Vol.2021-CG-184 No.26
Vol.2021-DCC-29 No.26
Vol.2021-CVIM-227 No.26
2021/11/6

ライフスキル教育を目的とした靴の姿勢判定及びARを用いた情報提示の検討

廣川 七海[1,a)]　佐藤 周平[1,b)]

概要：小学校でライフスキル教育が取り入れられている．そのなかでも，身の回りの整理整頓は大切なスキルのひとつである．本研究では，玄関で靴を自発的に整頓してもらうための情報提示について検討する．床に配置した AR マーカーにより関心領域を特定し，ディープラーニングを用いて領域内の靴の姿勢を判定した．そして，その判定結果に応じた付加情報を実物体に重ね，画面上に表示することで，視覚的に姿勢の評価を示した．

キーワード：姿勢判定，AR，ディープラーニング

1. はじめに

全国の小学校では平成 30 年度から道徳科の授業が実施されている．平成 29 年に告示された学習指導要領 [1] では，「考える道徳」，「議論する道徳」への転換を図るために，多様で効果的な道徳教育の指導方法へと改善することなどが求められた．また，道徳性を養うことの意義について，児童自らが考え，理解できるようにすることが大切である，とされる．なお，道徳科の目標がライフスキル教育の指針に当てはまることは，すでに言及されている [2]．

ライフスキルとは「日常生活で生じる様々な問題や要求に対して，建設的かつ効果的に対処するために必要な能力」であると，WHO は定義している．そのための教育は「ライフスキル教育」と呼ばれ，その中でも，身の回りの整理整頓は大切なスキルのひとつである．履物をそろえると心もそろう，と言われるように，履物をそろえる行為は，日常生活で思いやりを持つ習慣をつけるために，意識して取り組まれることが多い．

本研究では，この玄関で靴を整頓する，というライフスキルを自発的に行えるよう教育することを目的とした情報提示システムの開発を行っている．画像認識により靴の置く場所や置き方が正しいかどうかを判定し，判定結果に基づいて AR 技術もしくはプロジェクションによりその評価を提示することで，視覚的にわかりやすくかつ興味を持って取り組めるような教育システムを目指す．本稿では実験の初期段階として，図 1 に示すようなシステムを構築し，靴の置き方の判定とその判定結果に基づく情報の提示を行った．まず，同一平面上に 4 つの AR マーカーを配置することで，靴を置くべき場所を決定する．その領域内に靴を置き，靴の直上に設置した web カメラで撮影する．撮影した画像からマーカーを検出し，4 点のマーカーの角の座標を結んだ四角形で切り取ることで，靴を置くべき領域のみが含まれる画像へ変換する．この切り取った画像に対して，ディープラーニングを用いて靴の姿勢を判定する．本稿では畳み込みニューラルネットワーク（CNN）により，靴の姿勢の学習と判定を行う．そして，判定結果に応じた評価を付加情報として実物体に重ねて画面上に表示することで，視覚的に評価を提示できるシステムとした．本稿で

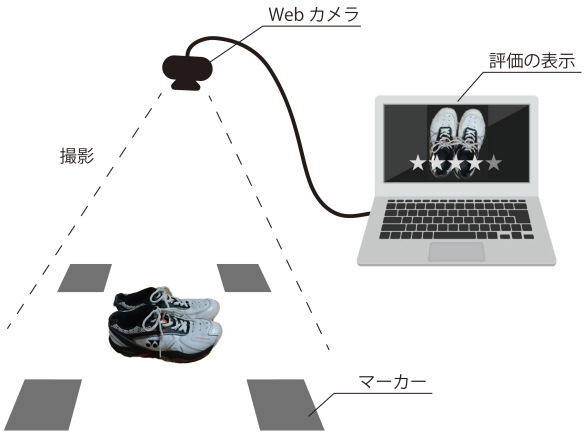


図 1: 本システムの概略図

1 富山大学
University of Toyama
a) s2179204@ems.u-toyama.ac.jp
b) ssato@eng.u-toyama.ac.jp

ⓒ 2021 Information Processing Society of Japan

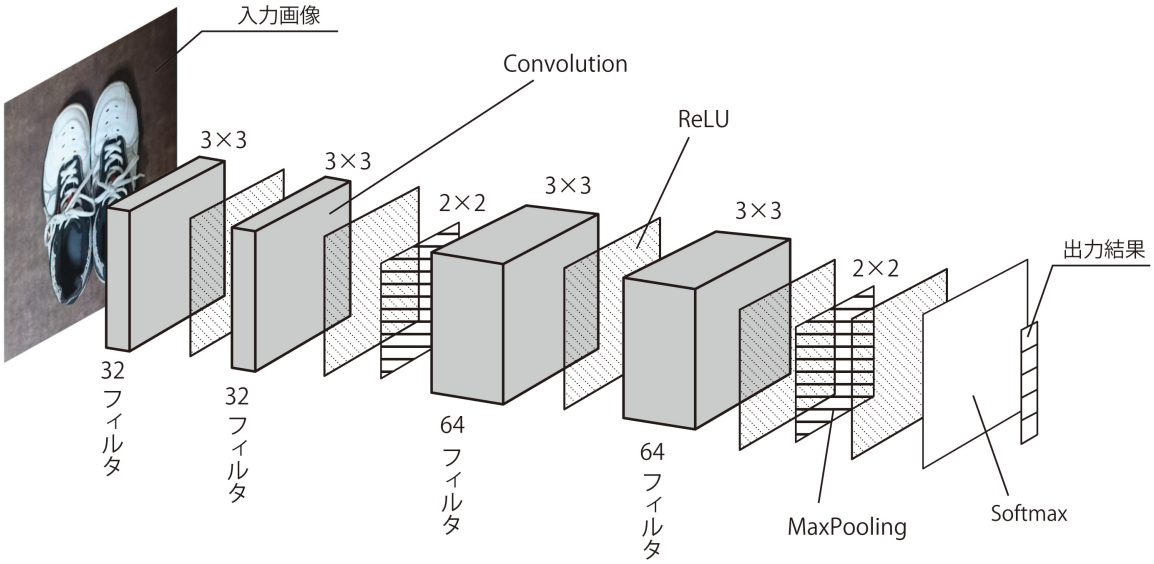


図 2: 本システムにおける畳み込みニューラルネットワークの構造

は，靴の姿勢を 3 種類に限定して実験を行った．

2. 先行事例

AI や画像認識，プロジェクションマッピングを用いて，実物体に情報を付加する研究が数多く発表されている．まず，AI デジタル顔はめパネル [3] は，従来の顔はめパネルに，AI による顔認識技術を導入し，利用者によって投影内容が変化する新しい観光プロモーション用のコンテンツである．次に，コンテンツの投影による教育用図形パズルの開発 [4] は，プレイヤーがテーブル上で実物の木製のタングラムを並べてパズルに正解すると，その状況をカメラで認識し，プロジェクタによってその図形に応じた映像コンテンツを投影する．これらは，認知効果の高いインタラクティブコンテンツの特性を活かして，認識結果に応じた映像を投影し，ユーザーの興味を引くアイデアである．

そして，実環境で映像表現をする研究として，Realization of 3D Aqua Hologram Augmented Reality of Robot fish[5] は，3D ホログラムの魚とロボットの魚を一緒に観て楽しむ展示で，センサーによってロボットの動きを記録し，水中で重ならないように，ホログラムの魚を投影する技術を提案している．また，TANGIBLE AUGMENTED REALITY[6] は，タンジブルユーザインタフェースと AR を組み合わせた技術である．実空間と仮想空間の隔たりをなくして，仮想のオブジェクトを実物体のように操作でき，対面で共同作業できる環境が提案されている．

既存の整列を促す仕掛けを 2 つ挙げる．くつおきシール [8] は，顔のイラストが描かれた靴型のステッカーで，子どもたちが自然と靴を重ねたくなるデザインである．また，レジ前などで見かける足跡マークは，説明がなくても整列して立ち止まる位置を認知する効果が期待される．

ライフスキルと整理整頓の関連性について，子どもがどんどん整理整頓したくなる！お片づけ帖 [7] では，生涯学習としてのお片づけ「かたいく」を提唱し，片づけは子どもの能力や才能を伸ばす絶好のチャンスである，と紹介している．そして，小学校 5 年生の家庭科では，快適に住まうための整理整頓を学ぶ授業が取り入れられている．子どものライフスキル教育のひとつとして，整理整頓は重要な位置づけにあると考える．

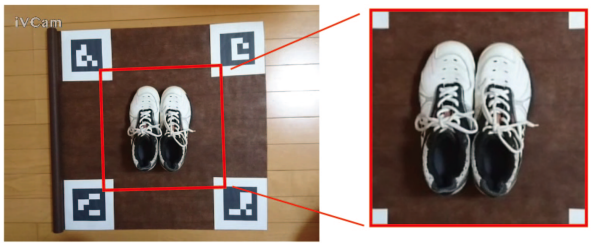
なお，これまでに靴の置き方に焦点を当て，AR などを用いてわかりやすく興味を引くような情報提示が可能な教育システムはない．

3. システム概要

本システムでは web カメラにより置かれた靴を直上から撮影し，その画像から靴の姿勢が正しいかどうかを畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いて判別する（図 2 参照）．靴を撮影する際には，靴を置くべき場所のみの画像が得られるよう，AR マーカーを用いることで画像の取得領域を限定する．そして，判別した結果に応じた評価を web カメラで撮影している映像にリアルタイムに重畳して表示する．以下で各処理について具体的に述べる．

3.1 靴の画像の取得

本節では靴の画像を取得するまでの処理について述べる．図 1 に示すように，靴を置く領域の直上に web カメラを設置する．この時取得したい領域の 4 隅に AR マーカーを配



キャプチャ　　切り取り後の画像

図 3: 判別に使用する画像の範囲

置することで，取得する画像の範囲を靴を置くべき領域のみに限定する．カメラを靴の真上に配置しているのは，撮影時のマーカーのゆがみを最小限にするためでもある．また，CNN において靴の背景の違いが認識の精度に与える影響を少なくするため，本稿では判別時および学習データ作成時ともに同一の床の上で撮影を行った．

上記のように撮影環境を設定した後，web カメラによって真上からの靴の画像を取得し，得られた画像からマーカーを検出する．そして，判別に使用する画像の範囲を検出したマーカーの角を結んだ四角形で指定する（図 3 参照）．

3.2 CNN を用いた靴の姿勢判別

靴の姿勢を判別するため，切り取り後の画像についてディープラーニングを用いた分類を行う．本稿ではディープラーニング技術の 1 つである CNN を用いる．本稿における CNN の構造を図 2 に示す．13 層からなり，入力層で入力する画像のサイズは 320 × 320 とする．2 層目と 4 層目，7 層目，9 層目の 2 次元の畳込み層のフィルタサイズは，3 × 3 で，フィルタ数はそれぞれ，32，32，64，64 とした．3 層，5 層，8 層，10 層には，ReLU 関数を用いた．13 層目の全結合層を経て，Softmax 関数により，分類するクラスの適合率を出力した．適合率は，靴の姿勢の 3 つと incorrect のクラス 2 つの，5 つに対して出力した．適合率のデータ配列の最後の要素の値が大きくなる傾向があったため，incorrect のクラスを 2 つに分けて対処をとった．バッチサイズは 16 に設定した．学習データには，スマートフォンで撮影した画像を正方形にトリミングして，320 × 320 にサイズ変更したものを用いる．

4. 実験結果

図 4 に実験に使用した画像の一例を示す．CNN の実装には，python の深層学習ライブラリである Keras を用いた．学習データには (a) から (c) のスポーツシューズの姿勢の画像 3 種類と，それ以外と判定するために用意した帽子などの画像，それぞれ 64 枚を準備して実験を行った．姿勢は，正しく配置した”correct”，ハノ字に配置した”hanoji”，片方が倒れた”sideways”である．それ以外の場合、”incorrect”とし，incorrect の学習データには，靴以外の画像を用いた．

図 4: 使用した靴の画像の例 1

汎化性能を高めるために，画像のデータ拡張を行う．具体的には，中心から正方向，負方向に 5 度ずつ 20 度までの回転処理と，左右反転処理を実行する．これによりデータ数を 18 倍に拡張した．評価について，適合率は 0 から 1 の範囲で表される．その値が 0.50 以上に出力されたクラスに分類する．0.50 より大きい値がない場合は incorrect とする．

それぞれの姿勢で，10 回ずつ実験を行った．学習データとして登録した画像と同じスポーツシューズを用いた場合，適合率の平均は表 1 のようになる．correct や hanoji の場合に比べ，sideways の値が小さいのは，靴の傾き具合がばらつきやすいことが原因のひとつと考える．

表 1: スポーツシューズを対象とした場合

	correct	hanoji	sideways
登録済み	1.00	1.00	0.83

未登録の図 5(d) の下駄をターゲットにした場合と，(d) と同じ下駄のそれぞれの姿勢を学習データに加えた場合の，適合率の平均は表 2 のようになる．未知の靴の画像を学習データとして加えると，値が上昇した．しかし，図 5(e) のような入力を与えた場合にも，0.62 の適合率で sideways と判定してしまう等，誤判定することがあるため，正確さについては改善の余地がある．

AR により評価結果を表示した様子を図 6，7，8 に示す．評価の結果はこれら 3 種類のみを表示した．どのように姿勢を直すと良いかを視覚的に示せた．

ⓒ 2021 Information Processing Society of Japan

(d) 未登録の靴

(e) 未登録の姿勢

図 5: 使用した靴の画像の例 2

表 2: 下駄を対象とした場合

	correct	hanoji	sideways
未登録	$1.82e^{-22}$	$4.27e^{-24}$	$3.77e^{-18}$
登録済み	1.00	0.99	0.93

5. まとめと今後の課題

本研究では，AR マーカーを用いた関心領域の特定と，ディープラーニングを用いた靴の姿勢の識別により，靴を正しく整頓するライフスキルの教育を目的とした情報提示システムを構築した．評価したい靴の姿勢の画像を学習データとして使用し，判定した結果，正しく姿勢を評価できた．また，評価した結果を AR により視覚的にわかりやすく表示した．

今後の課題としては，多種類の靴や姿勢に対して実験を行い，どのような差異が見られるか検証し，未登録の靴の姿勢を予測する方法を探っていきたい．また，直感的な理解を促す表示について検討したい．そして，提案システムがライフスキル教育に対して有効か，実際に小学校などで利用してもらい検証していきたい．

参考文献

[1] 文部科学省，小学校学習指導要領，平成 29 年告示.
[2] 磯田美菜：小学校における効果的なライフスキル教育の提言，2008 秋学期卒業制作，慶応義塾大学，2008.
[3] 齊藤一，杉澤愛美，長尾光悦，安田光孝，向田茂：AI を活用したインタラクティブなプロジェクションマッピング制作，北海情報大学紀要, 第 31 巻第 1 号：47〜53，2009.
[4] 笠井嘉将，山田雄太，塩澤秀和：コンテンツの投影による教育用図形パズルの開発，情報処理学会研究報告, Vol. 2017-GN-101, No. 12, 2017.
[5] Amarnathvarma Angani, Teressa Talluri, Jong-Wook Lee, Eui Song Kim, Jeong Bea Lee ：Realization of 3D Aqua Hologram Augmented Reality of Robot Fish, Sensors and Materials, Vol. 32, No. 10 (2020) 3507–3516.
[6] Mark Billinghurst, Hirokazu Kato, Ivan Poupyrev : Collaboration with Tangible Augmented Reality Interfaces, HCI International, (1), pp.5-10, 2001.
[7] カール友波：子どもがどんどん整理整頓したくなる！お片づけ帖，永岡書店，2016.
[8] 親子の時間研究所，くつおきシール，https://oyakonojikan.thebase.in/items/31221111, 参照 2021-10-04.

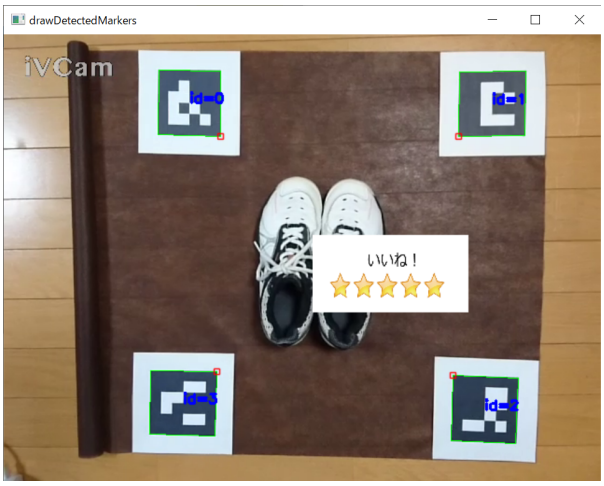


図 6: correct での結果表示

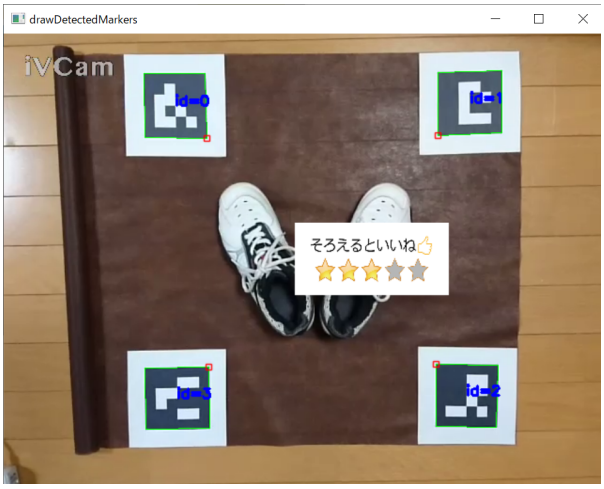


図 7: hanoji での結果表示

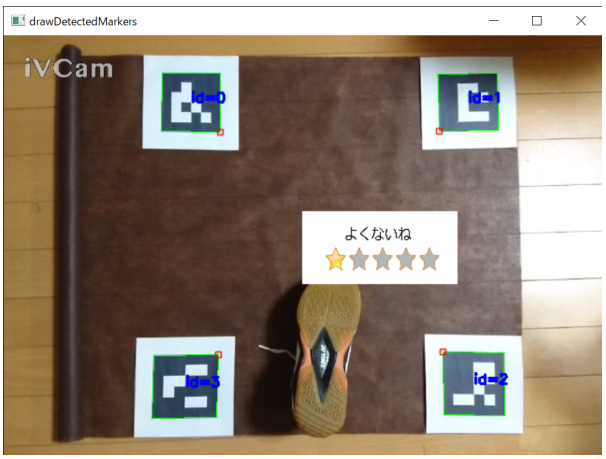


図 8: incorrect での結果表示