

食肉加工場における人工知能による牛部分肉名称自動判別システム

田 圭 吾 [帯広畜産大学/教授]
 佐々木 章 哲 [佐々木畜産株式会社/代表取締役]
 川 路 鯛 喜 [株式会社MIJ labo/システムエンジニア]

背景・目的

牛枝肉は骨や余分な脂が取り除かれ、基本的には13の大分割区分に従って分割される。実際にはスーパーマーケットなどの要求に応じて小分割される。解体され小分割された部分肉は真空パックされ、ベルトコンベア上に設置された金属探知機を通過した後、計量されるが、その際、80種類以上にのぼる部分肉名を迅速に判断しなければならない。この作業は熟練を必要とし、誰もが担当できるものではなく、食肉加工場の人員配置計画・休暇取得において大きな課題点となっている。部分肉加工場の計量ステージに複数台のカメラを設置し、「AIを用いた部分肉判別」を実施し、部分肉名を判定し、その精度を確認するとともに実用化の可能性を検討することを目的とした。

内容・方法

部分肉加工場において、図1のようにカメラを設置し、3日間にかけて部分肉の動画撮影を実施した。それぞれの方向から撮影された動画ファイルをAdobe Premierに取り込み、静止画の切り出しを実施した。切り出した画像のファイル名には自動的に動画のタイムスタンプが含まれた。この間に処理された個体数は67頭であり、黒毛和種が3頭、交雑種

が29頭、ホルスタイン種去勢牛が35頭であった。各カメラから約2700枚の静止画を切り出した。これらの静止画に対して、計量時間ならびに小分類部分肉名の情報を持つ「計量実績データ」に基づいて小分類部分肉名を割り振った。また、小分類部分肉名に対応する大分類部分肉名を割り当てた。

最新の物体検出アルゴリズムであり、リアルタイム検出性能に優れているYOLOv11 (You Only Look Once, Version 11)において、関心領域の座標はアノテーションデータとして提供され、モデルが適切に学習するための指標となる。本研究では、関心領域の座標を取得するためにVOTを使用した。それぞれのカメラからのデータを学習に用い、最も正確度の高い部分肉名を当該画像の推定値とした。

結果・成果

大分類部分肉名の推定において上方向、左方向および正面カメラの正解率はそれぞれ90.0%、82.5%および84.0%であり、上方向カメラからの精度が最も高かった。なお、上方向カメラにおいて最も正解率の低かった部分肉は「カタ」であり、5つの部分肉のうち3つを正解、1つを推定不能、1つを「ヒレ」と判定した。また、10以上のデータ数がありかつ正解率が100%だったものは「カタルース」であった。3方向からのカメラのうち、正確度が最も高いカメラからの推定値を採用した場合の推定精度を確認したところ、正解率は93.0%となり、一台のカメラを使って推定するよりも精度が向上した。

大分類において最も推定精度が高かった方法を用い、小分類による部分肉名の推定を実施した。すなわち3方向カメラからの推定結果のうち、正確度が最も高い部分肉名を採用する方法を用いた。なお、2,765枚の画像の内、2,163枚を学習用、602枚を検証用とした。その結果、小分類部分肉推定における正解率は86.2%となった。



図1:部分肉加工場内に設置したカメラ

表1 正解度区分と正解率

正解度区分	n	正解率
100	1	100%
99	29	93%
98	99	95%
97	123	92%
96	131	92%
95	74	91%
94	42	81%
93	20	45%
92	16	75%
91	15	73%
90	7	57%
80~90	30	57%
70~80	14	57%

表1:正解度区分と正解率

それぞれの検証用画像について、最も正確度が高かったカメラからの推定結果を採用したが、その正確度の区分と正解率との関係を表1に示した。正確度区分が95%以上の場合、正解率は9割を超えていたが、それが低くなるにしたがって正解率が低下した。

小分類部分肉名の推定が不正解であった83画像について、その傾向を調査したところ、不正解率が高いものの特徴として、学習用画像数が極めて少ないことが確認され、学習画像が30枚以下の場合、推定に失敗する確率が高いことが示された。なお、学習画像の数が多いにもかかわらず、不正解率が高かった小分類部分肉として「かたロースA」および「プリスケ」が認められた。不正解であった「かたロースA」の推定値として、「かたロースB(2事例)」、「かたロース(1事例)」、「リブロース(1事例)」および「切り落とし(1事例)」が認められた。また、「プリスケ」については、それぞれ1事例ではあるが「ヒレ」、「かたロース」、「かたロースA」および「そとばらB」と誤認識する結果が確認された。

今後の展望

今回の試験により、枝肉加工場の作業レーンにおいて実用的な方法により、大分類部分肉名称を93%、小分類部分肉名称を86%の精度で推定可能であることが示された。正解率の低かった部分肉は、学習データ数の少なさを原因とするものもあったことから、データ蓄積が精度向上に有効であることも期待される。通常、牛の部分肉加工場においては、部分肉に個体識別番号を付与する関係で、1頭ずつ流れてくるため、あらかじめ部位のリストを作成しておき、判定結果が得られたらそれを消去していく方法など、作業場のルールを利用し、さらなる事後処理を実施することで、より精度の高い部分肉推定システムを提供することの可能性が示された。



図2:正解値「ヒレC」についてそれぞれのカメラからの推定結果とその正確度