

AI を用いた食堂における新型コロナウイルス感染症対策の取り組み

吉野陽^{*1}・熊澤典良^{*1}・土岩寛侑^{*1}・奈良大作^{*1}・上谷俊平^{*1}・近藤英二^{*1}

Email: kumazawa@mech.kagoshima-u.ac.jp

*1: 鹿児島大学大学院理工学研究科

◎Key Words AI, IoT, 生協食堂, 畳み込みニューラルネットワーク

1. はじめに

本学大学院理工学研究科地域コトづくりセンターは、県内の中小製造業者に対して、IoT・AI等の先端技術を活用した生産性効率化、製品などの研究・開発、試作品製作の支援を実施している。特にIoTにおいて、地域コトづくりセンターでは、IoT化の担当者が機器の導入と運用をより具体的にイメージできるように、見学可能なIoT実証ラボを設置するとともにその整備と拡充を進めている。昨年度末、鹿児島大学生活協同組合郡元中央食堂（以下、生協食堂と呼ぶ）は「飲食業におけるIoT化」の支援対象に選定され、新たに設置されたONVIFカメラ及びモニターを用いてIoT実証ラボとしての準備が進められている。

近年、新型コロナウイルス感染症に対する対策が重要となっている。生協食堂も入場時にアルコール消毒を実施するとともに、人と人が適度な距離を保つように促している。昼食および夕食時のように利用の集中する時間帯には、職員を増員して混雑の緩和につとめているが、予期しない時間帯に食堂の利用が集中して混雑する場合がある。食堂内の利用者の数を常に把握するのは難しく、混雑に気づいたレジの担当者がチャイムによって混雑を報告して増員を要請している。混雑による密集を避けるためには、混雑後ではなくその前の準備と対応が必須であり、そのための明確な基準が必要となる。

本研究は、食堂内の混雑緩和を目的として、混雑情報を提供するシステムを構築することである。混雑情報は、AIによって混雑度合いとして数値化され、その情報は可視化されて食堂の職員及びその利用者に提供される。分類された混雑度合いの情報が提供されることで職員はその場所と混雑度合いに応じて適切な対応をすることができる。例えば、レジが混雑している場合にはレジ担当の増員、出食カウンターが混雑している場合には行列の整理、空席が少ない場合には席を譲るようにアナウンスをする等である。一方利用者は、我々の提供する混雑情報から自ら来店時間を調整するはずなので、利用は分散されて混雑の緩和が期待できる。

2. 食堂における混雑

現在、新型コロナウイルス感染症対策によるオンライン講義のため大学構内の学生数は少なくなっているが、昼休みを中心とする時間帯に利用は集中して食堂内は混雑する。食堂内で密となる混雑を避けるためには、「(1)注文・出食カウンターに並ぶ提供待ち行列」および「(2)会計を待つレジ待ち行列」を解消し、食事を摂るための「(3)空席」を確保することが必要である。これらの混雑の状況をカメラを用いて動画で配信することもできるが、本研究



図1 全方位カメラの映像

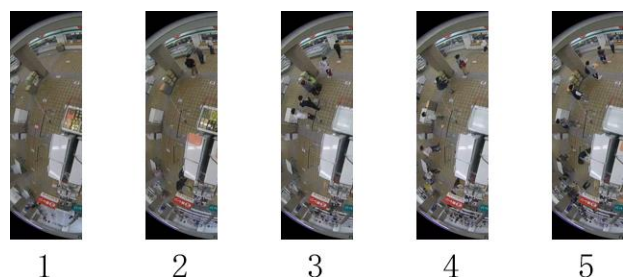


図2 提供待ちの行列の混雑度の例

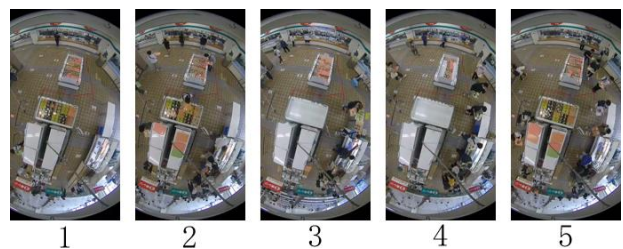


図3 レジ待ち行列の混雑度の例

ではこの3つの混雑状況をそれぞれ5段階に分類して数値化する。カメラからの映像そのものではなく数値化された混雑の情報を提供することにより、生協食堂の利用者のプライバシーは守られる。

図1は天井に設置されている全方位カメラの映像であり、複数のカメラを用いずに食堂内の状況を把握することができる。図の上部は注文・出食カウンターであり、カ

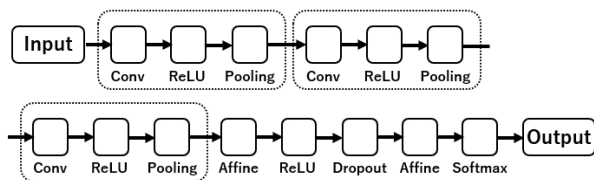


図4 畳み込みニューラルネットワークの構造

ウンターを先頭として図中(1)の提供待ち行列が作られる。図中(2)は①のレジに並び会計を待つレジ待ち行列である。食堂内にレジ待ち行列ができると、レジ担当は増員されて②、③の順にレジは開けられる。

混雑度合いを数値化するために、図1の全方位カメラの画像から提供待ち行列及びレジ待ち行列に対応する範囲をそれぞれ切り取り、混雑度合いを5段階に分類した。分類に用いた2ヶ月分のデータでは、行列に並ぶ人と人との間隔が一定ではなかったり、集団での来店によって行列が雑然としていたケースもあったため、一つ一つ丁寧に行列の長さを基準としてデータを分類した。図2および図3は切り出された提供待ちおよびレジ待ち行列の画像をそれぞれ示しており、混雑の様子は混雑度として1から5の5段階に分類している。食堂内の空席の度合いは、新型コロナウイルス感染症対策による生協食堂内のレイアウト変更のため、全方位カメラではなく別途設置したカメラの映像を用いており、利用可能な席数と利用者の数の割合で分類した。

3. AIによる推定および情報の提示

本研究では、混雑度合いの推定にUSB推論エンジンであるIntel® Neural Compute Stick 2(以下、NCS2とする)を用い、データの学習にはNCS2と親和性の高いTensorFlow⁽¹⁾ライブラリを使用している。図4は混雑度合いの学習およびその推定に用いる畳み込みニューラルネットワーク⁽²⁾を示しており、3つの畳み込み層が適用された後、Affine層を通して結果が出力される構造である。入力される画像データは図2、図3であり、出力は5段階のいずれかである。入力は画像の総ピクセル数を入力として、交差エントロピーを損失関数、バッチ数を200、Dropout率を0.01に設定し、Adam(適応モーメント)による最適化アルゴリズムを用いて学習を行った。

我々の構築したシステムは推定処理部と通知処理部に分けられる。推定処理はNCS2によって実行され、図2、3の画像データに対して混雑度合いが出力される。NCS2により推定された混雑度合いは、通知処理部に送信されて食堂事務所内の大型モニターおよびインターネット上にその情報は提供される。モニターには生協食堂内の映像と図5の混雑状況を示すレベルインジケータが表示される。図5のレベルインジケータは上から順に座席、カウンターおよびレジの混雑度を示しており、それらはそれぞれ3、2、5である。図の例では食堂内の座席の数および出食カウンターには余裕があるが、レジは非常に混雑している。レベルインジケータが空席のない値を示す際には本システムにより事務所内のパトライトを同時に点灯させて職員に注意を促している。図6はインターネット上に提供される一日分の空席情報を示しており、縦軸は混雑度、横軸は時刻である。インターネット上には当日の空席情報および一週前の同曜日のそれが折れ線グラフとして提供

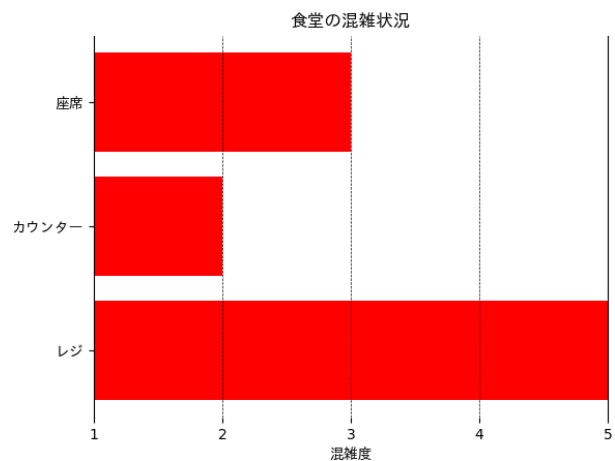


図5 混雑状況を示すレベルインジケータ

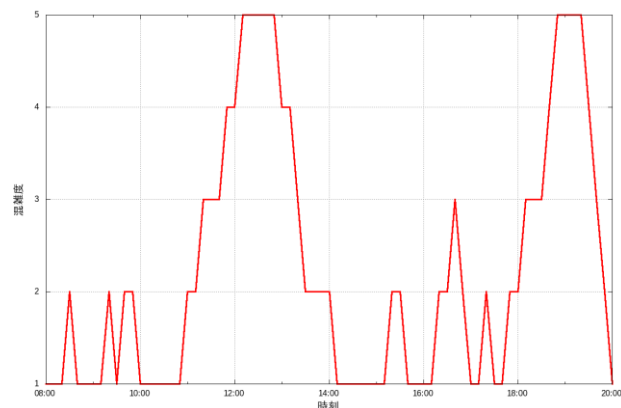


図6 一日分の座席の空席情報

される。図の例では12時と19時の座席の混雑度は5であり、空席はなかった。当日分の空席情報はリアルタイムに提供されるので、利用者は折れ線グラフから混雑する時間を把握でき、自ら生協食堂が満席となる前後に利用時間を調整して、混雑時の利用を避けることができる。職員は一週前の同曜日の情報を参考に来店のピーク時間を予測し、混雑に備えて当日の業務とスケジュールを調整することができる。

4. おわりに

本研究では食堂における全方位カメラの映像からAIを用いて混雑度合いを数値化した。食堂内の混雑度合いを提供待ち行列(カウンター)、会計待ち行列(レジ)および座席(空席)に対して数値化することで、職員はそれぞれに対する適切な対応が可能になった。混雑状況が数値としてインターネット上に提供されることで、利用者のプライバシーは守られるし、リアルタイムで混雑を避けた利用ができるようになった。本研究による混雑緩和に対する検証結果は当日報告する。

参考文献

- (1) TensorFlow: "TensorFlow", <https://www.tensorflow.org/>, 2020年6月8日アクセス。
- (2) 斎藤康毅, "ゼロから作るDeep Learning", pp.205-239, オライリー・ジャパン, (2016)