

画像認識とセンサシートを用いた 店舗内商品のリアルタイム把握システム

A Real-Time Object Identification System for Retail Stores using Image Recognition and Sensor Sheets

比嘉 恭太† 福田 浩司‡ 佐藤 貴美† 包 蕊寒† 服部 渉‡ 岩元 浩太†

Kyota Higa, Hiroshi Fukuda, Takami Sato, Ruihan Bao, Wataru Hattori, and Kota Iwamoto

1. はじめに

スーパーマーケットやコンビニエンスストアが属する流通・小売業界では、販売機会損失の低減が求められている。販売機会損失を低減するには、商品棚の状態をリアルタイムに把握し、適切なタイミングで棚に商品を補充しなければならない。棚の状態を正確に把握するには、棚に陳列された商品の種類・位置・個数の認識が必要となる。例えば、IC タグを各商品に貼付することで全ての商品を認識できるが、これでは手間やコストが増加してしまう。そのため、IC タグに頼ることなく棚に陳列された大量の商品の種類・位置・個数を把握する物体センシング技術が必要となる。

IC タグを利用しない物体センシング技術として、我々はこれまでに定点カメラで撮影した一枚の画像から大量の商品(モノ)の種類・位置を短時間で識別する画像認識技術と、棚に敷設するだけで棚上のモノの有無(個数)を瞬時に検知するセンサシートを開発してきた。これらの技術は、それぞれ、(1) 前者はモノの種類・位置を識別できるが棚奥(死角)のモノを識別できない、(2) 後者は棚上のモノの個数を検知できるがその種類を特定できないという特徴を持つ。これらの特徴は互いを補完しあうものである。

そこで、本稿ではモノの種類・位置を識別する画像認識と棚上のモノの個数を検知するセンサシートを用いて店舗内商品をリアルタイムに把握するシステムを提案する。

2. 物体センシング技術

2.1 大量のモノを識別する画像認識技術

店舗内商品を短時間で把握するには、商品ごとにカメラをかざすのではなく一回の撮影で棚全体の商品を識別する必要がある。画像の局所特徴量に基づいて一枚の画像から大量のモノを識別する画像認識技術のブロック図を図 1 に示す。本方式の詳細は文献 [1] に記載されているため、本稿では概要を説明する。

本方式は、入力画像から抽出した特徴点の局所特徴量と、データベース(DB)画像の局所特徴量との間の距離に基づ



図 1 大量のモノを識別する画像認識技術のブロック図

† NEC 情報・メディアプロセッシング研究所

‡ NEC グリーンプラットフォーム研究所

いて特徴点の対応関係(対応点)を検出する。局所特徴量には SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) 特徴量 [2] と同等の認識精度でデータサイズが 1/10 以下の BRIGHT (Binary Resizable Gradient Histogram) 特徴量 [3] を使用する。

次に、本方式は式 (1)-(3) により入力画像中のそれぞれのモノの中心座標値 \hat{p}_i を推定する、すなわち、モノごとに複数の対応点を一か所に集約させる。

$$\hat{p}_i = p_i + (\sigma_{ij} \times R(\theta_{ij}) \times (q_c - q_j)) \quad (1)$$

$$\sigma_{ij} = \sigma_i / \sigma_j \quad (2)$$

$$\theta_{ij} = \theta_i - \theta_j \quad (3)$$

ここで、 p_i 、 q_j は入力画像と DB 画像の特徴点の座標値 $[x \ y]^T$ を、 q_c は DB 画像の中心座標値を、 σ 、 θ は特徴点のスケールとオリエンテーションを、 $R(\cdot)$ は $|R(\cdot)| = 1$ の回転行列を示している。中心座標値推定の結果を図 2 に示す。

図 2 左は対応点を、右は推定した中心座標値を示している。これよりモノの中心を適切に推定できていることがわかる。

最後に本方式は集約した対応点をそれらの座標値に基づいてクラスタリングし、クラスタごとに対応点の幾何検証を実施することにより、大量のモノを個別に識別する。

2.2 モノの有無を検知するセンサシート

我々は、センサ上のモノの有無をリアルタイムに検出するシート型の近接センシング技術を開発しており、プレゼンスセンシングと呼んでいる。このプレゼンスセンシング技術を適用したセンサシートは、図 3 に示す通り、センサ、データ収集シートと読取り機から構成される。このシステムは以下の通りに動作しセンサ上のモノの有無を検出する。

まず、各センサは読取り機からデータ収集シートを通して無線給電され、周囲に近傍電磁界を発生させる。センサ上にモノが置かれると、その誘電率や導電率の違いにより近傍電磁界強度が変化する。読取り機は各センサの近傍電磁界強度の変化を、データ収集シートを通して検出する。

このシステムは、従来の圧力センサを用いたセンサシ



図 2 中心座標値推定の結果

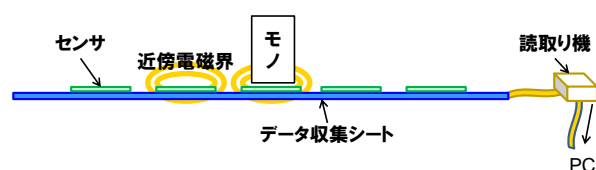


図 3 センサシートの構成

トと比較して、以下の特長から商品検出に適している。

1. データ収集シートとセンサは無線接続のため、センサ配置は極めて自由である。従って、格子状に限定されない自由な商品配置や季節ごとの商品配置の変更に容易に対応することができる。
2. センサにはバッテリー等の自立電源が不要のため、低コスト（～10 円/個）で作製できる。従って、前述の季節ごとの商品配置の変更に応じてセンサを取り換えても大きなコストインパクトを生じない。
3. このセンサは近接センサであり、モノとセンサが必ずしも接触しなくてもよいため、実装方法によって高い耐久性をもたせることができる。

3. 店舗内商品のリアルタイム把握システム

試作システムの構成を図 4 に示す。試作システムはカメラ 1 台、センサシート 3 枚、PC 3 台で構成される。センサシートは 1 枚あたり 40 個のセンサで構成され、合計 120 個の商品の有無を検知できる。カメラ PC はカメラ画像から商品を識別し、商品名と棚位置 (x 段 y 列) からなるフェイス情報をビューワ PC に出力する。センサシート PC はセンサ上の商品有無をビューワ PC に出力する。ビューワ PC はフェイス情報と商品有無から各商品の数を計測する。なお、列ごとに同一の商品が陳列していると仮定している。ビューワ画面は各棚の在庫状況 (左側) と棚全体の在庫状況 (右側) で構成される。各棚の在庫状況は、列ごとの商品有無と商品数で構成される。同色の列は同じ商品であることを、商品アイコンはその位置に商品があることを示している。棚全体の在庫状況は、商品名/フェイス数/在庫数で構成される。在庫数が半以下になると当該商品名の背景が黄色に、ゼロになると赤色になる。さらに在庫数がゼロの場合は画面右上に欠品アラートが表示される。

試作システムの動作風景を図 5 に示す。図 5 の左上は商品陳列直後の結果である。これよりフェイス情報と個数が適切に把握できていることがわかる。右上はフェイス変更の結果である。中段の右から 2, 3 列目の商品を入れ替えたことを検知していることがわかる。左下と右下は商品ピックアップの結果である。左下より中段右側の商品の在庫数が半になったことを検知し、商品名背景を黄色表示していることがわかる。また、右下より中段右側の商品の在

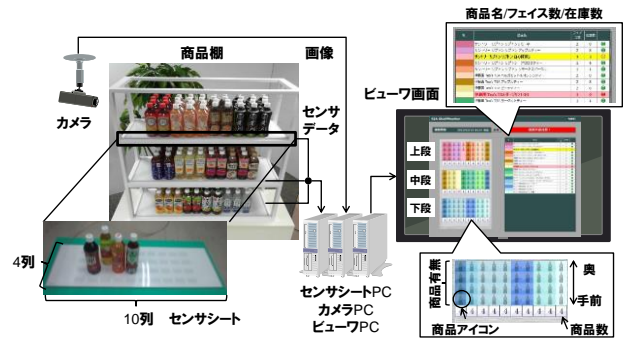


図 4 試作システムの構成

庫数がゼロになったことを検知し、商品名背景を赤色表示、および、画面右上に欠品アラートを表示していることがわかる。以上の結果より、本システムが棚に陳列された商品の種類・位置・個数を正確に把握できることを確認した。

4. おわりに

本稿は画像認識とセンサシートを用いた店舗内商品のリアルタイム把握システムを提案した。本システムは、画像から検出した多数の特徴点に基づいて大量の商品を識別する画像認識技術と、近傍電磁界を用いて商品の有無を検知するセンサシートで構成される。これらにより、IC タグを商品に貼付することなく棚に陳列されている大量の商品の種類・位置・個数をリアルタイムに把握できる。そのため、適切なタイミングで商品補充を指示することができ、流通・小売業の販売機会損失を低減できる。試作システムを構築し所望の動作を確認した。今後は、現場での利用を通してその効果を詳細に評価する予定である。

参考文献

- [1] K. Higa, *et al.*, "Multiple Object Identification using Grid Voting of Object Center Estimated from Keypoint Matches," *IEEE ICIP*, pp. 2915-2919, 2013.
- [2] D. Lowe, "Object Recognition from Local Scale-Invariant Features," *IEEE ICCV*, vol. 2, pp. 1150-1157 1999.
- [3] K. Iwamoto, *et al.*, "BRIGHT: A Scalable and Compact Binary Descriptor for Low-Latency and High Accuracy Object Identification," *IEEE ICIP*, pp. 2973-2977, 2013.

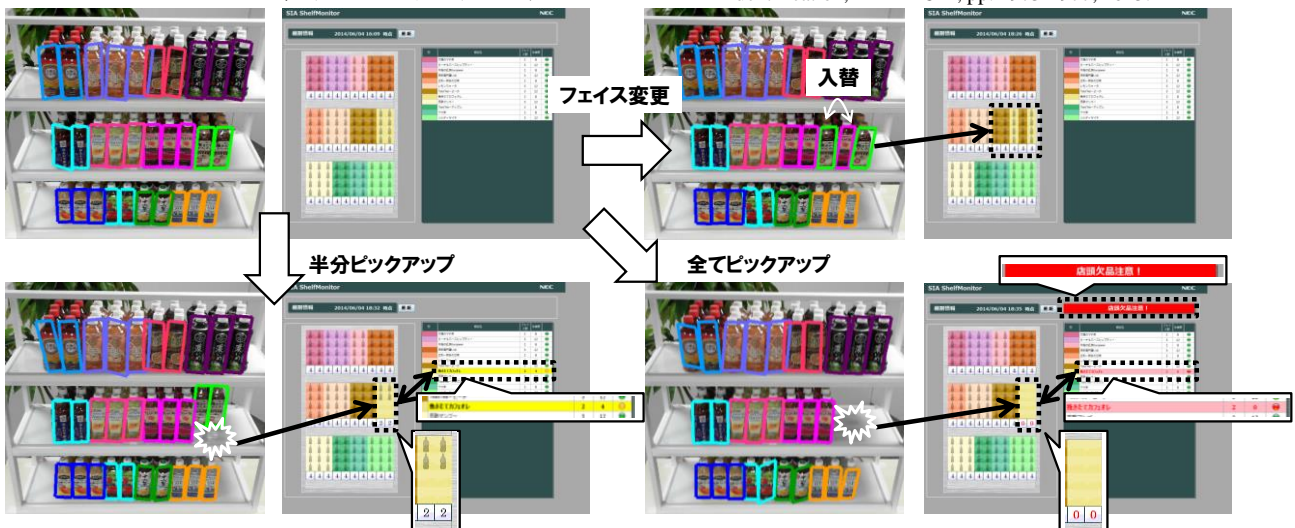


図 5 試作システムの動作風景