

## レジの混雑状況緩和システムの開発

外山祥平<sup>†</sup> 平山雅之<sup>†</sup>日本大学<sup>†</sup>

## 1. 研究の背景

近年、商業施設では複合化・大規模化に伴い、利用者の増加による混雑が多く見受けられる。商業施設では、こうした混雑の結果レジで待ち行列が発生し、利用者の満足度が低下するといった問題が発生する。この問題に対する既存の解決策として以下のものが挙げられる。一つ目の解決策は、待ち行列が発生しないようにするために、レジの台数を増加させることである。しかし、この対策では、レジの台数増加による設備投資、設置場所問題、従業員の人件費との問題が発生する。二つ目の解決策は、混雑が集中するレジに並ぶ人の分散化がある。一部のレジに人が集中し、他のレジに人が分散する頃には待ち行列が発生してしまう。レジ混雑を分散させる場合、各レジの待ち人数、待ち時間を予測する必要がある。本研究では、この2つ目の解決策を念頭に、各レジの混雑状況と待ち時間判定をもとに、買い物客が待ち時間の短いレジが分からないという問題を解決することを目標としたレジ混雑状況緩和システムを開発する。

## 2. 既存研究

レジ混雑状況緩和システムの従来技術としては、英国 IRISYS 社（アイリシス社）から「IQ レーン」というシステムが提案されている[1]。このシステムは、サーモ（赤外線）センサを使って、入店客数とレジ待ちしている客数をカウントし、最適なレジ稼働台数を割り出し、待ち時間の少ない状態を提供するものである。このシステムを導入すると、最適なレジ稼働台数が分かるため、レジ精算係が他の仕事に回ることができ、作業の効率化をすることができる。一方でこの方式では、最大の利用者数に対応できるレジの台数を設置しなければいけない為、設置場所を十分に確保できない店舗では十分な効果が期待できない。

また、芹沢らは「マルチエージェントを使用したレジにおける混雑解消法の検証」[2]を提案している。この研究では、買い物客の商品数に着目して、商品数の少ない客用のレジ、商品数の多い客用のレジと分けることで、商品数の少ない客が速くレジを抜けることができ、並んでいる人数を減らす方法を提案している。この研究では、買い物客の商品数に着目して、精算時間が短い買い物客を先に精算することで、並んでいる人数を減らすというシミュレーションを行う。買い物客の商品数が精算時間に関係することが分かっており、このシミュレーションの結果から待ち時間を算出する指標が得られる。一方でこの研究はあくまでも、机上のシミュレーションとして行われており、買い物客は設定に従うものとしている。現実の店舗では、具体的にどのように買い物客を誘導するかまでは、述べられていない。

## 3. レジ混雑状況システム

## 3.1 概要

本システムの目的は、スーパーマーケットにおけるレジの混雑を緩和させることである。レジの混雑を緩和させるために、各レジの待ち時間を求め待ち時間の短いレジに買い物客を誘導することを目標としている。このため、システムでは以下のA~Dの機能実現が必要となる。

- A) 混雑しているレジを検出・把握する
- B) 買い物客の購入数を検知・把握する
- C) 買い物客をどのレジに並ばせるかを判別する。
- D) 実際に買い物客に並ぶべきレジを通知し誘導する。

## 3.2 システム実装上の課題

前述のシステムを実現する上での課題は、次のことが考えられる。

- A) 各レジに何人並んでいるか  
各レジに並んでいる買い物客の商品数はどれくらいか  
各レジの精算処理能力（商品数/時間）はどれくらいか
- B) 買い物客のカゴ内の商品数をどのように検知するか
- C) どのようにして並ばせるレジを決定するか
- D) どのようにして情報を通知するか  
情報の更新タイミングをどうするか

この課題を解決するために、本システムでは以下の方式を採用する。

1. 並んでいる買い物客の把握方法  
赤外線を用いてレジごとの信号を買い物カゴに搭載した受信機で検知することで、どのレジに並んでいるかを把握する。買い物カゴが受信したデータを統合することで、どのレジに何人並んでいるかを検知する。個人を特定する情報を取得しないため、プライバシーの侵害を抑えることができる。製作費用と検知精度を考慮した結果、赤外線による検知方法を選択した。
2. 買い物客の購入数の把握方法  
買い物カゴの底に圧力センサを取り付けて、総重量の変化で商品数を計測する。この方式の優位性は、安価で商品数を計測できる点である。商品数を特定しないため、プライバシーの侵害を抑えることができる。また、軽い商品数を計測できないという検知精度の問題が挙げられるが、検知できない商品数が少数であれば待ち時間に与える影響は小さいと考えた。
3. 並ぶべきレジの決定方法  
各レジが計測した商品数をどれくらいの時間で処理したかで処理速度を求める。各レジの並んでいる人数と商品数から待ち時間を算出する。最も待ち時間の短いレジに買い物客を誘導する。

4. 誘導情報の通知方法

個別の端末に配信する方法を選択した。待ち時間を表示して買い物客を誘導する機能だけでなく、セールの情報、商品情報、店内情報を表示する機能を付けることで機能性を上げて使用率を高めることができる。

3.3 システムの構成

前述の基本アイデアをもとに「商品数検知部」、「人数検知部」、「混雑状況評価部」、「情報提示部」の4つのサブシステムからなるレジ混雑状況緩和システムを開発した。サブシステムの関係図を図1に示す。

①商品数検知部

各レジの待ち時間を算出するための指標として、買い物客が購入する商品数を計測する。“人数検知部”の情報と対応付けて“混雑状況評価部”に買い物客の情報を送信する。

②人数検知部

“商品数計測部”の情報を“混雑状況評価部”に送信するタイミングを判断する。同時に買い物客が並んでいるレジを検知して、“商品数計測部”に送信する。

③混雑状況評価部

送られてきた情報から各レジの待ち時間を算出する。商品数とそれを処理した時間から各レジの精算処理速度を求め、レジ稼働時は、設定している精算処理速度を使用する。また、稼働しているレジの台数を管理する。

④情報提示部

“混雑状況評価部”で算出した各レジの待ち時間を利用者に表示し、待ち時間の少ないレジに買い物客を誘導する。

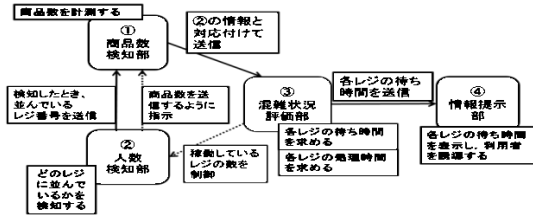


図1 サブシステムの関係図

4. 実装・評価

4.1 実験の目的

開発したシステムでは、各レジの混雑状況の把握と待ち時間推定が特に重要な点となる。ここでは、これらの点についてシステムで採用した方式の妥当性を確認するための実験評価を行った。

4.2 実験方法

①レジ1台の待ち人数と買い物客の商品数を計測する。被験者(A, B, C)3人に任意の数の商品を買物カゴに入れてもらう。次に、任意のタイミングで並んでもらい、そのタイミングと各被験者の精算時間を記録する。初めレジには、買い物客(X)が並んでいるものとする。

②レジ1台はシステムを用いて、待ち時間を算出する。レジ2台はシステム内で待ち時間(5分, 3分)を設定した。合計3台のレジを用いて待ち時間の短いレジに誘導できることを確認する。

4.3 実験結果

①被験者(A, B, C)が実際に入れた商品数の数とシステム上の商品数の結果を表1に示す。被験者の実際の精

算時間を表2に示す。表2を用いて算出した実際の待ち時間とシステム上の待ち時間を表3に示す。

表1 商品数の比較

買い物客	実際の商品数[個]	システム上の商品数[個]
A	4	5
B	3	3
C	2	1

表2 精算時間

被験者	A	B	C	X
精算時間[s]	60.2	58.7	54.9	52.5

表3 実際の待ち時間とシステム上の待ち時間の比較

タイミング	実際			システム		
	待ち時間[s]	人数	並び方	待ち時間[s]	人数	並び方
0	52.5	—	X	—	—	—
1	112.7	2	XA	105	2	XA
2	171.4	3	XAB	140	3	XAB
3	173.8	3	ABC	142.5	3	ABC
4	113.6	2	BC	90	2	BC

②各タイミングにおいての待ち時間の短いレジを表4に示す。

表4 待ち時間の短いレジ

タイミング	システム	
	並ぶべきレジ	並ぶべきレジ
0	—	—
1	1	1
2	1,3	1,3
3	1,3	1,3
4	1	1

5 考察

①表1より各買い物客の商品数は、違いはあるが検知することができている。表3よりレジの待ち人数を把握することができている。表3より実際の待ち時間とシステム上の待ち時間は、1, 2割程度の違いはあるが待ち時間が算出できている。差が生じた原因は、表1より検知した商品数が実際の商品数と異なること、商品を読み取る時間と精算する時間が一定ではないことが考えられる。本システムの計測方法では、商品数にバラつきが生じる。商品数を算出するのではなく、カゴ内の商品数の程度で待ち時間を算出する方法も検討する予定である。

②表4よりシステムは、待ち時間の短いレジを選択できている。表3より待ち時間[s]に差はあるが、システムで並ぶレジを誘導する際は、待ち時間[分]で比較しているため同じレジを選択している。

6. まとめ

本報告では、各レジの待ち時間を求めることで、買い物客が待ち時間の少ないレジを選択できるシステムを紹介した。このシステムでは、買い物客が従来の買い物と同様に買い物を行うことで、各レジの待ち時間が算出される。実際の買い物動作と同様の動作を行うため、利用者の負担を減らすことができると考える。

今後は、本システムを使用して待ち時間を算出するレジの台数を増やした場合の実験とレジの精算処理速度をシステムによって算出した時の実験を行うつもりである。また、今回提案したシステムの情報提示部については画面構成がユーザにとって適切であるかの評価が十分ではない。情報提示部のユーザビリティを検討していく必要がある。

7. 参考文献

[1]高千穂交易株式会社, IQ レーン  
 [2]芹沢良, マルチエージェントを使用した レジにおける混雑解消法の検証, 東京工科大学メディア学部研究論文, 2006  
 [3]村越春香, レジ混雑緩和システムを題材とした情報提示部の設計手法の提案, SWEST17