなる．1 つ目が文字形態変換，2 つ目が重畳平面の選定である．

文字形態変換では，まず，AR デバイスに搭載されているカメラを用いて，撮像画像内の文字列に対して文字認識を行う．得られた文字列を提示する際に，可読性の高い文字形態に変換する．提案手法では文字フォントと文字色，文の表示形態を変換する．

次に重畳平面の選定について述べる．バーチャルな文字情報の可読性は実空間の背景に依存する．AR デバイスを利用すると背景が動的に変化するため，文字情報の表示結果の重畳位置を動的に変化する必要がある．本提案手法では，ユーザの周辺環境の平面を検出し，最も視認性が高い平面を選定して結果を重畳表示する．重畳平面の選定基準は，色が一様で面積が広くユーザに正対している面とする．

3. 提案システムの実装

平面検出機能を備えたオプティカルシースルー型 AR デバイス Magic Leap One（視野角: 対角 50°，画素数: 片眼 1280 × 960，リフレッシュレート：120 Hz）を用いて，提案システムを実装した．

3.1 文字形態変換

環境中の文字列を対象に文字認識を行った結果から，画像中の位置情報と文字解析結果を抽出し，可読性の高い文字形態に変換を行う．文字認識には Google Cloud Platform が提供している Cloud Vision API を使用した．

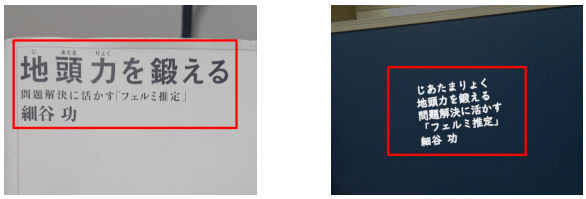
可読性向上の要因として文字フォントと文字色を考慮する．先行研究 [1], [2] をもとに可読性が優れているフォントを選定し，本研究では UD フォントを用いた．文字フォント変換の例を**図 1** に示す．

文字色の変換は，背景画像の RGB 値から背景色に対する補色を計算し，得られた補色に文字色を変換する．RGB の各成分の値が近く背景色が無彩色と判断された場合，文字色を反対色に変換する．文字色変換の例を**図 2** に示す．

Cloud Vision API で文字認識を行った結果は JSON ファ

[1] 関西学院大学
Kwansei Gakuin University, Sanda, Hyogo 667–1339, Japan
[a)] dml20016@kwansei.ac.jp
[b)] m.imura@kwanaei.ac.jp

ⓒ 2020 Information Processing Society of Japan



(a) 環境中の文字列　(b) 変換結果

図 1　文字フォント変換

Fig. 1　Font conversion.

図 2　文字色変換

Fig. 2　Color conversion.

イル形式で得られるため，分かち書き表示に必要な形態素解析結果の情報を抽出した．得られた結果を用いてバーチャルな文字情報を表示する際の表示形態の変換を行った．実空間の文字情報の配置のまま表示するのではなく，文節ごとに分かち書き表示することで文章の意味にまとまりをもたせた．文字揃えは左揃えで一貫したレイアウトにし，分節ごとに改行して表示した．

3.2　重畳平面選定

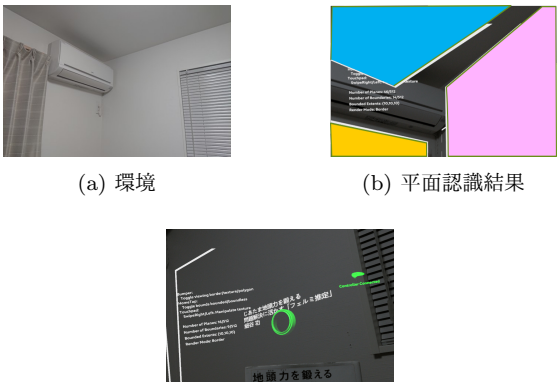
文字情報の視認性を確保するため，重畳表示平面の選定を行う．ユーザの周辺環境 10 m 内の平面を検出する．検出した結果から本提案手法の選定基準に基づき，重畳平面を選定する．平面の面積が 4 m^2 以上であり，ユーザに正対している平面を選定とする．

環境中の撮像画像から平面を検出し，検出された平面の中から視認性の良い平面を選定し，文字情報の重畳表示の例を**図 3** に示す．(a) の環境において，(b) に示す 3 平面 (水色・ピンク・オレンジ) が検出され，選定の結果 (c) に示すようにピンク色の平面に文字が重畳されている．

4.　可読性向上評価実験

提案システムによる可読性向上を数値的に評価するため，読書視力チャート MNREAD-J[3] を用いた評価実験を行った．20 代男性 7 名を対象に，それぞれ 10 種類の「実空間の文章」と「AR で表示した文章」を音読してもらい，それぞれの音読速度，読み損じ文字数を測定した．測定結果から最大読書速度，読書視力，臨界文字サイズを算出した．

「実空間の文章」と「AR で表示した文章」との個人ごとの差に着目し，平均と標準偏差を算出した結果を**表 1** に示す．最大読書速度は値が大きいほど，読書視力と臨界文字サイズは値が小さいほど可読性が高いことを示す．本研究では最大読書速度に着目し，最大読書速度において，「実空間の文章」よりも「AR で表示した文章」の方が最大読書速度の平均は大きいか否かを有意水準 $\alpha = 0.05$ のもとで t 検定を行った結果，有意差があり，「AR で表示した文章」の可読性が高いことが示された．



(a) 環境　(b) 平面認識結果　(c) 文字重畳結果

図 3　平面重畳の選定

Fig. 3　Plane selection for superimpose.

表 1　実験結果

Table 1　Result.

	最大読書速度 (文字/分)	読書視力 (logMAR)	臨界文字サイズ (logMAR)
平均	67.58	-0.039	-0.022
標準偏差	41.21	0.052	0.033

5.　おわりに

本研究では識字能力拡張による環境中の文章可読性向上を目的としてオプティカルシースルー型 AR デバイスを用いた文字形態変換システムを提案した．提案システムを実装し，可読性向上評価実験を行った結果，健常者に対する提案システムの文章可読性向上効果が明らかとなった．今後の展望として，実際にディスレクシア等の識字障害を持つ人を対象に追加の検証を行い，可読性向上の要因となる指標を明らかにすることなどがある．

謝辞　Magic Leap One をご貸与いただきました株式会社 NTT ドコモ様に御礼申し上げます．

参考文献

[1] 谷　尚樹，後藤多可志，宇野　彰，内山俊朗，山中敏正：発達性ディスレクシア児童の音読における書体の影響，音声言語医学，Vol. 57, No. 2, pp. 238–245 (2016).
[2] 朱　心茹：発達性ディスレクシアに特化した欧文書体の特徴，情報処理学会研究報告，Vol. 2016-CE-135, No. 4, pp. 1–9 (2016).
[3] 小田浩一：ミネソタ読書チャート MNREAD-J，眼科診療プラクティス，Vol. 57, p. 79 (2000).

ⓒ 2020 Information Processing Society of Japan