

パズル型認識による 三次元グラフィクス辞書システムの開発

星野博雅† 藤本貴之†

近年、様々な電子辞書が登場し、広く普及している。しかし、電子辞書は多くの課題を抱えているのが現状であり、その利用に否定的な層も少なくない。本論文では、それら問題を解決するため、拡張現実感技術を利用した3DCG辞書システムを提案する。また、本研究で実装したシステムでは、認識装置として、パズル型マーカーを提案し、そのプロトタイプを開発した。

Development of Puzzle type 3DCG dictionary system

Masahiro Hoshino† Takayuki Fujimoto†

Recently, various electronic dictionaries have appeared. However, electronic dictionaries have a lot of problems. In this paper, we propose 3DCG dictionary system using the Augmented Reality technology. In this system, we developed the puzzle type marker as a recognition device.

1. はじめに

1.1 研究概要

近年、電子辞書の性能が向上し、これまでの「書籍の辞書」に比べ、「電子辞書」は多くの情報をより手軽に持ち運び出来るようになった。それにより、電子辞書は今日では、学生から年配者に至るまで幅広い層に利用され、とりわけ学生やビジネスマンにとっては必需品となっている。近年では、単に辞書機能だけではなく、四字熟語やことわざ、冠婚葬祭の常識やビジネスマナーまで多くの情報を満載している辞書も存在する。

また電子辞書の性能の向上により最近の高校などでは教室で使っている辞書が全て電子辞書という場合もめずらしくない。その一方で、書籍型の辞書を推奨し「電子辞書禁止」という学校もある。

そのような電子辞書が発展・普及し、安価化してきた現在でも、「電子辞書」の利用に否定的な層は少なくない。

そのような現象の背景には様々な理由が考えられるが、特に「電子辞書の検索・閲覧手法が、辞書本来の検索・閲覧特性には適していない」ということが考えられる。

すなわち、辞書というツールは、従来型の「書籍」という形で利用することに最適化されていると考えられているからである。

例えば、辞書の膨大な情報は、検索され、小さいウィンドウや小さなディスプレイ上に局所的に表示されて閲覧するには適していない。

ストーリーやページの流れを追うわけではない「辞書」は、むしろ「本の見開き」として閲覧する従来の書籍として利用の方が視認性が高く、キーワード間移動も容易である。

イラストなどが併記された辞書も多いが、電子辞書の場合は、書籍辞書の様に効率的にレイアウトされた誌面を容易に見開くのではなく、画面の切り替えやスクロールといった作業を要する。

もちろん、動画や音声など、表現性の高い仕掛けは組み込まれており、検索性も高くなっているが、辞書が本来もっている直感的な利用を阻んでしまっている面も否定できない。

そのような点が、電子辞書への忌避感に繋がっていると言える。しかしながら、電子辞書は、その情報の記憶容量や検索性の高さなど、有用性は高い。そこで本研究では、電子辞書の持つメリットとデメリットを、拡張現実感技術を用いることで架橋することを目的とする。

† 東洋大学工学部コンピュータショナル工学科
Dep.of Computational Science and Engineering
Toyo University

2. 背景

2.1 書籍型辞書と電子辞書の利点と問題点

本節では、従来の書籍型辞書と電子辞書の利点および問題点について述べる。

2.1.1 書籍型辞書の利点

〔1〕一覧性

見開きにより目に入ってくる情報量が電子辞書よりも多く、そのため、求める語句や用例の周辺にある情報に目が行く可能性が高い。それがきっかけとなり、辞書としての効果が多方面に広がっていく可能性も高い。

〔2〕メッセージ性

書籍型辞書では活字のフォントサイズや選択書籍、色分けやイラスト・図版など、利用者にとっての利便性を追求した工夫が様々に施されている。これは利用者にとって記載されている情報が読みやすく覚えやすかったりする。そのほかにもどの情報が優先かなども知ることができる。

〔3〕書込みが可能

書籍型の辞書の利点の中でも電子辞書と比べて一番の利点であると考えられる。単語を調べ、重要だと思う箇所に下線を施したり、色付けをしたり、関連情報を書込んだりすることができる。利用者が手を加えることが出来るため単語の記憶定着に繋がる可能性が高い。

〔4〕綴り字の定着性

書籍型の辞書は目的の語の訳語を見ようとする場合、その語の綴りを一文字ずつ確認しながら引くか、記憶を頼りに引くことになるが、それゆえに、英単語などの綴りが視覚を通して記憶に残る可能性が高いと考えられる。

〔5〕時間の無制限性

電子辞書は電池利用のため、学生などで長期間利用する場合は電池切れの恐れを考慮に入れておかなければならない。これに対して、書籍型の辞書の場合には、そういう心配は全くないため、無制限に利用できる。

2.1.2 書籍型辞書の問題点

〔1〕携帯性

一冊に何百ページもあるため重量があり、複数の辞書を持ち運ぶのは面倒である。

〔2〕検索速度

電子辞書に比べ文字を引くことに慣れていないと、自分の知りたい情報にたどり着くまでに時間が掛かる。

〔3〕不慣れであるためのストレス

英語の苦手な生徒・学生の場合、目的の語の情報にたどり着くまでに時間がかかるため、面倒に思え辞書を引く行為自体をストレスと感じる者もいる。この点、電子辞書だと、検索も早く利用者には便利に感じられる可能性もある。

2.1.3 電子辞書の利点

〔1〕携帯性

書籍型の辞書に比べ電子辞書は平均200～300gであり鞆に入れても嵩張らないため多くの情報を手軽に持ち運ぶことができる。また時代が進むにつれ、さらに軽くなります持ち運びがしやすくなっている。

〔2〕大情報量収録

現在の電子辞書はひとつの電子辞書にひとつの辞書というわけではなく、ひとつの電子辞書に多くの辞書が収録されている。例えば英和辞書、和英辞書、英英辞書、国語辞書など一般的なものを収録しているものの他に、イタリア語、フランス語、中国語などの外国語を特化したものや、大学受験特化型として英単語集や英熟語集また古語辞典や日本史・世界史事典を収録したものも存在する。中には生活の中で役立つ冠婚葬祭の常識やビジネスマナーを収録している辞書もある。これらは利用者が自分にあっているものを選択することが必要なものとなってきている。

〔3〕例文検索

書籍型の辞書では一つの単語に使用できる幅に限界があるため例文も載せられるのは一つか二つである。しかし電子辞書では一つの単語に多くのページを使用できるため例文もいくつも載せることができる。

〔4〕発音再生

デジタルオーディオプレイヤーを搭載している辞書もあり英語の発音などのリスニング学習をすることも可能な機種がある。書籍型辞書では不可能なイントネーションを耳で確認することが出来、よりネイティブな実践向けの英語学習も可能である。

〔5〕ジャンプ・サーチ連携機能

単語と単語の間を架橋できるためひとつの単語に関連して様々な単語を調べることができる。そうすることで関連付けて記憶することも可能である。

〔6〕検索速度

外国人との会話中でも、咄嗟に引くことが可能なほど検索することが出来る。特に、上級者が英文を読んだり、訳したりするに際して、スピードを要求されるような場合は、電子辞書は書籍型の辞書に比べ大きな威力を発揮する。

〔7〕検索が便利

綴りをしっかり覚えていないや、間違っ覚えていたとしても候補を挙げてくれるので正しく検索することが出来る。

〔8〕検索履歴閲覧が可能

過去に検索した履歴が確認でき、反復学習することが可能である。

2.1.4 電子辞書の問題点

[1] 電池切れ

電子辞書は電池で動いている場合が多いため、電池の残量がなくなった場合バッテリーの交換などをしなければならず、手間がかかる。

[2] 故障

落下など強い衝撃を与えた場合壊れてしまう可能性がある。

[3] 情報量目測可能性

スクロールしたり特定機能のボタンを押したりしない限り広範囲を参照できない。

[4] 綴り字の定着性が強固ではない

電子辞書には検索の補助のため様々な機能が搭載されている。しかし逆に便利すぎるため目指す語義がわかれば、ほかの情報までは読まない利用者も多い。理由としては、画面のスクロールや、用例など多くの情報が収録されているが別表示しなければならないことが面倒に感じられるという点も考えられる。

また電子辞書の場合、綴りに自信がなくても、候補の語を示してくれて便利であるが、それゆえに、視覚を通して、単語を記憶に留めようという意識を利用者に起こさせないかも知れない。

2.2 電子辞書否定的な層の考え

電子辞書が発展・普及し、安価化してきた現在でも、「電子辞書」の利用に否定的な層は少なくない。

なぜ電子辞書が発展・普及、安価化してもなお電子辞書の利用に否定的なのか。それには様々な理由が考えられる。

- 1) 紙の辞書の方がひく過程で単語が頭に残りやすい。
- 2) 紙の辞書の方が一つの単語についての記述が一度に見やすく、付随する知識も多く学べる。
- 3) 電子辞書は図表など一部内容が省略されているが、紙の辞書にはすべてが載っている。
- 4) 紙の辞書なら書き込むことができる。

また紙という媒体が大きな影響があるのではないかと考える。

どうしても電子辞書などの機械類はどこか冷たさを感じるという人もいる。それに比べ紙の場合は紙の質感や手触りなどのから温かさを感じる。それはもともと紙とい

う媒体が持つ良さなのではないのだろうか。

コストやデータ容量などの面から考えても時代はどんどんペーパーレス化している。その煽りは辞書においても例外ではなく電子辞書が誕生した。しかし現在も書籍型辞書の愛用者が多いのは、紙という媒体がもつ温かさ、温もりこそ紙である大きな利点であるからだと考える。

また電子辞書と書籍型の辞書を使う側の立場から比較した研究はかなり進んでいる。探している語義に至る時間はどちらが早いことや、1週間後に語の意味が記憶に残りやすいのはどちらかといった実験が日々行なわれている。

しかし電子辞書と書籍型の辞書との差が明確でない、相反する結果が報告されるなど、決定的な効果の違いは不透明なのが実情である。

その理由として、

- 1) 同一の学習者を使って長期にわたる実験がしづらい
- 2) 学習者の学習要因を統制することが難しい
- 3) 実験に用いる電子辞書の機能・操作方法について慣れ親しんでいない

などが指摘されている。従って、確固たる結論を出すにはもう少ししばらく時間が必要とされている。

それにより科学的にも証明がされていないため人それぞれの感じ方によりどちらがより勉学の補助として有益なのかを判断されることが否定的な層が少なくない理由ではないかと考えられる。

3. 拡張現実感 (AR)

3.1 拡張現実感 (AR) について

ARとはAugmentedRealityの略であり、拡張現実感技術を意味する。

現実環境にコンピュータを用いて情報を付加提示する技術、また付加提示された環境を指す。そもそもAR自体は、コンピュータ・グラフィックス(CG)技術の一つであるVR(virtual reality:人工現実感)の応用として登場した。

その研究の歴史は長く、1960年代にアメリカ・MITのコンピュータ研究者 Ivan Sutherlandが発表した「The Ultimate Display」というヘッドマウントディスプレイがそのはじまりだと言われている。

AR研究の初期の著名な例では、1993年にコロンビア大学で「KARMA」と呼ばれるARを利用したシステムが開発された。これは、超音波センサを使ってヘッドマウントディスプレイにレーザープリンタの内部機構を表示し、プリンタの保守作業をサポート

するシステムである。

しかしながら、あまり位置合わせ精度はよくなく、保守的な利用はされず、利用者の視点位置からシースルー眼鏡をかけてARを体験させた初めてのシステムとして、歴史に残った。

ARは今後、ますます当たり前のもので家電化してゆくと考えられる。今後は、様々な機器に応用されユーザーインターフェース設計の中核となると考えられている。

3.2 ARシステムの実装手法

本研究では、ARシステムの実装のために、C言語ライブラリである「ARToolkit」を利用した。ARToolkitは計算機に接続したWEBカメラが、現実の環境に用意されたマーカーを認識することで、位置情報などを把握して三次元グラフィックス画像を重ね合わせて表示することが出来るARシステムを製作するにあたり重要なライブラリである。(図1)ARToolkitで用いるマーカー(図2)には「黒い正方形の太枠の中にモノクロもしくはカラーの図案があるもの」という制約条件がある。この条件から大きく逸脱する場合は正確に認識ができなくなってしまうので注意が必要である。

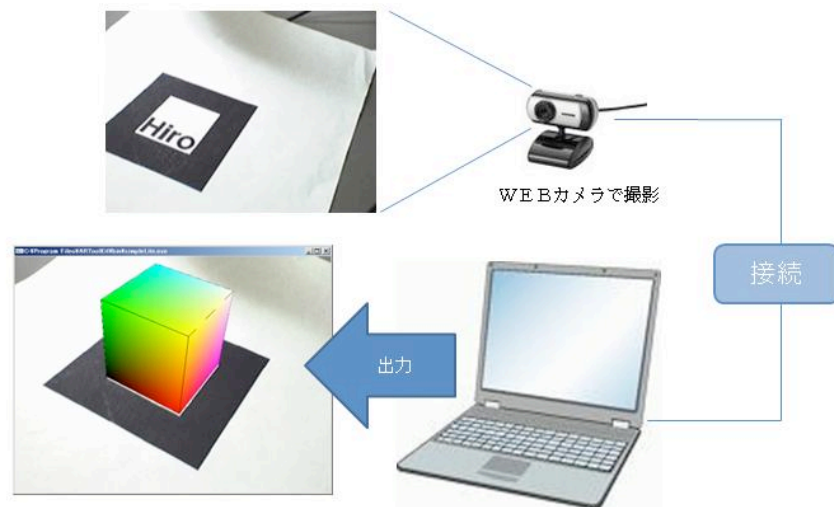


図1 ARシステム構成図

マーカーの黒枠の太さについて、ARToolKitのマーカーのパターンは上記の「黒い正方形の太枠の中にモノクロもしくはカラーの図案があるもの」という制約条件の他にも、黒枠部分とコード部分の大きさに暗黙的な条件が存在する。それはソースコード上では「黒枠：白コード領域：黒枠」の比が「1：2：1」になることを前提にしていることである(図2)。

コード認識処理の部分でその条件を前提に、コード領域を正規化して認識しているので、この条件から極端に離れたデザインになっていると認識がうまくいかない可能性がある。そのためマーカーを作成する際は「付属のブランクマーカーをベースに作る」ということになっている。

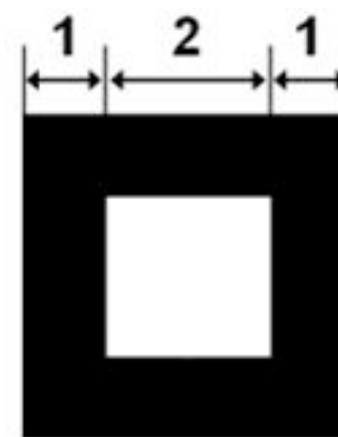


図2 黒枠部分とコード部分の大きさに暗黙的な条件

4. システムの概要

4.1 三次元グラフィックスを利用した辞書システム

本論文では、電子辞書のメリットである「検索性の高さ／情報量の多さ／表現性の高さ」を活かしつつ、デメリットである視認性／直感性の低さを、拡張現実感技術を用いて補完するシステムについて述べる。

本研究では、辞書の検索用語をオリジナルの検索用パズル型マーカーで示し、WEB

カメラを用いて撮影することで現実の環境に仮想オブジェクトを重ね合わせて出力する。

三次元グラフィックスの映像と合わせることで、辞書に記載されている情報の視認性・直感性を高め、その理解を助けるシステムを提案する。

5.2 検索用パズル型マーカー

提案する検索用パズル型マーカーについて述べる。

「検索用パズル型マーカー」とは、認識用のマーカーの領域を示す黒い正方形の太枠カードと、その内側にはめこむ文字カードによって構成されている。

内側にはめこむ文字カードは五十音の「あ」から「ん」、アルファベットの「A」～「Z」の26文字を用意しているため、理論的には、辞書が持つほとんど全ての「収録語」を表現することができる。

パズル型マーカーでは、認識用の黒枠カード内に、検索用文字カードをパズルのように、順番を組み換え、単語・検索語を作り、使用する。

現在のプロトタイプシステムでは、簡単のため、検索できる文字を三文字までとし、検索ワードを右詰め配置に限定しているなど様々な制約条件が存在する。

しかし、五十音あるいはアルファベット等、画像として識別させることができれば、基本的には、あらゆる用語を表現することができる。

5.3 システムのメカニズムデザイン

本システムでは、まず作成したプログラムを起動させる。起動画面でカメラの形式等を決める。

次に検索したい「キーワード（検索語）」を、実世界上において、「検索用パズル型マーカー」を用いて示す。それをWEBカメラで認識させると、システム側で、三次元グラフィックスで表現された仮想オブジェクトをディスプレイ上に出力する。

例えば「かめら」と検索したい場合は、「検索用パズル型マーカー」を用いて、認識用の太枠カード内に検索用文字パズルの「か」と「め」と「ら」を「かめら」と読めるように順番にはめ込み、検索語を完成させる。（図3）

この模様はリアルタイム映像としてWEBカメラを介して計算機に読み込まれ、認識される。

これにより、マーカーを認識し、実世界上に置かれた「検索用パズル型マーカー」上に文字パズルで作成した文字に適した仮想オブジェクトと説明文が、現実環境の画面に融合された形で三次元グラフィックスとして追加されディスプレイに出力される（図4）。

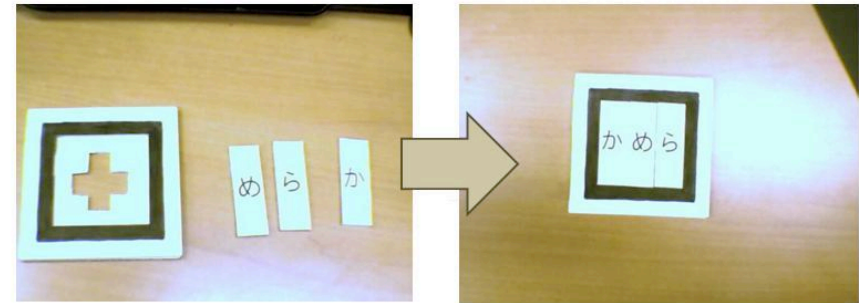


図3 マーカーの検索用語の作成



図4 本システムの出力例

本システムは辞書が持つ検索キーワードを構成するための文字カードを現実環境に置き、表示される「意味」を三次元グラフィックスによる仮想オブジェクトとして表現する。

これら2つの要素を融合させることで文字を操作するという直感性を持たせつつ、電子辞書や計算機が持つ高い表現性を利用した新しい辞書表現を実現させることができる。

辞書の用語検索を、仮想オブジェクトで表示することで、文字や絵だけでは伝えきれない多くの情報を提示することが出来る。

例えば、文字だけの表記では、動物の仕草や振る舞いなどは実際にはどのような状態であるのかなど、十分に把握・理解することができない。また、通常のイラストでは裏面や背面あるいは厚みなども見ることができない。

それは使用するユーザーがどれほどその動物を知っているかに左右されるからである。

それに対し、本システムでは、仮想オブジェクトとして三次元グラフィックスで検索語を追加して提示することで、より詳細に表現し、理解を促すことができる。

三次元グラフィックスによる表現の追加は、文字や平面画像では把握しづらい部分を補完するだけでなく、自分の確認したい360度のあらゆる方向から閲覧することができるなど、有用性も極めて高いと言える。

6. 被験者実験

6.1 実験概要

これまで述べてきた辞書システムについて、一般的な大学生20人を対象に評価実験を行った。調査方法としては本研究で製作した「パズル型認識による三次元グラフィックス辞書システム」を実際に被験者に体験してもらい、選択式によるアンケート調査を行った。

質問項目は、「① 面白みの有無」、「② 有用性の有無」、「③ 三次元グラフィックスの効果の有無」、「④ 直感性の有無」の4件である。質問の1から4までに関しては5段階で評価してもらい、その他、任意の自由記述式で「意見・感想」にも答えてもらい、今後の参考とした。

6.2 実験結果

前節にて説明を行なった被験者実験の結果を以下の表1に示す。

(1) 本システムの「面白さ」「アミューズメント性」の有無				
はい	ややはい	どちらともいえない	ややいいえ	いいえ
11人	6人	1人	2人	0人
(2) 辞書への三次元グラフィックス追加による有用性の有無				
4人	8人	4人	2人	2人
(3) 三次元グラフィックスの追加は辞書理解の補助として効果的か				
5人	7人	2人	4人	2人
(4) 三次元グラフィックスと文章の同時出力は直感的か				
7人	6人	1人	5人	1人

表1 アンケートの結果

6.3 考察

今回の被験者実験の「面白みの有無」という項目では過半数以上が「はい」感じたと答えが得られたためエンターテインメント性は高かったと考えられる。

また「辞書への三次元グラフィックス追加による有用性の有無」という設問では「はい」・「ややはい」という回答が過半数以上であったため三次元グラフィックスを利用した理解の補助は効果的であると考えられる。

これら二つの設問によりエンターテインメント性の高さから被験者に対して興味・関心を抱かせることが出来、理解の補助などの学習に対しても効果的な結果を得ることが出来たと考えられるため、子供の理系離れが騒がれる昨今には数学や理科などの学習補助としての起用も効果的であると考えられる。

また「三次元グラフィックスと文章の同時出力は直感的か」という設問に関しては「はい」・「ややはい」という回答が過半数以上であったため今回の研究目的である情報の直感的利用も出来たと証明することができた。

意見・感想の中で最も多かったのは「辞書より図鑑の方に向いている」といった意見であった。辞書より図鑑の方がイラストや写真の重要性が高く、三次元グラフィックスによる視認性の高さや理解の補助は図鑑向きであり「辞書に三次元グラフィックスの表示を追加することに有用性はあるか」という設問で「はい」・「ややはい」という回答も過半数以上であることを合わせて考えると三次元グラフィックスの融合した図鑑に利用も今後の可能性として大いに考えられる。

7. まとめ

7.1 まとめと課題

本論文で提出した辞書システムは、電子辞書の持つメリットとデメリットを三次元グラフィックスによる仮想オブジェクトを融合させることで架橋し、解決することを目的にしている。

単に表現性の高い辞書システムというだけではなく、本論文の表現性の高さは他の分野でも利用出来、利用範囲の広いものになっていると考えられる。

例えば乳幼児用の「知育玩具」としても利用できる。本論文の検索性パズル型マーカーは文字を一文字一文字確認しながらはめなければならない。

また情報を記憶する方法として、行動と結びつけて記憶するのは効果的であり、パズルをはめて情報を確認できる本システムは幼児用の知育玩具としても適している。またエンターテインメント性もあり楽しみながら学ぶことも出来る。

さらに仮想オブジェクトが出てくることで新鮮さも望める。よって文字を確認しながらはめて仮想オブジェクトを出力する本論文のシステムを利用して知育玩具を作成した場合、情報を記憶することに効果的なシステムを作成することが出来ると考えられる。また、マーカーを漢字の部首や偏やつくりなどにわけ作成することで漢字パズルとして同じように小学生などの学習支援システムとしても使用することも出来る。他にも小中学校における理科や技術家庭などでは単なるイラストや説明だけでは理解しづらい部分の説明をわかりやすくしかも詳細に示す視覚的教材や、数学などのイメージをしづら部分の補完ができると考えられる。

今後は、高齢者へのボケ防止の対策としても使用することが出来るのではないかと考える。

しかしながら現段階ではプロトタイプであるため多くの問題もある。

例えば現在は文字を画像として認識しているため「かめ」が「亀」なのか「瓶」なのか区別することは出来ない。

よって少なからず存在する辞書内の同音異義語をどのように判別・表示させるかなどが今後の課題なるため、いわゆる「曖昧さの回避」について、効果的な対処方法についても検討していきたい。

他には文字数の限定を解除すること、また一度に出力できる文字数にも限界があるため解決していきたい。また、単語と単語の間を架橋することができる、ジャンプ機能を付けたいと考えている。

例えば「いぬ」を検索したとする。表示された犬の説明の文字と犬の仮想オブジェクトとは別に種類やしぐさなどの別項目を設け、そこを選択し進むと種類の中に「柴犬」や「ゴールデンレトリバー」などの犬種が検索できるようにしたい。

仕草に進んだ場合「尻尾を振る」や「甘噛み」などの項目に進み仮想オブジェクト

がその行動をしてくれ、その動作にはどのような意味があるのかなどの説明文を表示したいと考えている。他にも様々な機能を付け充実したものにしていきたいと考えている。

参考文献

- [1] 今井 健一, 近藤 幹大, 都司 達夫, 寶珍 輝尚, 樋口 健“ユーザ定義可能な仮想電子辞書システム” 情報処理学会研究報告, 人文科学とコンピュータ研究会報告, 2002(52), 9-16
- [2] Wolfgang Höhl, “Interactive environments with open-source-software: 3D walkthroughs and augmented reality for architects with Blender 2.43, DART 3.0 and ARToolKit 2.72”, Springer, 2008
- [3] 横矢直和 “現実世界と仮想世界を融合する複合現実感技術 V 拡張現実感の具体例” システム制御情報学会, 50(8), 321-326, 2006
- [4] 谷尻豊寿 “拡張現実感技術を実現する ARToolkit プログラミングテクニック” カットシステム
- [5] 橋本直 “3D キャラクターが現実世界に誕生! ARToolkit 拡張現実感プログラミング入門!” ASCII