

## 小売店舗向け業務代行ロボットで使われる画像解析技術

### Image Analysis Technology used in Robots for Retail Stores

利根川 弘

**要 約** RASFOR は、店舗業務の作業時間を削減し損失粗利や機会損失を削減する AI ロボットサービスとして、2020 年 12 月に提供を開始した。ロボットが夜間無人の店内を走行しながら商品棚の画像を撮影して AI で解析することにより、数万アイテムの売価チェック、POP 期限チェック、品切れチェック、棚割実態把握を行う。それらをロボットに実装するにあたり、棚画像の作成難易度が高いこと、商品の特定をどのように行うかが課題であった。前者は 4K 動画のフレーム画像を短い時間軸で水平方向に合成することで棚画像を作成し、後者は AI により棚札の商品コードを読み取ることで対応した。また、RASFOR では AI による判定を複数回行い、判定結果を多数決することで判定の精度を高めている。AI が商品コードを読み間違えた場合でも、商品コードを突合する際に一定の誤りを許容した検索を行うことで精度を上げる工夫をしている。

**Abstract** We started providing RASFOR in December 2020 as an AI robot service that shortens the work time of store operations and reduces the loss of gross profit and opportunity. While the robot runs in an unmanned store at night, it takes an image of the product shelf and analyzes it with AI to confirm the selling price of tens of thousands of items, verify the POP deadline, check out of stock, and grasp the actual situation of shelving allocation. When implementing them on a robot, the issues were that it was difficult to create shelf images and how to identify the products. As for the former, we created a shelf image by synthesizing the frame image of a 4K video in the horizontal direction on a short time axis, and the latter was solved by reading the product code on the shelf tag with AI. In addition, RASFOR makes judgement with AI multiple times and make a majority decision for the result to improve the accuracy of judgment. Even if the AI misreads the product code, we are trying to improve the accuracy by performing a search that allows certain errors when matching the product code.

#### 1. は じ め に

2025 年には団塊の世代が後期高齢者となるため、超高齢化社会が訪れることで様々な影響があると言われている。その中でも「人材不足」は、多くの業種に影響を与え、2030 年には全体で「644 万人の人手不足」、卸売・小売業においては「60 万人の人手不足」に陥る<sup>[1]</sup>。

深刻な労働力不足や業務の複雑化など、小売業が抱える課題の解決策として、BIPROGY 株式会社（以下、BIPROGY）は、小売業の未来像「New Retail Trinity Model」を提唱している。そのサービス群の一つである RASFOR（ラスフォー）は、店舗業務の作業時間を削減し損失粗利や機会損失を削減する AI ロボットサービスとして、2020 年 12 月に提供を開始した<sup>[2]</sup>。

RASFOR は、ロボットが夜間無人の店内を走行しながら商品棚（以下、棚）の画像を撮影し、それを AI で解析することにより、数万アイテムの売価チェック、POP 期限チェック、品切れチェック、棚割実態把握を行っている。このような、ルーチンワークをロボットが代行するこ

とにより、労働力不足の解消や、貴重な人材を他の業務に割り当てることができるようになる。

本稿では、RASFOR が持つ各機能（売価チェック、POP 期限チェック、品切れチェック、棚割実態把握）を実現している画像解析について説明する。2 章では開発の背景とサービス対象業務の選定、3 章では技術課題について、4 章では撮影について、5 章では各機能の解析精度を上げる取り組みを説明する。

## 2. 開発の背景とサービス対象業務の選定

スーパーマーケットなどの小売業は慢性的な人手不足を抱えており、その一方でネットスーパーなどの拡大でピッキング業務など新たな業務も手掛けている。そのため、従来よりも多様化・高度化した業務の効率化が不可欠である。BIPROGY は小売事業者から人力に頼る店舗業務をヒアリングして難易度を整理し、RASFOR のサービス提供領域を検討した。早期のサービス提供を念頭に、技術的な実現可能性の高さと現在の人時作業量を考慮した結果、売価チェック、POP 期限チェック、品切れチェック、棚割実態把握の四つを、ロボットによるサービス提供業務に選定した（図 1）。ロボットにカメラを搭載して棚を解析するため、売場に新たなカメラを取り付けるなどの変更が不要であり、店舗側の導入が容易になる。

|                   |            | 難易度<br>低 ← → 高 |             |              |
|-------------------|------------|----------------|-------------|--------------|
|                   |            | 実現するための技術      |             |              |
|                   |            | 自立走行<br>&画像解析  | ロボット<br>アーム | 言語処理<br>会話認識 |
| 在庫                | 品切れチェック    | ○              |             |              |
|                   | 棚卸         |                | ○           |              |
| 発注                | 棚割実態把握     | ○              |             |              |
|                   | POP期限チェック  | ○              |             |              |
| 陳列                | 売価チェック     | ○              |             |              |
|                   | 前陳・フェイスアップ |                | ○           |              |
|                   | 商品改廃       |                | ○           |              |
|                   | 品出         |                | ○           |              |
| 店内<br>オペレー<br>ション | 売場案内       |                |             | ○            |
|                   | 商品・売価問合せ   |                |             | ○            |

図 1 業務内容と難易度

## 3. 技術的な課題について

前章で述べた、売価チェック、POP 期限チェック、品切れチェック、棚割実態把握をロボットに実装することを決め、具体的な機能内容を定義した。各機能の概要は表 1 の通り。

表 1 RASFOR 機能概要

| 機能名            | 概 要                                                                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 売価<br>チェック     | 棚札から売価、商品コードを読み取り、商品コードより特定したマスタ売価と棚札売価を比較して、異なる棚札がある場合、売価不一致リストを作成する。        |
| POP 期限<br>チェック | 棚札から特売期間を読み取り、特売期間が終了している場合、期限切れ POP として扱い、期限切れ POP リストを作成する。                 |
| 品切れ<br>チェック    | 棚の中の空間から品切れ空間を選別し品切れ枠として検出する。品切れ枠と対応する棚札を一定のルールで紐づけ、品切れ商品として扱い、品切れ商品リストを作成する。 |
| 棚割実態<br>把握     | 何の商品がどの位置（棚、段、列）に何個（フェイス数）並んでいるかを判別し、棚割実態把握リストと棚画像を作成する。                      |

各機能をロボットに実装するにあたり、開発当初は二つの技術課題があった。

#### 課題 1：棚画像の作成難易度が高い

棚割実態把握機能では、棚ロボットが撮影した棚の映像を合成し、棚全体を一つの画像に収めた棚画像を作成する。初期段階では、静止画を撮影して画像を合成していたが、1 秒間隔の静止画を合成した画像では商品フェイスが崩れて、精度の高い棚画像を作成できなかった（図 2）。そこでカメラメーカーと協力して、4K 動画を解析して合成する方式に切り替えた。30fps<sup>\*1</sup> の 4K 動画を撮影し、フレーム画像を短い時間軸で水平方向に合成することにより、精度の高い合成を実現して棚画像を作成した。



図 2 静止画ベースの画像合成の例

#### 課題 2：商品特定の方法について

各機能を実装するにあたって、商品の特定をどのように行うかが課題であった。

売価チェックでは、どの商品の売価が間違っているのかを特定する。商品の特定方法として、商品パッケージを AI に学習させ、商品の見た目から商品特定する方法も考えられる。しかし、数万点の商品を学習させるコストが高く、また商品改廃による商品の入れ替え時の学習負荷もあるため、当該方法は不採用とした。

RASFOR では小売店の棚札に商品コードが記載されていることを前提に、AI により棚札を検出し、棚札から商品コードを読み取ることで、どの商品の棚札が設置されているのかを判別している（図 3）。

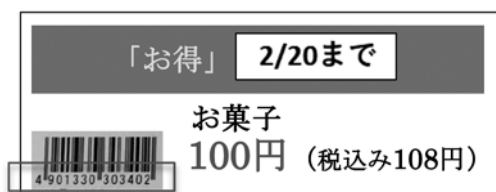


図3 棚札の商品コード

品切れチェックでは、品切れ枠と棚札を紐づけて、どの商品が品切れているかを判別する。品切れ枠の特定は、棚に並んでいる商品を AI ですべて検出し、商品が並んでいない空間を品切れ枠とする。あらかじめ、棚札を商品に対して左寄せに並べて、品切れ枠と棚札の紐づけを行っている（図4）。



図4 棚札と商品の位置関係

#### 4. 撮影について

##### 4.1 撮影時の工夫

棚札に記載されている商品コードが読み取れない場合、商品の特定ができず、RASFOR の各機能の精度が低下する。商品コードを綺麗に撮影することが重要となる。棚札の大きさは縦 3cm×横 2cm 程度のものが多く、記載されている商品コードの1文字は、高さ約 0.2cm×横幅約 0.1cm 程度のものもある（図5）。撮影では表2のような工夫をしている。

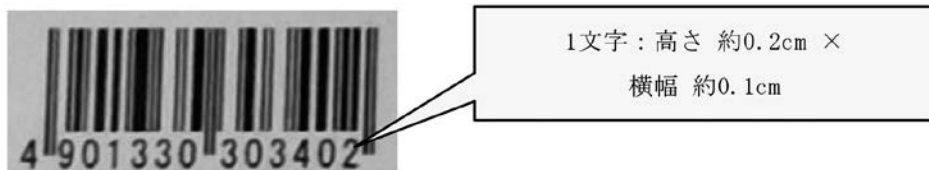


図5 商品コードの大きさ

表 2 撮影のポイント

| ポイント                | 概 要                                                                                                                                      |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 撮影内容の<br>高精細化       | 商品コードのつぶれが発生しないように、高解像度の動画撮影を行う。<br>・画素数：3840×2160<br>・フレームレート：30fps                                                                     |
| 適切な照明               | ロボットに備え付けている照明機器を使用し、十分な明るさで棚札を照らす。ただし、棚札のブラケースが反射しないように、角度をつけて照射する。                                                                     |
| 適切な<br>カメラパラ<br>メータ | 撮影条件に合わせたカメラパラメータを設定する。実証実験によりパラメータを割り出している。<br>・照明に合わせた ISO 感度、F 値<br>・ロボットが走行していてもブレずに撮影できるシャッタースピード<br>・棚に凹凸があっても、棚札にフォーカスが合う、フォーカス設定 |

#### 4.2 撮影距離と商品特定精度の関係

小売店で通常よく使われる棚は幅が 90cm、高さは 120 ～ 165cm 程度である。棚には複数の段（仕切り板）が存在し、仕切り板の上に商品が陳列されている。RASFOR では 4 台のカメラで棚上部から下部までを撮影している。棚とロボットの距離を一定に保ちながら、上下のカメラ間で同じ段を撮影して、商品特定精度の底上げを行っている（図 6）。

例えば棚札にフォーカスが合わず商品コードが読み取れない等の事象が発生しても、複数のカメラで撮影することで商品コードを読み取れる可能性が高まる。

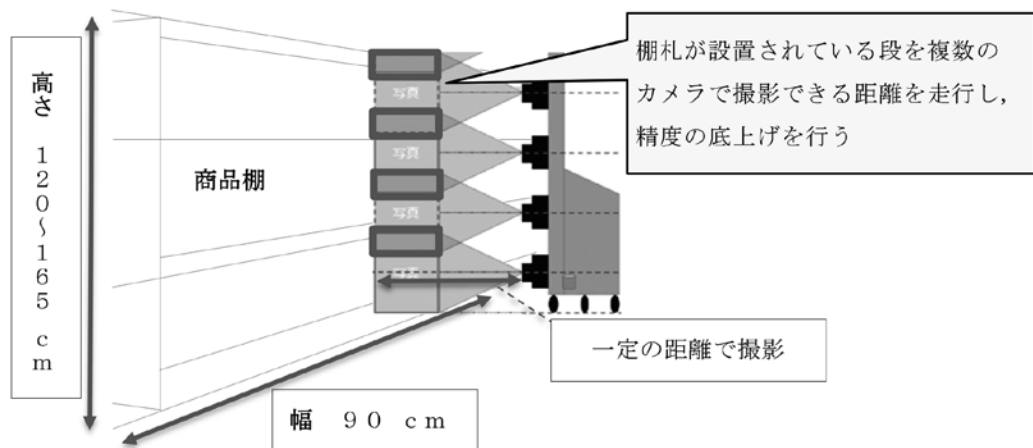


図 6 撮影距離

#### 5. 画像解析の精度を上げる取り組み

RASFOR の各チェックの精度は 80 ～ 90% 程度であり、AI による OCR などを使用しているため、画像解析の精度が 100% になることはない。RASFOR の画像解析は、撮影した動画を加工して静止画を作成する前処理、その静止画を使用して AI による物体検出を行うメイン処理、誤検知を取り除く後処理の三つで構成されている。実証実験や店舗での実稼働の経験を踏まえて、前処理と後処理で精度を高めるために行った工夫を表 3 に示す。

表3 画像解析の精度を上げる取り組み

| ポイント | 概要                                                                                                                                            |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 前処理  | 動画からフレーム画像を作成し、物体検出を実施する前に適応的コントラスト変更やグレースケール化を行い、商品と棚札の検出精度を上げる。                                                                             |
| 後処理  | 小売店の棚には商品以外にも広告などが設置されていることがあり、広告を学習させていないため、広告に対し、品切れ枠を引く誤検知などが発生する。これら誤検知については、あらかじめ用意する誤検知・正検知の教師データの特徴点と比較して不適切な品切れ枠を削除する仕組みを後処理にて実施している。 |

### 5.1 AIの結果を多数決する

RASFORのメイン処理ではAIによる判定を複数回行い、AIの判定結果の多数決により判定の精度を高める工夫をしている。以下に、売価チェックで行っている多数決の例を説明する。

RASFORのロボットは4台のカメラを使って棚から一定の距離を平行に進み、それぞれのカメラが4K動画を撮影する。動画から撮影位置や時刻が異なる複数のフレーム画像（静止画）が作成される。各フレーム画像に映る同じ棚札に対して売価読み取りのOCRを行い、その結果を多数決することにより、売価の検出誤りを起きにくくしている（図7）。

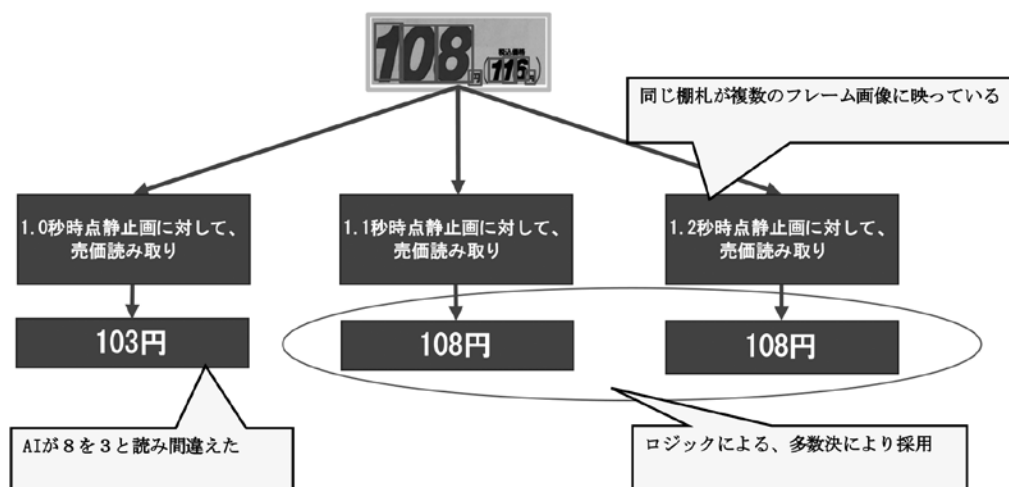


図7 売価の多数決

### 5.2 商品コード突合

メイン処理にて棚札から商品コードを検出するときも、前節の売価チェックと同様にAIの検出結果を多数決させている。しかし、複数のカメラでも撮影状況が悪い場合にはAIが商品コードを読み間違えることもある。AIが検出した商品コードは最終的に商品マスクと突合を行い、商品名や売価を取得する。商品コードを突合する際に一定の誤りを許容した検索を行うことによって精度を上げる取り組みを行っており（図8）、特許出願済みである<sup>[3]</sup>。

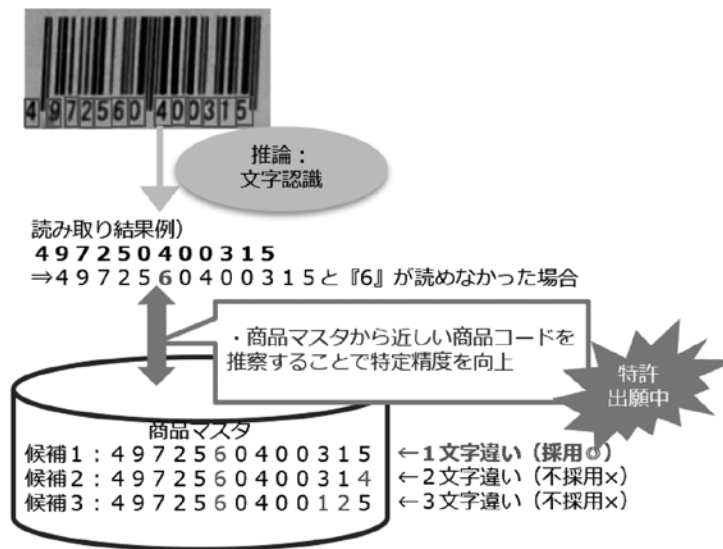


図8 商品コード突合

## 6. おわりに

RASFORは店舗での実証実験を経て、2020年にサービス提供を開始した。しかし、実証実験の段階から高い精度が得られたわけではなく、当初の品切れチェックの精度は40%程度であった。画像解析の精度向上のためには、画像解析のチューニングだけでは足りず、ロボットの安定的な走行や高品質な映像（ピンボケ等の対策）が必要であり、ロボット、カメラ、画像解析の専門家が協力して仮説と検証を繰り返し、サービス提供できるレベルまで精度を向上させてきた。

一方、技術による精度向上に取り組みながら実証実験を進める中で、棚札の一部が別の棚札で隠れてロボットが棚札を読み間違える事象が発生した。それを顧客に報告したところ、棚札が隠れないように設置を見直して頂けて、人にとってもロボットにとっても良い売場環境が整備されていた。

画像解析を用いて課題解決を行う場合、周辺技術の目利きだけでなく、結局は人が利用するサービスであることを忘れずに、顧客と共に課題解決のアプローチを考えていくことが肝要である。

今後はロボットをつかった画像解析だけではなく、定点カメラやスマートフォンといったより安価なデバイスでも利用できるサービスを検討していきたいと考えている。

最後に本稿執筆に際し、ご協力頂いた方々、プロジェクト関係者各位に感謝の意を表する。

\* 1 frames per second の略。1秒間の動画が何枚の画像で構成されているかを示す単位。

- [2] 国内初、小売店舗の棚チェックを行う AI ロボットサービス「RASFOR」提供開始、BIPROGY, 2020 年 12 月, [https://pr.biprogy.com/news/nr\\_201223\\_rasfor.pdf](https://pr.biprogy.com/news/nr_201223_rasfor.pdf)
- [3] 特願 2019-105635, 発明の名称: プログラム, 情報処理システム, 情報処理装置及び情報処理方法

※ 上記参考文献に含まれる URL のリンク先は, 2022 年 8 月 25 日時点での存在を確認.

**執筆者紹介** 利根川 弘 (Hiroshi Tonegawa)

2001 年日本ユニシス(株)入社. Web システム, C/S システムの構築など通常の SI 事業の SE を経て, 2020 年より AI × ロボットである RASFOR に従事.

