

電子書籍を用いた興味度判定サービス提供手法

湯川 和秀^{†1} 森山 政訓^{†1} 今城 和宏^{†1}
上野 康治^{†2} 金田 重郎^{†1}

iPad等の電子書籍端末の普及が進み、WEBカメラを搭載した機種も登場している。本論文では、電子書籍端末のコンテンツとして「絵本」を取り上げ、絵本を読んでいる子どもの興味度を自動抽出する手法を提案する。興味度が分かれば、興味を持っている方向にストーリーをガイドする等、ユーザに適合した高度なサービスを提供できる可能性がある。具体的には、絵本を見ている子どもの反応をWEBカメラで撮影し、視線方向・顔移動量から興味度を抽出する。PCとWEBカメラを用いてプロトタイプを構築し、読み聞かせ実験を行った。その結果、(1)興味がある場合には、絵本の後半ほど、子どもの顔移動量は減少するが、興味がない場合には顔移動量が増加する、(2)興味のない絵本では、視線は、描かれた対象物ではなく、意味のない空間を眺めている、等が明らかとなった。

An Approach to Provide Services to Estimate Degree of Interest

KAZUhide YUKAWA,^{†1} MASANORI MORIYAMA,^{†1}
KAZUNORI IMAKI,^{†1} KOJI UENO^{†2} and SHIGEO KANEDA^{†1}

Recently, e-book reader like iPad is coming up. E-book reader has various sensors and can perceive state of users. They will be able to provide a service which reflects state of users in the future. So we focus e-books with the WEB camera which is one of the sensors. To be concrete, we propose a method of analysis from physical phenomenon to quantitative understand the children's interest in storytelling with picture book. We assume that the degree of interest can be observed by physical phenomenon such as body movement and gaze point. Proposed method adopts camera data and analyzes children's reaction by using image processing technology. From the result of experiments, we could find significant difference in gaze point pattern and gaze time when they are interested in or not the book. And we could find face movement gradually decreases when they are interested in the book.

1. はじめに

近年、電子書籍端末が注目を集めている。電子書籍端末には、WEBカメラ・加速度センサ等のセンサが装着されている。センサを活用してユーザ状態を検出できれば、ユーザ嗜好に合致した、高度なサービスを提供できる可能性がある。特に、WEBカメラは、完全なハンズフリー性を有し、ユーザに負担をかけることなく、ユーザ状態を検出できる意味では、優れたデバイスと考えられる。

そこで、本論文では、コンテンツとして「絵本」を想定し、絵本を読んでいる子どもの興味度を、WEBカメラによって検出する手法を提案する。絵本に着目したのは、コンテンツを楽しんでいる「子ども」と、絵本を読んでいる「読み手」が異なっており、子どもの状態を判定して読み手に伝える意義が大きいと考えたためである。子どもの状態を自動検出できれば、読み手である親・保育者が、子どもの興味度に対して臨機応変に対応することも可能となる。また、システムが反応して、自動的にストーリーを切り替える等の発展形も考えられる。

具体的には、まず、WEBカメラから得られるデータを動画像処理により解析し、子どもの顔移動量・視線情報・笑顔度を取得する。次に、これらの情報を統合・分析し、絵本の読み聞かせ時における子どもの興味度を推定する。提案手法の有効性を検証するため、PCとWEBカメラを用いて、プロトタイプシステムを構築し、子どもと保護者による検証実験を行った。その結果、興味度抽出には、笑顔度よりも顔移動量・視線情報が効果的であり、1)興味がある場合には、絵本の後半ほど、子どもの顔移動量は減少するが、興味がない場合には、後半ほど顔移動量が増加する、2)興味のない絵本では、絵の中でも意味のない対象物を眺めている、等が明らかとなった。アイカメラ等の高価な装置を用いなくても、WEBカメラによって、興味度を抽出可能であることが判明した。

以下、2章では研究背景を述べる。3章は、提案手法について述べる。4章は、提案手法の評価について述べ、5章は考察である。最後に、6章で、本論文のまとめを行う。

2. 研究背景

対象者の興味を取得する手法はすでにいくつか提案されている。関連研究は2つの分野

^{†1} 同志社大学大学院工学研究科情報工学専攻
Graduate School of Engineering, Doshisha University

^{†2} 同志社大学プロジェクト科目担当
Doshisha University

に大別できる。1つ目は、幼児教育分野であり、子どもの読み聞かせ中の反応を人手による目視解析によって分析し、興味度合いを取得している^{1),2)}。しかし、電子書籍端末での実装を考慮すると、センシングで取得できない項目および解析に時間的コストがかかるといった問題点がある。2つ目は、インタフェース研究・心理学の分野であり、アイカメラを使用した視線トラッキングや、脳波形を用いた脳波計測で興味度を取得する手法が提案されている^{3),4)}。しかし、こちらはデバイス装着がユーザの負荷となる、デバイスが高価であるといった問題点がある。

以上の背景をふまえ、本研究では、1) 子どもに負荷をかけずに分析するための「非接触デバイスの使用」、2) 解析の時間的コストを削減するとともに自動分析を可能にするための「センシングデータによる分析」、3) 一般家庭への普及を考慮し電子書籍端末に搭載可能な「安価な設備構成」、の3つを制約条件とした。

上記の制約条件のもと、本研究では、WEBカメラをセンシングデバイスとして用いる。興味があった際には、仕草や行動等の反応として現れるはずである。視線情報のみでなく、表情や行動を取得すれば、興味度の推定が可能であると考えた。その仮定のもと、WEBカメラによって子どもの行動をセンシングし、画像処理によって得られる情報のみで子どもの読み聞かせ中の興味度を推定することを研究の目的とする。

ただし、前提条件として、WEBカメラから取得できる情報は物理的な情報であり、想像性の成長等の心理的な要因測定は不可能なため検出対象外とする。また、子どもの興味度の測定方法としては、1) 読み聞かせを子どもに対して実施した後のヒアリング、2) 沢田ら¹⁾による既存研究「絵本のおもしろさの分析」の興味度推定手法を採用する。

3. 提案手法

本章では、提案手法およびプロトタイプシステムの構成について述べる。2章で述べたとおり、子どもおよび保護者には日常と変わらない読み聞かせ環境を提供する必要がある。特に子どもに対しては、日常的に「なじみ」がない機材を導入すると、読み聞かせの妨げとなり、本来の興味度を測定できなくなる恐れが強い。たとえば、興味度の確認においては、本来は脳波の測定が望ましいとも考えられるが、子どもの頭部に電極を装着する必要がある、集中力に影響を与える恐れが強い。そこで、本研究では、ハンズフリー性を保証でき、子どもへの影響が少ないWEBカメラによってセンシングを行う^{*1}。そして、動画像処理によ

*1 保育現場へのヒアリングでも、子どもはビデオカメラの存在をほとんど気にしないとの見解を得ている。

て得られる情報のみで子どもの読み聞かせ中の興味度を推定する。具体的には、子どもの顔移動量、視線情報、笑顔度の3要素を抽出して、興味度を分析する。

3.1 提案手法およびシステム構成

本提案手法では、子どもの興味度を顔移動量、視線情報、笑顔度から測定する。以下、提案手法のハードウェア構成、ソフトウェア構成とシステム構成について述べる。

[ハードウェア構成]

プロトタイプシステムにおいては、WEBカメラ付きタッチパネルディスプレイを用いて電子書籍端末を模擬する。WEBカメラは子どもの表情を正確にとらえられるように端末の中央上部に配置され、子どもの目の高さと同様水平になるように設定した。WEBカメラはUSBケーブルでPCに接続し、制御および画像取得を行う。図1にプロトタイプのハードウェア構成イメージを示す。

WEBカメラは、Logicool Inc. 社製「WEBcam Pro 9000」を用いた。フレームレート10 fps、解像度800×600 pixelの設定で画像を取得している。タッチパネルディスプレイは、I-O DATA DEVICE, INC. の「LCD-AD221FB-T」を用いた。ディスプレイの解像度は1,920×1,080 pixelであり、画面の寸法は縦272 mm、横481 mmである。

[ソフトウェア構成]

ソフトウェアは、電子書籍を表示するアプリケーションである。本アプリケーションは、絵本の表示を目的としており、インタフェースを図2に示す。両端にボタンが設置されており、「戻る」「進む」動作を行える。従来の絵本の読み聞かせと同じような環境を設定するため、ギミックやアニメーション等の機能は実装されていない。バックグラウンドでは、WEBカメラによる被験者の画像データ取得を行っており、10 fpsで800×600 pixelの画像を取得している。また、動作ログとして、ディスプレイ上に表示された画面データ・ボタン操作も取得している。

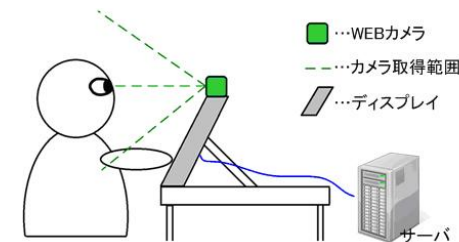


図1 ハードウェア構成のイメージ図

Fig. 1 Outline of hardware configuration.

14 電子書籍を用いた興味度判定サービス提供手法

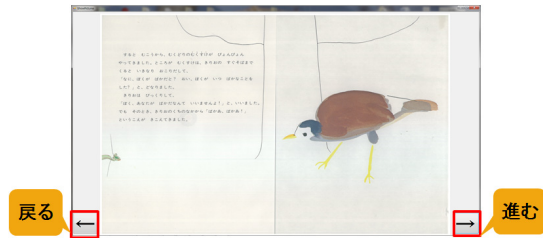


図2 電子書籍を表示するアプリケーションのインターフェース
Fig.2 Application interface for picture book reading.

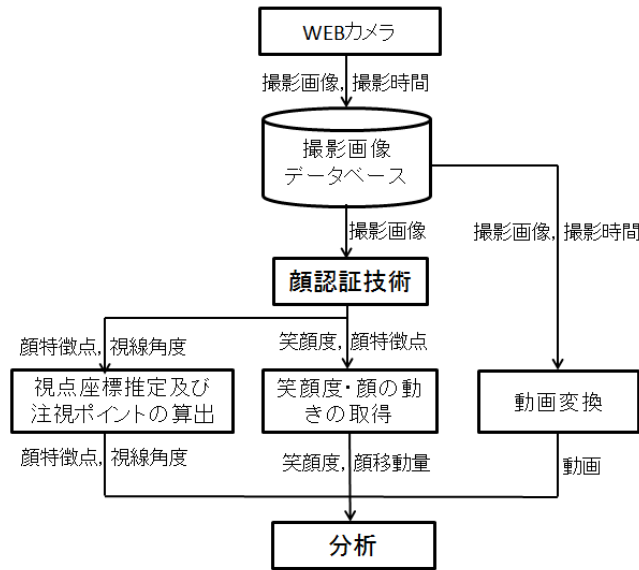


図3 提案手法
Fig.3 Flow diagram of the proposed method.

[システム構成]

本提案手法の処理フローを図3に示す。WEBカメラから得られた画像データを顔認証技術により分析し、顔特徴点・視線角度・笑顔度を算出する。これら情報から、子どもがディスプレイ内のどの点をどの程度見ているかが算出できる。顔移動量の抽出は、顔特徴点を用い

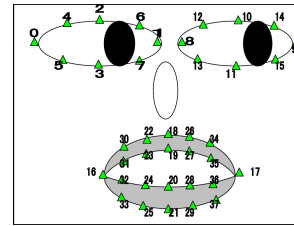


図4 顔特徴点

Fig.4 Feature points of face recognition.

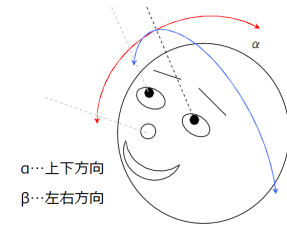


図5 視線角度

Fig.5 Angle of human gaze point.

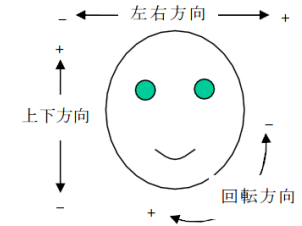


図6 顔の向き

Fig.6 Human face direction.

る。また、読み聞かせにおいて、物語の内容によっては、笑いが起きる場合もあるため、笑顔度も取得する。これらの取得データと実際の行動を照合するために、WEBカメラによって取得された画像を結合して動画を作成する機能をあわせて持っている。この機能は、人手による動作分析に利用する。そして、子どもの顔移動量・視線情報・笑顔度から、子どもの興味度の算出を試みた。以下、特に重要な視点座標推定および笑顔度・顔の動きの取得、注視点の算出について述べる。

また、上記分析データは、本アプリケーションの画面データ動作ログとWEBカメラによって得られる画像データの時間同期を行い、子どもが絵本のどのシーンを見ているかという情報と画像データを統一して分析している。

3.2 視点座標の測定手法

視点座標を取得するためのパラメータ取得処理では、顔認証技術としてオムロン株式会社の顔センシング技術 OKAO Vision⁵⁾を用いている。OKAO Vision はフレーム内の1辺 20 pixel 以上のサイズの顔が検出可能であり、その顔の「顔特徴点」、「視線角度」、「顔の向き」を検出可能である。顔特徴点とは、認識した顔の目と口の周囲の点である(図4)。OKAO Vision では、顔の大きさが1辺 40 pixel 以上、顔の向きが正面に対し左右 60 度程度以内、上下 30 度程度以内の顔についての精度を保証している。「視線角度」とは、対象の顔の視線が水平状態と比較して、どの程度の傾斜があるかを算出する角度である(図5)。上下方向、左右方向の2軸においての角度を算出する。OKAO Vision では、顔の大きさが1辺 80 pixel 以上、顔の向きが正面に対し左右 30 度程度以内、上下 15 度程度以内かつ、視線方向が正面に対し、左右 30 度程度以内、上下 15 度以内の顔についての精度を保証している。「顔の向き」とは、対象の顔が水平状態と比較して、どの程度の傾斜があるかを算出する向きである(図6)。上下方向、左右方向、回転方向の3軸においての角度を算出す

る。OKAO Vision では、顔の大きさが 1 辺 40 pixel 以上、顔の向きが正面に対し左右 60 度程度以内、上下 30 度程度以内についての精度を保証している。

3.3 笑顔度・顔移動量の測定手法

笑顔度とは、認証した顔がどの程度笑っているかを、OKAO Vision を用いて 0~100 の間で数値化した値である。顔移動量の取得に関しては、まず OKAO Vision によって顔特徴点を用いて顔の中心点を算出する。そして前フレームでの子どもの顔の中心座標と比較し、その中心点がどれだけ移動したかを算出する。計算式は時刻 t における顔の中心点を、 $CenterX_t$ 、 $CenterY_t$ とすると式 (1) で表される。

$$dist = \sqrt{(CenterX_t - CenterX_{t-1})^2 + (CenterY_t - CenterY_{t-1})^2} \quad (1)$$

3.4 注視箇所の算出

本節では、視点座標データを用いて、子どもが注視していた箇所の可視化を行う手法について説明する。出力は、1) 各ページのどの箇所を合計でどの程度の時間、注視していたかを算出する「注視ヒストグラム」、2) 注視している箇所が時系列でどのように移動していかを算出する「注視点の推移」の 2 点である。概要を以下に述べる。

[注視ヒストグラム]

子どもが読み聞かせ中にページのどの箇所を多く注視しているかを算出する。フローチャートは図 7 のとおりである。以下に各ステップの説明をする。

STEP1

ページごとの視点座標データを使用し、子どもがどのエリアを見ていたかを算出する。エリアは縦 6 × 横 8 の計 48 エリアに分割した。顔が認識できなかった場合を除いて、画面内のどのエリアを見ていたかが分かる。これをページごとのエリアヒストグラムとする。

STEP2

取得したページごとのエリアヒストグラムを基に、子どもがどのエリアをよく見ていたかを算出する。本提案手法では、目視による分析から、1~2 秒以内、2 秒以上の 2 つの状態に分けるのが適切と判断し、それぞれの状態を判別した。

[注視点の推移]

子どもの注視がどのように推移するかを確認するため、注視点の推移を算出する。先行研究により成人の注視行動は 0.2 秒以上かかると報告されている³⁾が、Rayner⁶⁾の調査によると、小学 1 年生の注視時間は 300~400 msec 以上となっており、年齢によって大きく変

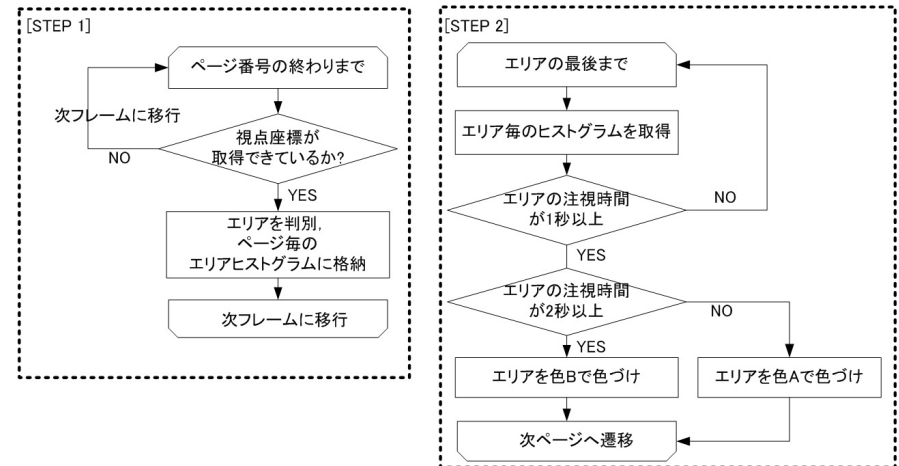


図 7 注視ヒストグラムの算出フローチャート
Fig. 7 Flow-chart for gaze histogram.

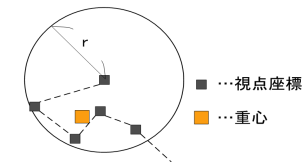


図 8 注視点の算出
Fig. 8 Calculation of gaze point.

化する。本研究が対象としているのは、未就学前児童であり、年齢は 4~6 歳である。したがって、Rayner の調査を参考にし、0.5 秒以上注視した場合に注視点として扱うこととした。ただし、本視線推定では、アイカメラで検出可能な視点座標に比肩するほどの精度は保障できない。注視のエリアは、pixel 換算で半径 100 pixel 以内にいる場合は同じ箇所を注視していると判断した。詳細は図 8 のとおりであり、視点座標が 0.5 秒以上半径 100 pixel 以内にとどまっている場合は注視していると見なし、注視点は、注視中の座標の重心とした。

4. 検証実験

本章では、提案手法の有効性を評価するため評価実験を行った。検証実験においては、本

提案手法を用いて読み聞かせ中の子どもの視線や顔の動きを取得し、興味度との関係性の把握を定量的に試みた。読み聞かせ中の興味の確認方法としては、読み聞かせの終了後にどの絵本が面白かったかを本人に確認する形式と、沢田ら¹⁾によって発表されている、興味があった際に表出しやすい行動を確認する形式の2形式を用いた。

4.1 興味度測定方法

興味の確認に関しては、幼児およびその保護者に絵本の興味についての質問を行うとともに、従来手法である「絵本のおもしろさの分析」¹⁾を参考に興味があった絵本と、興味がなかった絵本に分類した。沢田らの論文「絵本のおもしろさの分析」¹⁾に紹介された、子どもが面白い絵本に出会った際に、どのような反応が表出するかを調査した結果を表1に示す。子どもの反応は5つに分類できるとしている。

そして、子どもが面白いと感じた絵本に対しては、表1の②と⑤が多く表出し、面白くないと感じた絵本に対しては①と③が多く表出すると報告されている。本提案手法では、興味度の確認方法に「絵本のおもしろさの分析」¹⁾を用いている。

また、センサーデータから抽出する要素は視線情報・顔移動量・笑顔度の3要素をあげており、表1の反応と比較すると、視線情報と顔移動量は「① 負反応」、笑顔度は「④ 笑いの反応」との関連性が高い。したがって、時間軸に対する3要素の変化の値と表1の反応を用いて、興味度を測定していく。なお、③の言葉による反応については、非常に重要な評価項目である。しかし、幼児の発話を自動的に音声認識して、意味解析することは、現在のAI技術のレベルでは非常に難しい。本研究では、発話の自動解析は今後の課題としたい。したがって、本研究の意義は、重要な評価項目である③を利用せずに、集中度が判定できるかどうかにかつ1つの技術的課題がある。また、⑤の驚き反応も、本研究の動画処理では組み込めていない。このため、少なくとも、⑤の自動判定は難しい。しかし、現場の保育者のヒアリング結果を見ても、視線についてはかなり強く意識して保育者は読み聞かせを行っているが、「驚き」について特段重要視しているとの結果は、少なくとも著者らは得て

表1 読み聞かせ中の反応
Table 1 Reactions for picture book reading.

反応の種類	詳細
① 負反応	よそ見・手いたずら等の動作
② 展開に関する言語反応	物語の展開に関する予想
③ 言語に対する言語反応	物語の中の言葉を繰り返す
④ 笑いの反応	展開にともない笑う
⑤ 驚き反応	展開にともない驚きの反応をする

おらず、⑤を自動化の範疇に含めないことは、大きな問題とはならないと考えている。

4.2 実験内容

本評価実験では、親子による絵本読み聞かせ時の動作を分析した。読み聞かせる絵本は、自宅や幼稚園ではまだ読んでいないと思われる絵本とした。その際に、1つのジャンルに偏らず、多様なジャンルが含まれるように配慮した。実験に用いた絵本は以下のとおりである。

[絵本1]: バムとケロのお買い物

[絵本2]: ゆうびんやさんおねがいね

[絵本3]: 心をピンにとじこめて

[絵本4]: ありこのおつかい

[絵本5]: 数の本

3人の被験者およびその保護者に協力していただき、絵本の読み聞かせ中の行動および興味の確認を行った。被験者の1人幼児Aには絵本1, 2, 3を、幼児Bには絵本1, 2を、幼児Cには絵本4, 5を読み聞かせに使用した。子どもによって、絵本が異なるのは、子どもごとにすでに読んでいる絵本が異なるのと、読み聞かせを保護者が行っているため、保護者が読みたい本を優先したためである。

4.3 実験環境

本実験では、3章で述べたとおり、こちらが作成した電子書籍端末を使用して読み聞かせを行っていただいた。実際の実験環境およびWEBカメラの取得データは図9のとおりとなる。読み聞かせ時は、子どもの集中の妨げを防ぐために、部屋には親子のみとして、それ以外の者は退席した。

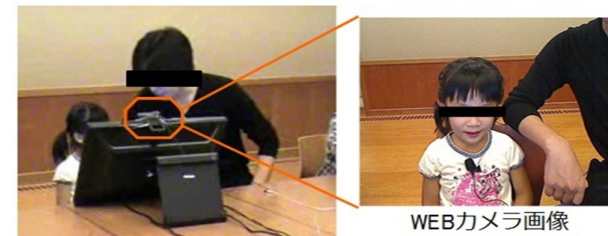


図9 実際の実験風景および、WEBカメラの取得データ

Fig.9 Photos of social experiment.

4.4 実験結果

4.4.1 興味度による絵本の分類

本項では、子どもがどの絵本に興味を持ったかについて説明する。興味度の確認方法については実験後にヒアリングを実施し、興味の度合いを確認するとともに、幼児教育の分野で提案されている興味度の分析手法を用いて、総合的に読み聞かせ中の子どもの興味度を判断した。単純なヒアリングのみの場合では、3冊の読み聞かせを行った子どもが最初の絵本の内容を忘れていた可能性があると判断したからである。

沢田らの研究で報告された指標およびヒアリング結果をふまえて、絵本への興味を表2のように分類した。ただし、絵本5(数の本)は、ワークブック形式に近いため、沢田らの指標は用いず、子どもからヒアリングした結果のみを用いて判断している。

4.4.2 視線データ

絵本をページごとに分割し、ページ単位での注視エリアの出現数および注視点の結果を述べる。図10には、興味があった絵本となかった絵本に対する注視点追跡結果を示す。注視開始点は図中に表示してある(カラ 画像の場合にはピンク表示)。次の注視点へは線で

表2 興味度の分類
Table 2 Degree of interest for each picture book.

被験者	年齢	興味があった絵本	興味がなかった絵本
幼児 A	4歳7カ月	絵本1, 絵本3	絵本2
幼児 B	5歳4カ月	絵本1	絵本2
幼児 C	6歳0カ月	絵本4	絵本5

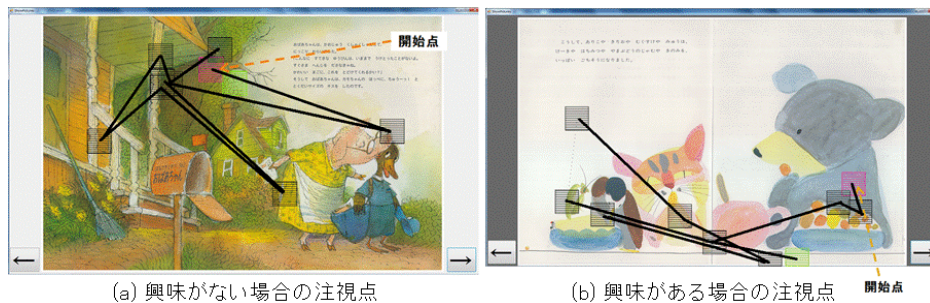


図10 興味があったおよびなかった絵本における注視点の推移

Fig. 10 Time transition of gaze point.

接続される。図10はともに、絵本の終盤部分であり、これらと比較すると、興味があった絵本に対しては、絵が描かれている部分全体を注視しようとしているのに対して、興味なかった絵本に対しては、本筋とあまり関係のない部分を眺めている。また、ページごとの滞在時間を10秒と仮定して、ページごとの滞在時間を1~2秒と2秒以上の2項目に分けてページ全体の割合を算出した。その結果を図11に示す。2秒以上眺めているエリアの出現割合を比較すると、興味があった絵本における平均は33.8%に対し、興味なかった絵本における平均は52.4%と、興味なかった場合に高い割合で注視エリアが出現する。なお、3.2節でも述べたように、顔が一定量以上横を向くと、顔認識自体ができなくなり、注視点を求めることや、顔の移動量を検出することはできなくなる。本項、次項での議論は、あくまで、OKAO Visionの顔の識別(顔認証技術)が正しく動いている区間における分析を対象とするものである。

4.4.3 顔移動量

次に、顔移動量について述べる。図12は、興味があった絵本の読み聞かせ中の顔移動量推移である。絵本をページごとに分割し、ページ単位での顔移動量の平均を算出している。図13は、興味なかった絵本の読み聞かせ中の顔移動量推移である。図12および図13ともに横軸がページ番号、縦軸が移動量(pixel)であり、移動量の線形近似結果も載せている。興味があった絵本に対する顔移動量は、読み聞かせが進むにつれ減少しているが、一方興味のない絵本の場合は増大していく。

4.4.4 笑顔度

次に、笑顔度の結果について述べる。以下は、絵本をページごとに分割し、笑顔度の平均の推移を示した図である。笑顔度は、0~100で算出され、高いほど笑顔である。図14は興味があった絵本に対する笑顔度の推移であり、横軸がページ番号、縦軸が笑顔度であり、笑顔度の線形近似もあわせて示す。また、図15は興味なかった絵本における笑顔度の推

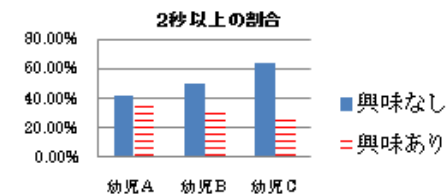


図11 2秒以上の割合

Fig. 11 Percentage of more than two seconds gaze.

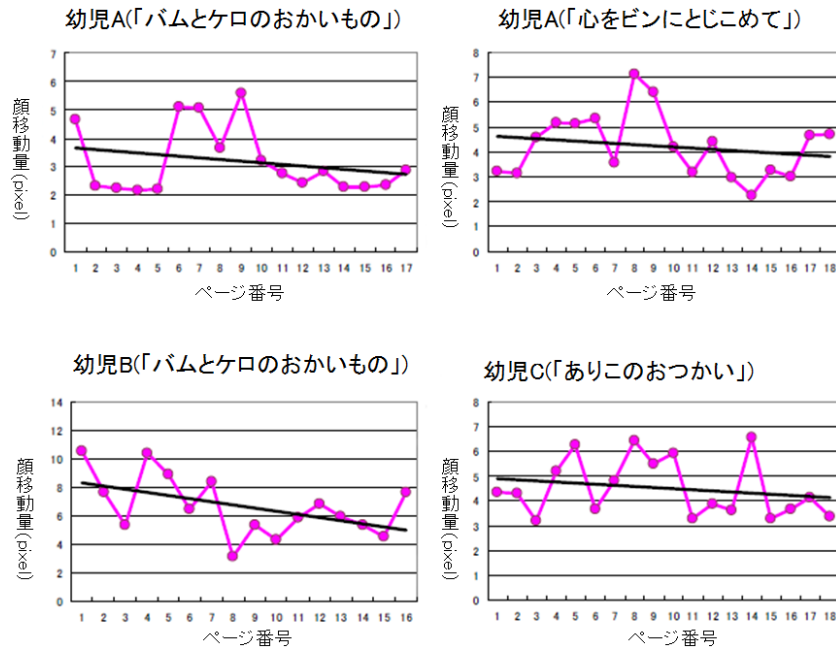


図 12 興味があった絵本の読み聞かせ中の顔移動量
Fig. 12 Time transition of face movement (Interesting book).

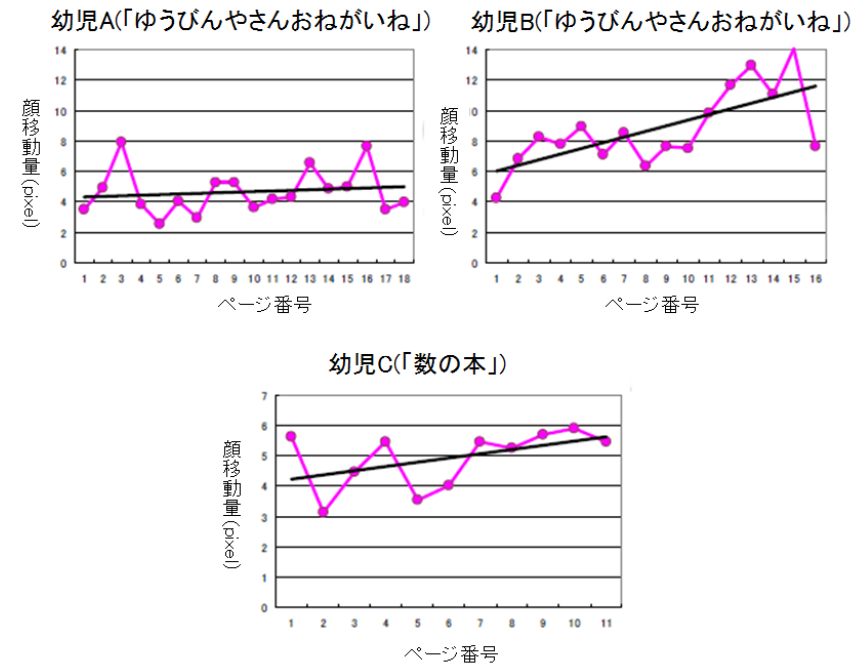


図 13 興味がなかった絵本の読み聞かせ中の顔移動量
Fig. 13 Time transition of face movement (Not-interested book).

移である。こちらも同様に、横軸がページ番号、縦軸が笑顔度、笑顔度の線形近似も載せている。

5. 考 察

5.1 子どもの興味度について

本節では、センサデータの分析による子どもの興味度について述べる。本提案手法では、読み聞かせ中の子どもの興味はセンシング可能な行動として表出するという仮定のもと、視線情報、顔移動量、笑顔度の3要素をカメラ画像からの取得によって分析を試みた。結果としては、視線情報および顔移動量で興味度の推定が可能であると考えられる。視線情報に関しては、子どもが絵本に興味を持っている場合について、主要な絵の全体を注視しようとするパターンが判明した。その現象は終盤に多く見られ、初めはたいいていの作品に興味を持

ており、絵を見ようとしているが、後半は興味の度合いや、物語の理解度により、視線のパターンが変化する。そして、ページのどのエリアをよく見ているかを算出する注視エリアからは、興味があった絵本では、絵のエリアを全体的に注視し、1点に長時間集中する割合が低くなる。松居は著書⁷⁾で、「子どもは挿絵に物語を読みます。絵はずみずみまで言葉に置き換えられるのですから、挿絵からも物語は豊かに読み取れます」と語っている。これを考慮すると、子どもは読み聞かせ中に、絵から物語を読むために、1点だけではなく、ページの全体の構成、配色等の様々な要素を読み取っている。したがって、ページがめくられるまで、可能な限りの情報をつかもうとするために、長時間の注視エリアが減少するのではないかと考えられる。

次に、顔移動量に関しては、個人差によって絶対量は異なるが、推移を測定すると、興味があった際には顔の移動量が減少していくといった結果が得られた。この理由としては、読

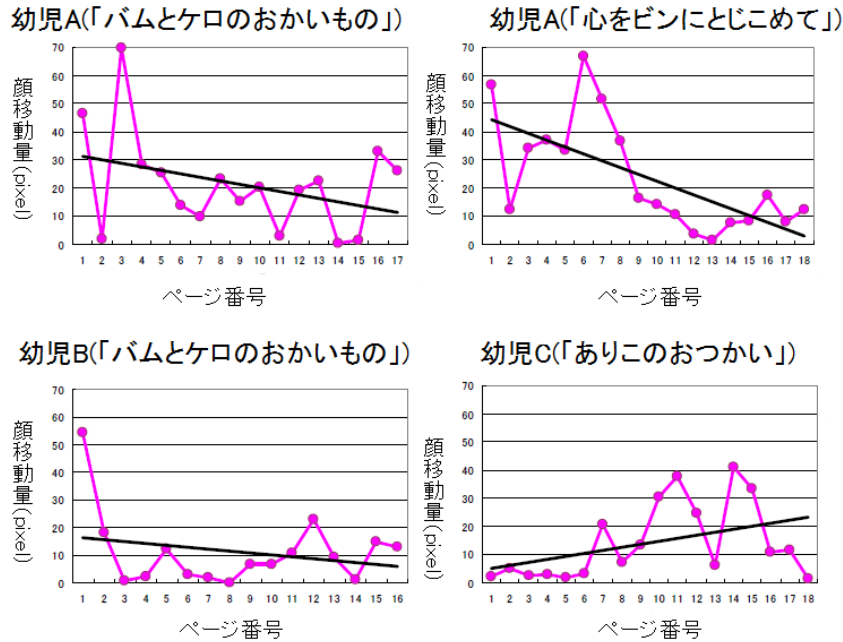


図 14 興味があった絵本における笑顔度の推移
Fig. 14 Time transition of smile (Interesting book).

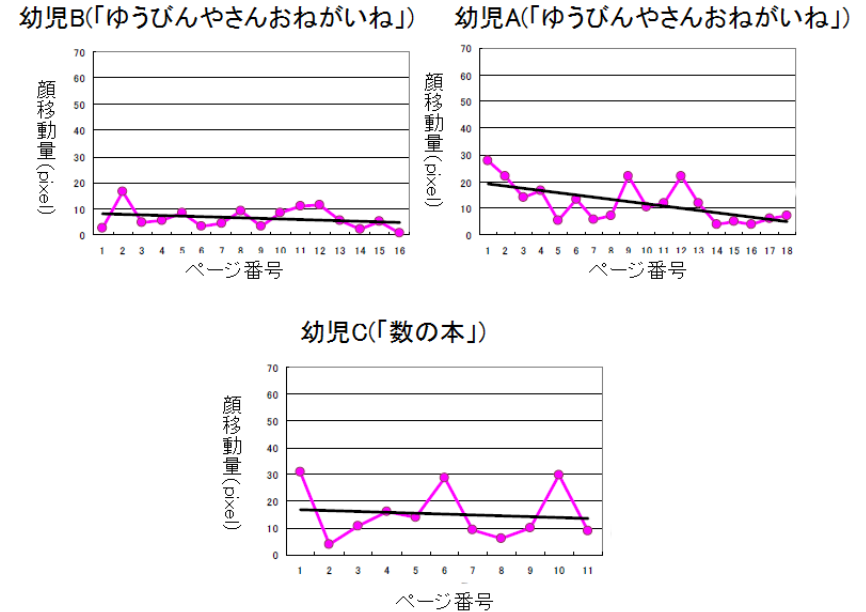


図 15 興味がなかった絵本における笑顔度の推移
Fig. 15 Time transition of smile (Not-interested book).

み聞かせ中の顔が移動する動作の種類が関係していると考えられる。今回の読み聞かせ中に表出した反応は、表 3 であった。また、表 3 の反応を読み聞かせにおける積極的行動・消極的行動に分類すると、左側の 5 種類が積極的行動、右側の 5 種類が消極的行動となる。今回の読み聞かせによる積極的行動および消極的行動の割合は表 4 である。

上記の結果より、興味と積極的反応は関連しており、消極的反応についても同様の結果がいえる。そして、消極的反応に含まれる姿勢移動（ふらふらする、何度も座りなおす等）やよそ見が顔移動量に大きく影響するため、顔移動量によって興味度が推定できると考えられる。

5.2 笑顔度について

本節では、笑顔度について述べる。本論文の対象は、親子の絵本読み聞かせであるが、著者らは、幼稚園等で実施される集団の読み聞かせについても検討している⁸⁾。その研究にお

表 3 読み聞かせ中に表出した反応
Table 3 Reactions for picture book reading.

表出した反応一覧	
・うなずき	・しかめ面をする
・発話	・姿勢変更
・笑う	・よそ見
・親を見る	・顔をいじる
・指差し	・手いたずら

表 4 肯定的反応および否定的反応の表出割合
Table 4 Percentage of active and passive reactions.

分類	積極的反応の平均割合 (%)	消極的反応の平均割合 (%)
興味あり	76.0	24.0
興味なし	38.2	61.8

いても、笑顔度を取得して集中度の分析に用いることを試みた。しかし、集団読み聞かせにおける子どもの集中度と笑顔度との関係は明確とはいえない⁹⁾。

今回の親子読み聞かせにおける興味度と笑顔度も、関連があるとはいえなかった。親子読み聞かせには、想像性の成長や感じる力の成長等、様々な効果が存在するが、その中の1つに、「親子間のコミュニケーションの一助になる」とする見解は広く認識されており、非常に関係が深いと考えられる。親子読み聞かせにおいては、物語の面白さよりも、親とコミュニケーションがとれた際の安心感のために笑いが多くと考えられる。したがって、今回は笑いの度合いが単純に絵本自体の興味と関係があるとはいえないと考えた。実際に、子どもが笑う際のタイミングをビデオ画像によって分析した結果、物語が面白くて笑うというタイミングよりも、親とのコミュニケーションでの笑顔が多かった。そのため、興味度の推定には現段階では使用できない。

5.3 今後の展望と課題

本節では、今後の展望と課題について述べる。5.1節で述べたとおり、読み聞かせ時における子どもの興味度は行動に表出されており、その行動パターンには共通点が観察された。これによって、子どもの興味度をWEBカメラで自動検出できるとの見通しを得た。今回のプロトタイプシステムでは、WEBカメラは1台として、ディスプレイの上部に設置した。ディスプレイのサイズが小さい範囲では問題ないが、今回のサイズでも、ディスプレイの下部を子どもが見ている場合の視線方向精度が低下している。この問題は、ディスプレイが大きくなるほど顕在化する。大型ディスプレイを利用する場合には、ディスプレイ下部にもWEBカメラを設置する必要が生じると思われる。さらに、今回の評価実験の回数は、幼児3人に対して絵本読み聞かせ7回とけっして多くない。また、今回は保護者の方に読み手をお願いしている。保育者が読み手となったケース等について、さらに、評価実験のデータ数を確保して分析を続けていきたい。

6. 結 言

本論文では、電子書籍端末を用いた絵本の読み聞かせ時における幼児の興味度を推定するため、WEBカメラから得られる画像に動画像処理技術を用いて分析する手法を提案した。具体的には、WEBカメラとタッチパネルディスプレイを用いて、電子書籍端末上に絵本を表示した。そして、WEBカメラから得られるデータを、顔認証技術を用いて解析し、子どもの顔移動量・視線情報を取得および分析し、絵本の読み聞かせ時における子どもの興味度の推定を試みた。

本提案手法の有効性を検証するために、複数の保護者に協力していただき検証実験を実施した。その結果、3点のことが明らかとなった。1) 興味がある絵本を読んでいる際には絵が描かれている部分全体を注視しているが、興味がない絵本では本筋とは関係ない部分を注視している。2) 興味のなかった絵本に比べ興味のあった絵本の方がページごとの2秒以上注視している時間の割合が高い。3) 興味のあった絵本に対する顔移動量は徐々に少なくなる。

上記の結果より、電子書籍端末にも付属している機種があり、しかも、数千円と安価なWEBカメラでも、絵本の読み手である子どもの興味度を抽出できる見通しを得た。

謝辞 実験に協力いただいた親子の皆さんに深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 沢田瑞也, 小林幸子, 田代康子, 高木和子: 絵本のおもしろさの分析—内容の分析と読みきかせ中の反応を中心として, 読書科学, Vol.17, No.3, 4, pp.81-93 (1974).
- 2) 松村 敦, 杉 七瀬, 宇陀則彦: 読み聞かせ時の反応に着目した絵本に対する子どもの好みの取得方法に関する検討, 日本教育工学論文誌, Vol.32, pp.125-128 (2008).
- 3) 長沢伸也, 森口健生: アイカメラによる視線から興味度を推定する可能性—眼球運動の専門家へのインタビューを通して, 社会システム研究, No.5, pp.73-93 (2002).
- 4) 大日本印刷・ニューロマーケティング:
入手先(http://www.dnp.co.jp/news/1230286_2482.html)(参照 2011-7).
- 5) 瀧川えりな: 自動顔属性推定システム「OKAO Vision」, 画像の認識・理解シンポジウム (2004).
- 6) Rayner, K.: Eye movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research, *Psychological Bulletin*, Vol.124, No.3 (1998).
- 7) 松居 直: 絵本のよるこび, NHK 出版 (2003).
- 8) 岡田良平, 柴田征宏, 今城和宏, 上坂和也, 角谷隆行, 三本貴裕, 小林由季, 金田重郎, 芳賀博英: 3D ステレオカメラと3軸加速度センサを用いた読み聞かせ支援システムの構築, 第72回情報処理学会全国大会, 5ZJ-3 (2010).
- 9) 上坂和也, 野村悟司, 岩城拓郎, 角谷隆行, 高橋一夫, 新谷公朗, 金田重郎: 集中度自動表示が可能な「読み聞かせ」振り返り支援システムの構築と評価, 第115回・情報処理学会・情報システムと社会環境研究会, pp.1-8 (2011).

(平成 23 年 3 月 16 日受付)

(平成 23 年 9 月 6 日採録)



湯川 和秀

平成 23 年 3 月同志社大学工学部インテリジェント情報学科卒業。現在、同志社大学大学院工学研究科情報工学専攻博士前期課程。



森山 政訓

平成 22 年 3 月同志社大学工学部インテリジェント情報学科卒業。現在、同志社大学大学院工学研究科情報工学専攻博士前期課程。



今城 和宏

平成 21 年 3 月同志社大学工学部知識工学科卒業。平成 23 年 3 月同志社大学大学院工学研究科情報工学専攻博士前期課程修了。



上野 康治

平成 11 年龍谷大学文学部日本語日本文学科卒業，平成 17 年同志社大学大学院総合政策科学研究科博士前期課程修了。平成 11 年株式会社キッズカンパニー入社。現在，クリエイター。コンテンツの企画制作を通じたブランディング等に関する業務に従事。平成 20 年から同志社大学嘱託講師（プロジェクト科目担当）。絵本に関する教育に従事。修士（政策科学）。



金田 重郎（正会員）

昭和 49 年 3 月京都大学工学部電気第二学科卒業，昭和 51 年 3 月京都大学大学院工学研究科電子工学専攻修士課程修了。同 4 月日本電信電話公社・武蔵野電気通信研究所入所。大型汎用電子計算機の実用化，ならびに，誤り検出訂正符号の研究に従事。さらに，NTT 日本電信電話株式会社・情報通信処理研究所にてエキスパートシステムの研究を行った。平成 9 年 4 月同志社大学大学院総合政策科学研究科教授・同工学部教授。現在は，同大学大学院工学研究科情報工学専攻教授。情報システム・ユビキタスコンピューティングの研究に従事。工学博士（京都大学），技術士（情報処理部門）。電子情報通信学会，IEEE 各会員。