

画像認識による解答集計システムの開発

第1報 Python による画像認識

水 井 雅 彦

I はじめに

講義やセミナーにてアンケートは、受講者の意見聴取や、講義内容の理解を計ることを目的に実施される。アンケートの実施方法として、挙手、ミニッツペーパーやなどの紙への記入、クリッカーによる自動集計などが挙げられる。

本研究ではパソコンと web カメラを用い、講義やセミナー中の受講者を撮影し、画像認識技術を用いて解答や選択肢を自動判別するシステム開発を行う。具体的な解答集計方法を以下に示す。受講者が手にする印刷された専用マークを web カメラで撮影する。撮影画像から Open Source Computer Vision Library (OpenCV) による画像処理・画像認識を講師のパソコンで行い、受講者の解答を抽出する。抽出された解答結果を講師のパソコンへ表示することで、速報性の高いアンケート実施を図る。

本研究の特色は、印刷された専用マークを解答方法に用いる点にある。専用マークには、数字や矢印などの図形を印刷する。画像認識により、専用マークの数字や図形の認識に合わせて、提示された角度を計測することができる。つまり、数字や図形を選択肢に加え、上下左右など専用マークの提示方向の要素を組み合わせることで、多様な選択肢を提供できる。また、専用マークは印刷物であるため、制作費用を低く抑えることができる。また、web カメラの撮影解像度と、専用マークの面積（サイズ）を最適化することで、多人数でのア

ンケート集計への対応が期待できる。

第1報では、マイクロソフト社ウインドウス上で、Python 言語による画像認識環境を構築する過程と、web カメラによる専用マーカ認識を報告する。

II 解答集計システム

1. 解答集計システムとアンケート

インターネット回線を利用した zoom や Teams などの web 会議システムは、パーソナルコンピュータ（PC）と、これに接続する web カメラにより構成される。PC による動画撮影システムに、人物・文字や図案を認識できる画像認識プログラムを加えることで、受講者のアンケート解答を認識し集計するシステムを開発する。概要を図1に示す。

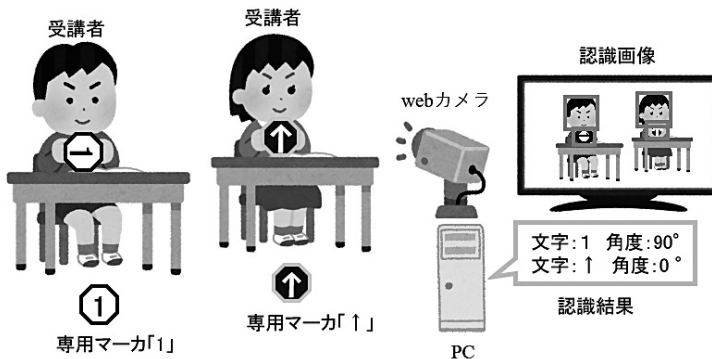


図1. 解答集計システム

各受講者は受講前に、専用マーカを受領する。講師のアンケート実施指示に従い、専用マーカを web カメラ方向へ提示する。Web カメラで撮影された動画から静止画を生成し、画像認識プログラムを用いて専用マーカを搜索する。このとき受講者の顔を事前認識し、その近くにある専用マーカを認識することで誤認識を防ぐ。受講者が専用マーカを提示されていれば、文字や形状と、そ

の提示角度を認識結果として出力する。

出力された受講者の解答結果は、PC 内でテキスト・CVS など形式にて管理し、解答結果のグラフ表示や、クイズ解答集計などに利用する。

2. 専用マーカ

専用マーカは、厚紙を 1 辺100mm 程度の八角形に加工し、表面に文字・記号を印刷する。1 つの文字・記号に対し提示角度を変えることで、最大で 8 つの選択肢を実現する。印刷される文字・記号は、選択肢として利用するが、受講者の個人特定にも利用できる。さらに、マーカ表面の色や文字の色を組み合わせることで、選択肢や受講者の個人特定の多様化が図れる。図 2 に専用マーカを示す。

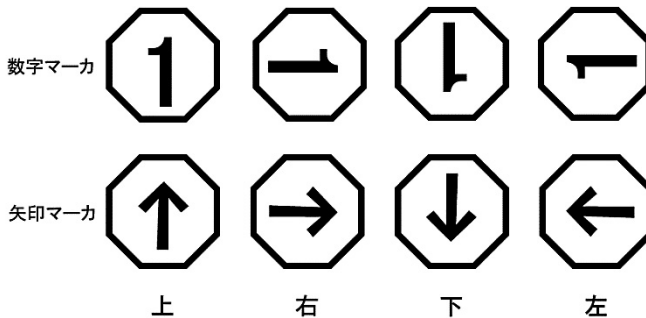


図 2. 専用マーカ

3. web カメラと解像度

web カメラは PC と USB 接続することで、オペレーティングシステム (OS) が自動認識する製品が増えた。ノート型 PC には、本体へ web カメラを内蔵したモデルも用意されている。市販される Web カメラのビデオ解像度は、HD 720p (1280×720)・HD 1080P (1920×1080) や 4 K (3840×2160) が選択できる。カメラの解像度が高くなれば、本体価格が高価になり、PC へ

送る画像データ量も増加するため、USB3.0規格などでの高速データ転送が必要となる。本研究では、HD 720p のカメラを用いて、画像認識の検証を進める。

4. パソコン (PC) と性能

本研究では、マイクロソフト社の基本ソフト Windows10または11が実働する市販パソコン (PC) での運用を想定する。プログラミング言語：Python 3, プログラム編集ソフト：マイクロソフト社 Visual Studio Code を基に、画像処理ライブラリ：OpenCV が、遜色なく動作するパソコン性能を必要とする。

開発に用いる複数の PC にてプログラム開発の動作確認を実施した。実働する最も古い2011年製造のノート PC (CPU：1.2GHz・メインメモリ：4GB・HDD：80GB 程度) で開発は可能である。しかし、解像度 4K の web カメラを接続すると、画像データの転送・画像認識処理時間に対して性能不足が確認できる。利用する web カメラの解像度に応じて、PC 性能を調整する必要がある。

Ⅲ 画像認識の環境構築

1. OpenCV

Open Source Computer Vision Library (OpenCV) は静止画・動画に対して、画像処理・画像認識に関する処理機能をまとめたオープンソースライブラリである。機械学習などの機能を持ち、Windows・Linux・macOS や Android など様々な OS に対応している。ライブラリは無料配布され、最新の機能を利用できる。本研究の目的は、専用マーカを PC で認識し、受講者の解答を集計することである。画像認識の実現には、カメラから PC へ取り込んだ画像を、量子化・2値化などの画像処理を実行することで情報量を減らし、PC による自動認識の準備が必要である。次に、自動認識のための特徴検出には、遺伝的

アルゴリズムなどを用いる必要がある。画像処理と画像認識を、自動認識の対象に合わせ調整する必要があり難点である。

OpenCV を用いる利点は難解な画像認識までの処理を省き、画像全体から参照画像と適合するモノを探す（テンプレート・マッチング）や、人や物体を抽出するなど、実現したい目的に応じた命令（処理）が利用できる点にある。画像処理・画像認識の経験が浅くともライブラリを活用し、目的実現を中心に開発を進められる利点は大きい。

OpenCV は、画像の拡大縮小・回転・反転や、ぼかし・ノイズ除去、画像から特定の物体を検出するなどの処理を行える。

2. プログラム編集ソフト

プログラム編集ソフトはエディタとも呼ばれ、各プログラミング言語に応じた命令（関数）文のスペルチェック機能や、入力する命令（関数）文の候補提示など、プログラミング補助機能が利用できる。

画面分割表示や、命令（関数）・変数・数値などが色分けなどの視覚効果により、バグの発見・解析に役立つ機能により、開発の負担軽減が期待できる。

本研究では無償で利用できるマイクロソフト社 Visual Studio Code を用いる。これは、Windows・Linux・macOS に対応する。

IV 画像認識の検証

パワーポイントシート上に専用マーカを配置し、画像認識用テスト画像を作成した。併せて認識対象のテンプレート画像を作成する。Python で作成した試作プログラムにテスト画像・テンプレート画像を読み込み、テンプレート・マッチング処理を実行する。結果を画像ファイルとして出力した。検証の概要を、図3に示す。

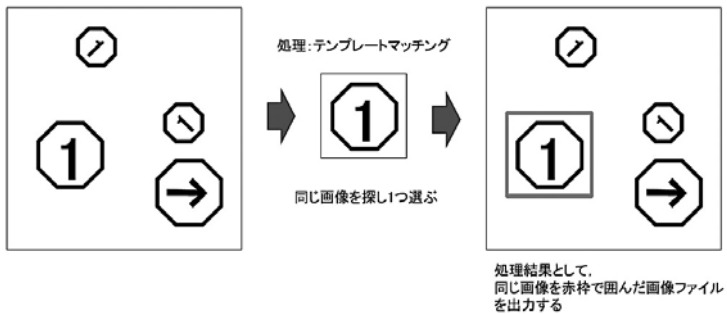


図3. テンプレート・マッチングの結果

V おわりに

OpenCV を利用することで、目的である画像認識を手軽に実現できることを確認した。受講生とのコミュニケーションツールとして、少人数ゼミでの実用を目標に開発を進める。