

## リアルタイム視線検出機能を持つ マルチストーリー型デジタル絵本の提案

柴田 邦道<sup>†1</sup> 森山 政訓<sup>†2</sup> 湯川 和秀<sup>†2</sup>  
上野 康治<sup>†3</sup> 高橋 一夫<sup>†4</sup> 金田 重郎<sup>†2</sup>

メインストーリーとサブストーリーから構成されるデジタル絵本「絵本ドリル」を提案する。メインストーリーは絵本であり、サブストーリーは「ドリル」である。メインストーリーとドリルは、「キャラ」が仲介し、ドリルの内容は、メインストーリーの理解を深めるように構成される。また、Webカメラによって、絵本ドリルを読んでいる子どもの視線をリアルタイムに「話し手」にフィードバックする。プロトタイプシステムによる評価実験の結果、読み手は、子どもがどこに興味を持っているかをリアルタイムに理解でき、ドリルへのジャンプの契機となることを確認した。一方、絵本の内容に入っていけない子どもがキャラに着目する傾向が観察され、キャラ化・イラスト化した現状の絵本を用いた「読み聞かせ」の在り方に示唆を与えている。

### A Multi-story e-Picture Book with the Degree-of-interest Extraction Function

KUNIMICHI SHIBATA,<sup>†1</sup> MASAKUNI MORIYAMA,<sup>†2</sup>  
KAZUHIDE YUKAWA,<sup>†2</sup> KOJI UENO,<sup>†3</sup> KAZUO TAKAHASHI<sup>†4</sup>  
and SHIGEO KANEDA<sup>†2</sup>

This paper proposes a new digital book “Picture Book Drill” which consists of a “digital picture book” as a main story, and “digital drills” as sub-stories. The main story and the sub-stories are connected by means of “Characters” which appears on the main-story. Also, the proposed Picture Book Drill has a web camera and the reader’s line of sight is detected and fed back to the speaker in real time by using the video signal processing. The evaluation of the proposed system shows that the real-time feed-back is effective for the speaker. Also, the characters in the main story are potently payed attention by the children who cannot understand the story. This observed results give some suggestions to the contemporary picture books, illustrated by using well-known “characters” and the commonly-used behavior of the characters.

### 1. はじめに

電子ブックの普及とともに、今後、発展が期待されるものに「デジタル絵本」がある。デジタル絵本とは、電子ブック、PC、タブレットPCなどの端末上で読まれる絵本である。デジタル絵本は、従来の紙媒体の絵本とは異なり、1) 複数のストーリー間で、自由にジャンプ可能であり（マルチストーリー）、2) 付属センサによってユーザ情報を獲得し、サービス内容をユーザカスタマイズできる。また、紙媒体よりも安価にコンテンツを供給できる。

そこで、著者らの既存研究<sup>1)</sup>では、安価なWebカメラをデジタル絵本に装着し、それによって、子どもの興味度がどの程度検出できるかを検討した。その結果、幼児は、1) 興味がある場合には、主人公やキャラクターなどの登場人物を順番に見ているが、2) 興味がないと、話しの筋とは無関係な部分を注視している、ことが示された。しかし、視線データは、読み聞かせ終了後に提示されるだけであり、絵本を読んでいる最中に話し手を支援することは出来なかった。また、絵本のストーリーも、一本の筋が流れるだけの簡単なものであった。

上記の既存研究を踏まえて、本稿では、絵本とドリルが一体となり「マルチストーリー」を構成する「絵本ドリル」を提案する。絵本ドリルでは、メインストーリーからジャンプすると、その先にドリルが提供される。ドリルへのジャンプは、「キャラクター」が仲介する。メインストーリーで子どもが興味を持った「キャラクター」がドリルでも案内役になるように、予め、ドリルはデザインされている。「楽しく学んで欲しい」からである。

この場合、話し手は、子どもがどのキャラに興味を持っているかをリアルタイムに認識しなければならない。しかし、紙媒体・デジタルを問わず、話し手である保育者や保護者が、子どもの顔ばかり見ていることは難しい。まして、どこを見ているかは分からない。そこで、ドリルへのジャンプの参考にするため、本提案システムでは、Webカメラから推定された子どもの視線方向を、リアルタイムに、別画面で話し手にフィードバックする。

<sup>†1</sup> 同志社大学理工学部  
Doshisha University

<sup>†2</sup> 同志社大学大学院工学研究科  
Graduate School of Engineering, Doshisha University

<sup>†3</sup> 同志社大学プロジェクト科目  
Project Subjects, Doshisha University

<sup>†4</sup> 常磐会短期大学幼児教育科  
Early Childhood Education, Tokiwakai College

「絵本ドリル」プロトタイプを構築して、A 幼稚園で評価実験を行った結果、キャラに誘導されたドリルの有効性を確認でき、また、リアルタイムの視線表示も、話し手に好評であった。以下、第2章では、幼児向けドリルの現状について、分析する。第3章では、この分析を踏まえて、「絵本ドリル」のアーキテクチャを提案する。第4章では実装したプロトタイプシステムの概要を述べる。第5章では社会実験について述べる。第6章はまとめである。

## 2. 研究背景

近年、有名小学校の受験対策をする「幼児教室」が台頭している。それに合わせるように、大手書店の「絵本コーナー」では、おはなし絵本のコーナーは縮小され、ドリル/ワークブックや図鑑を並べたコーナーが広がっている。幼稚園・保育所でも、ワークブックが保育内容に取り込まれ始めている。保護者もそのような「動き」を歓迎している。その意味では、今ほど、幼児向けドリル/ワークブックに注目が集まっている時代は無かったと思われる。

幼児に対する早期教育については、課題も指摘されてきた。第一の問題は、「子ども自身に学習に対する興味がない場合にも、親が学習を強要する」ことの弊害である。早期教育の押し付けによる親子関係の悪化や、遊ぶ時間の欠如による想像性等の欠如、受身教育による自主性の抑圧といったような弊害も報告されている<sup>3)4)</sup>。早期教育といえども、子ども自身が自ら興味を持って学習を行なうべきである。

一方、(株) Z-KAI、ベネッセなどの大手教育企業が、相次いで幼児教育にビジネスを拡大している。大手は「学習の強要」は狙っていない。たとえば、近年、新たに幼児教育に参入した(株) Z-KAI<sup>6)</sup>の「ぺあぜっと」では、最初に保護者が読み聞かせをして、次に子どもが表現を行う。親子のコミュニケーションを重要視している<sup>\*1</sup>。ベネッセは、以前から「こどもちゃれんじ」等で、多彩な幼児教育コースを展開している。この中でも「体験」が重要視されている<sup>7)</sup>。そして、ベネッセが特徴的なのは、何と言っても「しまじろう」を中心とする「キャラ」の活用と、ゲーム、クイズ方式のコンテンツであろう。ベネッセは、子ども達の「興味」「楽しい学び」に占める「キャラ」の役割を早くから重要視してきた。

上記2つの通信教育会社に共通するのは、親が教材をつかって読み聞かせをしたり、教材で体験を持たせて、親子のコミュニケーションを図りつつ、子どもの発達を図ろうとする姿である。デジタル絵本は、絵本自体が自動的に朗読をするなどの多彩な機能を追加でき

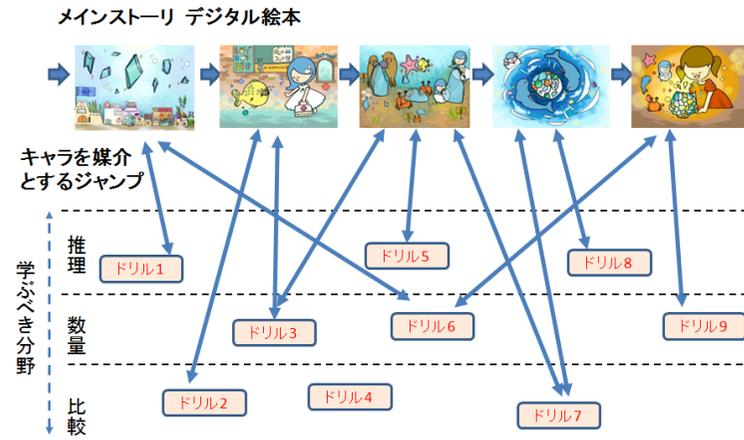


図1 「絵本ドリル」アーキテクチャ

る<sup>2)</sup>。しかし、それが、幼児教育におけるデジタル絵本の役割ではない。絵本には、親の愛情の確認、感じる力の成長、想像力の成長、教養が身につくといった効果があるとされる<sup>8)</sup>。「絵本」の価値である「読み聞かせ」の重要性は、デジタル時代になっても変わらない。「ドリル」を無理やりに解かせるような形は、幼児の教育としては望ましくない。

## 3. 「絵本ドリル」アーキテクチャの提案

### 3.1 アーキテクチャ

前章で述べた「読み聞かせを通じた、親子、あるいは保育者・幼児間のコミュニケーションの重要性」及び、デジタル絵本のストーリーの柔軟性に鑑みて、本稿では、メインストーリーとして絵本を置き、その周囲に学習型のドリルを配置した「絵本ドリル」を提案する。利用シーンは、一人の保育者(または保護者)が一人の子どもに読み聞かせることを前提とする。図1は、「絵本ドリル」のアーキテクチャである。絵本ドリルでは、まず、中央に、従来の「絵本」に相当する「メインストーリー」がある。メインストーリーから、それぞれのサブストーリー(ここでは、ドリル)にジャンプする。図1のアーキテクチャに従って絵本ドリルを制作する場合、以下の点に注意が必要である。

- 「キャラ」がメインストーリーからドリルに誘導する。図2は、誘導の例である。「お魚さん」に興味を持った幼児に対して、「お魚さん」が案内するドリルを解かしている。ただし、「キャラの力」で子どもの注目を得ようとするものではない。メインストーリー

\*1 Z-KAIは、Web サイトで、この教材は、小学校受験対策ではないとしている<sup>6)</sup>。



図2 メインストーリーからサブストーリー（ドリル）へのリンク例

の中で、子どもが当該キャラに興味を持った段階で誘導する\*1。

- ドリルに飛ぶ時には、できるだけ、メインストーリーの内容と関連したドリル内容としなければならない。例えば、図2では、メインストーリーで、「お魚さん」がケガを負っている。この場合、「バイ菌から守ってくれるのはどれか」という設問を準備して、「比較」に関するドリルを持ってきている\*2。キャラ（お魚さん）に誘導されながらも、メインストーリーの記述内容を理解するための補助的な知識を得る様に構成する。これによって、メインストーリーとサブストーリーの相互補完作用による「理解の深さ」を誘導したいからである。

\*1 キャラによる誘導は、ベネッセ「しまじろう」が採っている戦略であるが、著者らもメディア論的な観点から、キャラの重要性に着目している<sup>5)</sup>。

\*2 選択枝は「体温計」「マスク」「歯ブラシ」「バンドエイド」

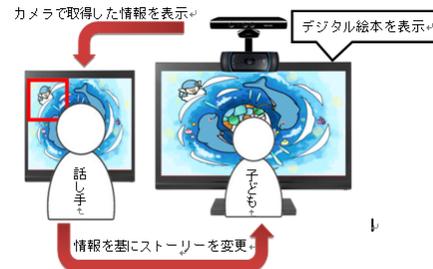


図3 システム利用イメージ

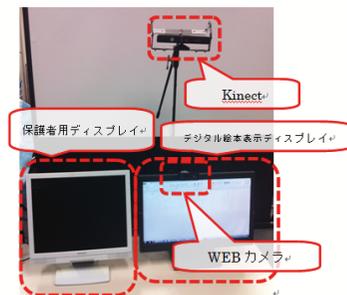


図4 実際のプロトタイプのディスプレイ部分

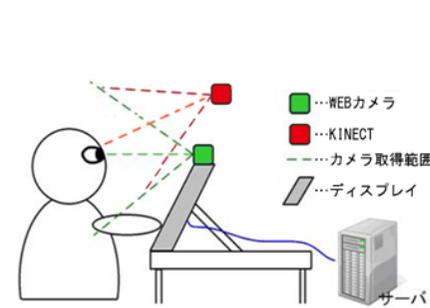


図5 ハードウェア構成

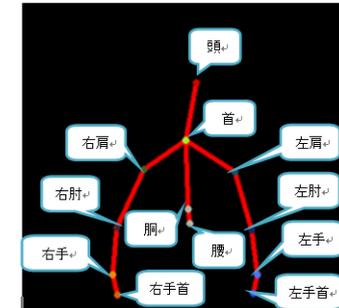


図6 OpenNIによる判別結果の例

表1 プロトタイプ利用ハードウェア一覧

種別	仕様
WEB カメラ	Logicool Inc., HD Pro Webcam C910 フレームレート 8fps, 640 × 480pixel
Kinect	Microsoft 社製 フレームレート 8fps, 640 × 480pixel
子ども用タッチパネルディスプレイ	I-O DATA DEVICE, INC., LCD-AD221FB-T 1920 × 1080pixel 画面サイズ 縦 272mm, 横 481mm
話し手用ディスプレイ	I-O DATA DEVICE, INC., LCD-AD198GEW 1280 × 1080pixel 画面サイズ 縦 305mm, 横 376mm

### 3.2 子どもの視線のリアルタイムフィードバック

サブストーリーに飛ぶ際には、聞き手である幼児がどのキャラに興味を持っているかを、話し手（保育者/保護者）は知っていなければならない。しかし、紙媒体であれ、デジタル絵本であれ、実際には子どもを横から見ている限り、視線方向はなかなか読み取りにくい。著者らの研究<sup>1)</sup>では、子どもの視線によって興味の度合いをある程度読みとれることを示した。本提案の絵本ドリルでは、安価な Web カメラを利用してリアルタイムに視線検出する\*3。システムは、図3のイメージで利用される。子どもは自分専用のディスプレイによって、絵本を楽しむ。保護者・保育者は横について、横から子どもの様子を見ながら読み聞かせを行う。子どもの視線情報は、話し手専用のディスプレイに表示される。実際のインタフェースを図4に示した。

\*3 視線検出では、高精度の手法が知られている<sup>9)</sup>。しかし、本提案システムでは、実用時のつかい勝手・コストを考慮して、安価な Web カメラを利用する。あまり精度の高くない Web カメラによる視線情報が本当に役立つのか、という点が本稿の重要な課題である。

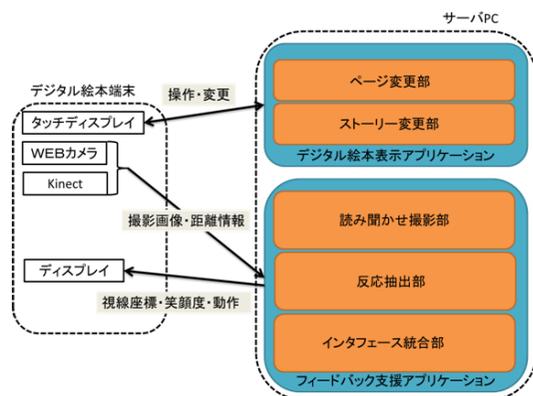


図 7 提案システムのソフトウェア構成

## 4. 「絵本ドリル」システムの提案

### 4.1 提案システムの概要と構成

提案システムの構成について述べる。図5に示したように、子どもの前には、ページをめくることができるように、タッチパネル方式のディスプレイを設置する。ディスプレイの中央上部にはWEBカメラを設置した。更に、子どもの姿勢を取得するために、Kinect<sup>10)</sup>を併用した\*1。表1は、プロトタイプシステムで利用した構成パーツ一覧である。

本システムは、デジタル絵本の読み聞かせに利用する。そして、聞き手である子どもの様子をWEBカメラ及びKinectにより撮影・分析して、子どもの視線・動作・笑顔を取得する。得られたデータはリアルタイムに話し手の前に置かれた(子どもの画面とは異なる)画面に表示する。話し手は表示されたデータを基に、ストーリーを自由に変更できる。

ソフトウェア内部構成を図7に示す。システムは大きく分けて、フィードバック支援アプリケーションとデジタル絵本表示アプリケーションから構成される。フィードバック支援アプリケーションは、1) WEBカメラ及びKinectの画像を読み込む「読み聞かせ撮影部」、2) 子どもの反応を抽出する「反応抽出部」、3) 抽出した反応をリアルタイムで表示する「インタフェース統合部」から構成される。また、デジタル絵本表示アプリケーションは、

\*1 Kinectは、子どもの上半身を正確に捉えられる位置に専用のスタンドを用いて設置した。WEBカメラ及びKinectはUSBケーブルにてPCに接続し、制御及び画像の取得を行っている。

1) 絵本ページを変更する「ページ変更部」、2) ストーリーを変更する「ストーリー変更部」から構成される。2つのアプリケーションは、どちらか一方のみを使用する可能性があるため、独立化されている。以下、各アプリケーションについて概説する。

### 4.2 フィードバック支援アプリケーション

前節で述べたフィードバック支援アプリケーションは、「読み聞かせ撮影部」、「反応抽出部」、「インタフェース統合部」の3つの機能をもっており、以下の処理の流れを有する。

**Step1 【読み聞かせ撮影部】:** 分析に使用する画像データをWEBカメラ及びKinectから取得する。

**Step2 【反応抽出部】:** WEBカメラから得られた読み聞かせ時の子どもの画像データを顔認証技術で分析し、顔特徴点・視線角度・笑顔度を算出する。顔認識技術で算出された視線角度とKinectから得られた物体までの距離情報で、子どもがディスプレイ内のどの点を見ているかを算出する。また、Kinectから得られた画像データと距離情報を骨格抽出技術で分析し、子どもの骨格座標を算出する。算出された骨格座標から動作を推定する。

**Step3 【インタフェース統合部】:** 取得データを話し手専用のディスプレイに表示する。

以下、上記Step2における「動作」「視線」の推定方法をそれぞれ示す。

#### 4.2.1 「動作」の推定

Kinect<sup>10)</sup>は、プレイヤーの位置、動き、声、顔を認識する。また、モーションキャプチャ機能を持つが、特殊な装備は不要である<sup>11)</sup>。そして、これら機能をPC上で利用するためには、SDK(Software Development Kit)が必要である。SDKには、OpenKinect、OpenNI[8]、Kinect for Windows SDKの3種類があるが、提案システムのプロトタイプでは、半身が映っていない場合でも比較的安定してモーションキャプチャできるOpenNIを利用した。26種類の骨格ポイントを取得できる。子どもの読み聞かせ時の動作を抽出するために用いた骨格ポイントの例を図6に示す。12種類である。抽出する子どもの動作は、著者らの従来研究<sup>1)</sup>で興味に関係すると報告された「親を見る」、「よそ見」、「揺れる」、「顔を触る」、「手癖」、「ボタンを押す」の6種類である。これらの動作の抽出条件を表2にまとめておく。

#### 4.2.2 「視点」の推定

視点座標を取得するために、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 Vision<sup>13)</sup>を用いた。OKAO Visionはフレーム内の一辺20pixel以上の人物の顔が検出可能であり、「顔特徴点」、「視線角度」、「顔の向き」が検出できる。

上記で、「顔特徴点」とは、認識した顔の目と口の周囲の点である(図9)。「視線角度」と

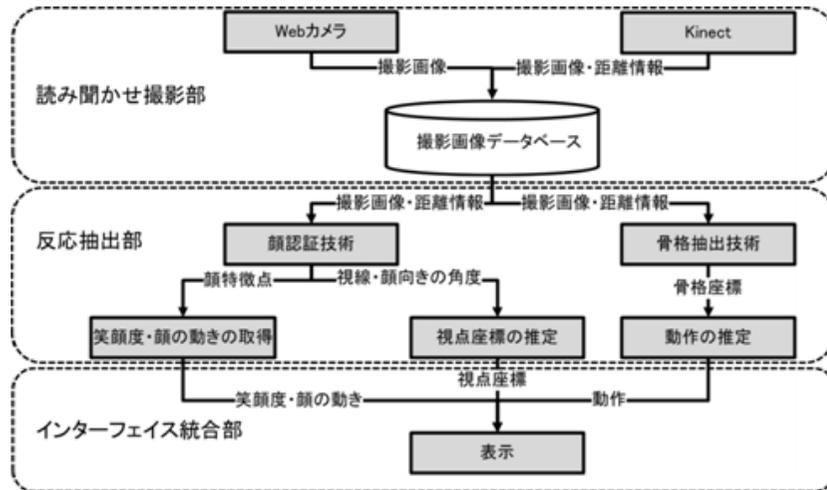


図 8 提案システムのソフトウェア構成

表 2 6 種類の動作の抽出方法

子どもの動作	抽出方法
親を見る	視線の X 座標が画面左端より一定以上左にある場合
よそ見	視線の X 座標が画面右端より右にある場合 視線の Y 座標が画面上端より上にある場合
揺れる	頭・首・胴の X 座標の全てが変化した場合 頭・首・胴の Y 座標の全てが変化した場合
顔を触る	右手の X-Y-Z 座標が顔の X-Y-Z 座標と近い位置にある場合 左手の X-Y-Z 座標が顔の X-Y-Z 座標と近い位置にある場合
手癖	両手の X-Y 座標がほぼ同位置にある場合
ボタンを押す	右手の Z 座標が画面に近づいた場合 左手の Z 座標が画面に近づいた場合

※ X は横軸, Y は縦軸, Z は距離.

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ものである (図 10). 上下方向, 左右方向の 2 軸においての角度を算出する。「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ものである (図 11). 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.

これらを踏まえて、本システムで実装された視点座標の測定方法について説明する.

**STEP1** : WEB カメラから取得したフレーム画像に OKAO Vision を適用する. これによって、フレーム内にいくつの顔があるかを検出する. そして、顔特徴点から、対象の子どもの顔と思われる顔を決める. この際に、子どもの顔が存在しない場合 (よそ見して

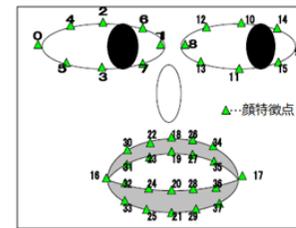


図 9 顔特徴点

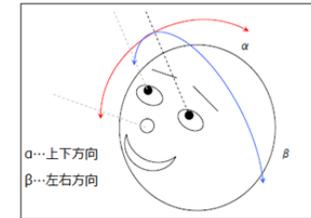


図 10 視線角度

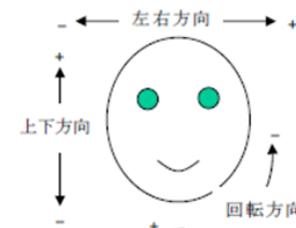


図 11 顔向き

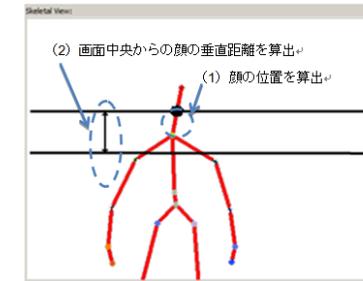


図 12 Kinect の視線と Kinect に映る顔がなす垂直方向の角度の算出方法

いる、カメラ画像に収まっていない) 場合は次ステップには進まず、次のフレーム画像に進む.

**STEP 2** : 子どもの顔が存在していた場合、視線角度, 顔の向きを取得する. 視線角度においては、顔の向きが視線角度と逆方向に大きく傾いていると、精度の低下を招く. 読み聞かせ中の子どもは常に正面を向いているわけではなく、この問題によって、正しく視点座標が算出できなくなる. 従って、顔の向きと視線角度を比較し、同一方向でなかった場合には視線角度から顔の向きを取り除いた角度を視線角度とする.

**STEP 3** : Kinect の視線と Kinect に映る顔がなす垂直方向の角度  $\theta_1$  (rad) を、Kinect の垂直視野  $43^\circ$  を利用して算出する (図 13).

算出方法は、以下の通りである<sup>\*1</sup>. Kinect の解像度の縦要素  $480\text{pixel}$  のどこの位置に顔があるかを骨格情報を基に算出する. 顔の位置は頭と首の骨格座標の中心 ( $y=240$ ) とする (図 12). 画面中央からの顔の垂直距離 (pixel) を算出する. Kinect の垂直視野

\*1 画像の座標は、左上が (0,0) であることに注意.

43°なので、1°あたり  $480 \div 43(\text{pixel})$  変化する。これから Kinect の視線と Kinect に映る顔がなす垂直方向の角度を算出し、ラジアンに変換する。Kinect で取得する顔の  $y$  座標 ( $\text{pixel}$ ) を  $K.y$  とすると、以下の式で角度  $\theta_1(\text{rad})$  は表される。

$$\theta_1 = \frac{K.y - 240}{43} \times 480 \times \pi / 180 \quad (1)$$

同様の方法で、WEB カメラの視線と顔がなす垂直方向の角度  $\theta_2[\text{rad}]$  を WEB カメラの垂直視野  $44^\circ$  を利用して算出する (13)。WEB カメラで取得する顔の  $y$  座標 ( $\text{pixel}$ ) を  $W.y$  とすると、以下の式で表される。

$$\theta_2 = \frac{W.y - 240}{44} \times 480 \times \pi / 180 \quad (2)$$

同様の方法で、WEB カメラの視線と顔がなす水平方向の角度  $\theta_3[\text{rad}]$  を Kinect の水平視野  $60^\circ$  を利用して算出する (図 14)。WEB カメラで取得する顔の  $x$  座標 ( $\text{pixel}$ ) を  $W.x$  とすると、以下の式で表される。

$$\theta_3 = \frac{W.x - 320}{60} \times 640 \times \pi / 180 \quad (3)$$

**STEP4** Kinect の距離情報を基に、顔とディスプレイ間の距離  $D[\text{mm}]$  を算出する (図 13)。Kinect の傾き ( $\text{rad}$ ) を  $\gamma$ 、Kinect で取得する顔までの距離 ( $\text{mm}$ ) を  $k$ 、WEB カメラと Kinect 間の水平距離 ( $\text{mm}$ ) を  $a$ 、とすると、以下の式で表される。

$$D = k \times \cos(\gamma + \theta_1) - a \quad (4)$$

**STEP5** これまでのステップで取得した補正した視線角度及び距離を用いて、子どもがディスプレイのどの座標 ( $X, Y$ ) を注視しているかを算出する。垂直方向の視線角度 ( $\text{rad}$ ) を  $\alpha$ 、水平方向の視線角度 ( $\text{rad}$ ) を  $\beta$  とすると、以下の式で表される。但し、0.25 は距離を  $\text{pixel}$  数に変換する係数である。

$$X = D \times (\tan(\beta + \theta_3) - \tan(\theta_3)) / 0.25 + 960 \quad (5)$$

$$Y = D \times (\tan(\theta_2 + \tan(\alpha - \theta_2)) / 0.25 \quad (6)$$

尚、本提案システムでは、OAKO Vision の笑顔度抽出機能を用いて、フレームごとに子ども全員の笑顔度を抽出している。OAKO Vision は  $100 \sim 0$  の数値で、笑顔度を出力しているが、本稿では詳細は省略する。

### 4.3 デジタル絵本表示アプリケーション

本節では GUI インタフェースについて述べる。インタフェースでは読み聞かせ中の子どもの視点、注視時間、笑顔度、動作、よそ見した時間を表示する。センシングデータは約

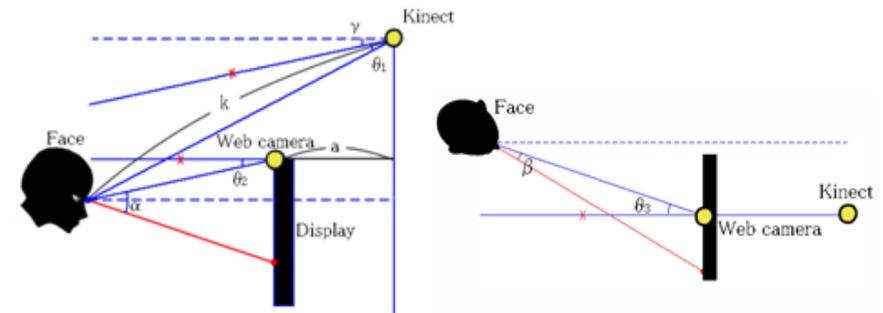


図 13 視線推定 (垂直方向)

図 14 視線推定 (水平方向)

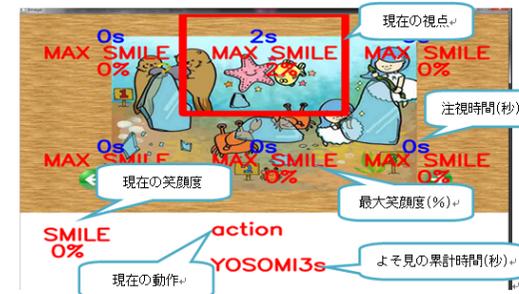


図 15 GUI インタフェース

8fps で変化していく。開発した GUI を図 15 に示す。

話し手はインタフェースを見ることで、読み聞かせ時の子どもの反応を確認できる。視点は 6 等分されている。これは、OKAO Vision で取得した視線角度の誤差が  $\pm 5$  度あることを考慮したものである。この 6 等分された視点を見ることで話し手は子どもが現在どこを見ているのかが確認できる。また、注視時間が表示されているので、子どもが特定の場所をどの程度眺めているかが確認できる。さらに、各視点の最大笑顔度を表示しているので子どもがどこを見てよく笑ったかの確認ができる。

図 2 はデジタル絵本の絵本パートとドリルパートである。メインストーリーとなる絵本パートを読み、話し手が子どもの興味を持った部分に対応したドリルパートにジャンプする。ジャンプの判断は、話し手に任せられる。特に、今回、メインストーリーに登場する「キャラ」がそれぞれの場所からのリンク先のドリルパートで重要な役割を果たすように設計されている。図 2 では、同じ「お魚さん」がドリルを誘導している。これにより、子ども

表 3 評価実験の諸元

	A 幼稚園 (2011 年 12 月 27 日)
話し手	絵本パート: 自動ナレーション, ドリルパート: 保育者養成校の教員
対象	5 歳児の幼児 5 名 1 名ずつ実験を行う
実験手順	(1) 絵本を 1 ページ読む, (2) 絵本のページに関する内容のドリルを解く 上記の (1) と (2) を絵本が終わるまで繰り返す
話の内容	絵本パート: 「シーグラス」5 ページ ドリルパート: 各絵本にページに関連するドリル 1 問 計 5 問
興味の確認	読み聞かせ終了後に子どもにアンケート

表 4 実験に選択したドリル (各ページ 1 個)

ページ番号	種別	選択ドリル
絵本 1 ページ	推理	キャラが登場しないため, 描かれた建物を使ったドリル
絵本 2 ページ	推理	登場キャラ「魚」を用いたドリル
絵本 3 ページ	比較	多数のキャラが登場するため, 多数のキャラを含むドリル
絵本 4 ページ	数量	登場キャラ「イルカ」を用いたドリル
絵本 5 ページ	推理	登場キャラは使用済みなので, シーグラスについてのドリル

が興味を持ったキャラに関係したドリルを受けるように, 自然に話し手は誘導できる。

## 5. 評価実験

本提案システムの効果を評価するため, A 幼稚園で保育者養成校の教員 1 名と子ども 5 名に協力して頂き, 興味度抽出機能を持つマルチストーリー型デジタル絵本の読み聞かせ実験を実施した。事後, 提案システムの効果を確認するために教員にヒアリング, 及び子どもに対するヒアリングを行った。1) 子どもが興味をもった絵本ページとドリル 2) フィードバック機能を利用した話し手の感想等である。表 3 は実施した評価実験内容である。

### 5.1 ヒアリング (話し手・子ども)

子どもがどのページとどのドリルに興味を持ったかを確認するため, 読み聞かせ終了後, 子どもに以下のアンケートを実施した。

- (1) すべてのページを提示する。
- (2) その中で 1 番好きなページを選んでもらい, 感想を聞く。
- (3) 選択したページを取り除く。
- (4) (1)~(3) をすべてのページがなくなるまで繰り返す。

上記の方法で絵本ページとドリル両方について興味の順位を付けた。表 4 には評価に利用したドリルを示す。表 5 は子どもに行った絵本と関連ドリルの興味についての結果である。上記の結果より, 絵本ページと絵本ページに関連するドリルに対する子どもの興味の間には, 強い相関があった。しかし, 5 名中, 1 名はあきらかに相関が無い。この理由を明らかにするため, 読み聞かせ終了後, ストーリーをどの程度覚えているかの質問をした。表 6

表 5 子どもの興味についての実験結果

被験者	Page#	絵本に対する興味の順位	関連ドリルに対する興味の順位	相関係数
A	1	3	4	0.7
	2	5	5	
	3	4	2	
	4	1	1	
	5	2	3	
B	1	4	3	0.9
	2	5	5	
	3	2	2	
	4	1	1	
	5	3	4	
C	1	4	4	1
	2	5	5	
	3	1	1	
	4	2	2	
	5	3	3	
D	1	1	2	0.5
	2	4	4	
	3	2	1	
	4	3	5	
	5	5	3	
E	1	5	1	-0.4
	2	4	5	
	3	3	2	
	4	1	4	
	5	2	3	

表 6 お話内容の振り返り

子ども	絵本ページ	理解度	子どもの発言 (カッコ内はこちからの誘導である)	分析結果
B (0.9)	page 1	△	「ビンの話 (で終わり)」	絵本の絵から理解できる範囲で回答。ストーリーは覚えていない。
	page 2	△	(お魚さんが怪我した。ピンは?) 「割れたピンがささった」	
	page 3	△	(これなに。ピン?) 「丸くなった」	
	page 4	×	(イルカさんなにやっつてのかな) 「忘れた」	
	page 5	△	(女のっ子は何やっつているの) 「電気にした」	
D (0.5)	page 1	○	「男の子がピンを落として割れて, シーグラスになった」	ストーリーの前半は覚えていたが, 後半は覚えていない
	page 2	△	(お魚さんこまっつた?) 「ピンのとげがあたったから」	
	page 3	×	「(無回答)」	
	page 4	×	(破片どうなった?) 「丸くした」	
	page 5	×	(女の子は何しているの?) 「わからなかった」	
E (-0.4)	page 1	○	「海のビンのガラスが割れた。」	誘導なしで, ストーリーを深く理解した上で感想を言っている
	page 2	○	「お魚さんが怪我した。病院屋さんにお魚いる。」	
	page 3	○	「ガラスを削る。あぶないから。」	
	page 4	○	「郵便配達」	
	page 5	○	「シーグラスで懐中電灯みたいに光る。」	

に示す。B,D の子どもは, 完全にはストーリーを理解, あるいは記憶していない。それに対して, 子ども E は, 絵本のキャラよりもストーリーに注目していた。ドリルの印象が, キャラに偏っている子どもは, 本体のストーリーを十分には理解していない。しかし, ここまで, メインストーリー上のキャラの好みと, ドリルに出現したキャラの好みとが相関しているとすれば, A~D の子どもは, 絵本よりもキャラを楽しんでいた可能性さえ示唆される。

話し手へのヒアリング結果を表 7 に示す。話し手は「子どもの視線」に強い印象を受けている。話し手が視線を認識できることによる「気づき」が印象として大きかった。本評価実験では, 市販絵本の著作権に配慮し, 絵本メインストーリーの絵本には学生による独自創作を用いている。実験条件をそろえるために, 文字部分を事前に録音したことの影響も考えられる。一方, 動作, 笑顔度などの情報のリアルタイム表示には否定的である。

### 5.2 動作・笑顔度に関する追加実験

否定的な結果であった動作, 笑顔度などは, 著者らの従来研究では, 読み聞かせ後の振り

表 7 フィードバック機能についての感想

話し手の意見
横から子どもだけを見ていても、画面の何処をみているのかが意外と確認できない。
画面のどのあたりを見ているのかが表示されると、「今はここに集中しているのだな」と改めて認識できた。
子どもが音声に合わせてストーリーを見ていることに気づいた。
動作、笑顔度などの情報が表示されているが、どう利用していいのかが分からなかった。

表 8 追加実験の結果

本の題目	笑顔度の平均	胴の x 座標 標準偏差 [mm]	胴の y 座標 標準偏差 [mm]	胴の z 座標 標準偏差 [mm]	子どもの興味
おまたせクッキー	5.4	18.0	8.3	60.3	大
バムとケロのもりのこや	2.6	18.6	15.6	66.6	小

返りには資するとしている<sup>1)</sup>。そこで、追加実験として親子 1 組に紙の絵本「おまたせクッキー」と絵本「バムとケロのもりのこや」の読み聞かせをお願いし、興味と笑顔・動作の間に関連があるかを確認した。読み聞かせ後、アンケートでどちらの絵本に興味があったかを調査した。結果を表 8 に示す。

表 8 は読み聞かせ時の子どもの笑顔度の平均と Kinect で取得した胴の座標の標準偏差をまとめたものである。Kinect の x 座標の標準偏差は主に子どもの体の横揺れ、y 座標の標準偏差は姿勢を正す、z 座標の標準偏差は体の前後の揺れの影響を大きく受ける。これらの動作は、従来研究では読み聞かせにおける消極的行動と報告されている。また、笑顔度は、読み聞かせにおける積極的行動と報告されている。

この観点から表 8 の結果を見ると、子どもの興味が大きい「おまたせクッキー」では、子どもの興味が小さい「バムとケロのもりのこや」より積極的行動である笑顔度の平均が高い。また、消極的行動は、「バムとケロのもりのこや」の方が高い結果になっている。

動作や笑顔はリアルタイムでは効果がなかったが、絵本を 1 冊通した場合は絵本トータルの興味の測定に使用できる。従って、今後はこのデータをリアルタイムに取得・蓄積することで、自動的に子どもが興味を持ちそうな絵本の選定が可能になると考えられる。

## 6. 結 言

本稿では、興味度の自動抽出機能を持つ、マルチストーリー型デジタル絵本「絵本ドリル」を提案した。具体的には、WEB カメラ及び Kinect を用いて読み聞かせ中の子どもの視線や笑顔、体の動作を計測し、それらをリアルタイムで話し手にフィードバックする。話し手は、フィードバック情報を参考にして、サブストーリー（ドリル）にジャンプして再び戻ることができる。プロトタイプシステムを構築し、話し手 1 名と子ども 5 名による社会

実験を実施した。この結果、リアルタイム視線表示は、読み手に新たな気付きをもたらすことを確認できた。また、ストーリーに「入りこめていない」子どもでも、キャラには強く惹かれることも確認できた。「入りこめない」からキャラに注意が行っているのか、キャラに走って内容に興味が無いのかは確定できない。しかし、「入りこめない」子どもに、絵本への理解を深めてもらうためには、キャラは有望な「とっかかり」であろう。また、話し手は、メインストーリーとサブストーリーの相互作用によるメインストーリーへの理解の深まりを感じていた様である。マルチストーリー型絵本は、デジタルでしか実現できない。今後も、キャラを媒介とするマルチストーリー型絵本の発展を期したい。

## 謝 辞

評価実験に協力頂いた A 幼稚園の先生方に厚く御礼申し上げます。また、顔センシング技術 OKAO Vision の使用許諾を頂いたオムロン株式会社に感謝の意を表します。更に、絵本の制作を担当してくれた、同志社大学文学部の学生さん達に深謝いたします。

## 参 考 文 献

- 湯川和秀 et. al, “電子書籍を用いた興味度判定サービス提供手法”, 第 1 回コンシューマ・デバイス&システム (CDS) 研究会トランザクション論文誌 Vol.1, No.1, pp.12-21, 2011 年 12 月
- 国際デジタル絵本学会. <http://www.e-hon.jp/>
- 中央教育審議会, “早期教育の現状と問題点”, 第 11 回審議会, 1998 年
- 須森りか, “早期教育が幼児の発達に与える影響と今後の在り方”, 1999 年
- 上野康治, 金田重郎, “絵本読み聞かせとポストモダン社会”, 2011 年度・人工知能学会・全国大会, 1H2-OS1-8, 2011 年 6 月
- Z 会幼児コース「ぺあぜっと」: <http://www.zkai.co.jp/pre/summary/point4.html>
- こどもちゃれんじ: <http://www.shimajiro.co.jp/>
- 松岡享子, えほんのせかい こどものせかい: 日本エディタースクール出版部, 1987 年
- ディテクト社, モニタ専用視線入力システム QG-PLUS: <http://www.ditect.co.jp/>
- Microsoft. Kinect - Xbox.com. <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>
- 中村薫, KINECT センサープログラミング: 秀和システム株式会社, 2011 年
- OpenNI. <http://75.98.78.94/default.aspx>
- 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.
- 上坂和也 et. al, “集中度自動表示機能を持つ「読み聞かせ」振り返り支援システムの構築と評価”, 情報処理学会技術研究報告, 情報システムと社会環境 (SIG-IS), 2011 年 3 月