

GA と人流シミュレーションを活用した食堂のエリアごとのテーブル数の決定

大谷 紀子 研究室

2172013 石井 陵介

1. 背景と目的

東京都市大学横浜キャンパスでは、新学部の開設に伴い学生数が増加し、授業期間中の学生食堂の混雑が深刻化している。混雑緩和策として、食券の購入や食事提供方法の工夫も検討可能であるが、座席を探す時間の発生、食事の提供場所からテーブルへのアクセス性を考慮すると、まずはテーブル配置の変更による混雑緩和を優先すべきである。また、食堂利用者によって利用したいスペースが異なる点や、人々の出現ペースと混雑度が比例する点を踏まえると、学生にとって快適なテーブル配置を決定する際には、それぞれの行動パターンを考慮する必要がある。

本研究では、学生が快適に過ごせる学生食堂のテーブル配置の決定に有用な情報を提供することを目的として、遺伝的アルゴリズムと人流シミュレーションを活用したエリアごとのテーブル数の決定手法を提案する。

2. エリアごとのテーブル数の決定手法

学生食堂の見取り図を図 1 に示す。学生食堂にある移動可能なテーブルは、4 人掛けのテーブル 1、6 人掛けのテーブル 2、3 人掛けのテーブル 3 の 3 種類であり、それぞれ 49 台、23 台、7 台が設置されている。また、エリア G にはテーブル 1, 2 の他に位置固定のテーブルが設置されている。移動可能なテーブルはエリア A~H に配置されるが、テーブル 3 はすべて壁際のエリア H に配置され、他のテーブルはエリア H に配置されない。以上より、本研究ではエリア H 以外のエリアをテーブル 1, 2 の配置の対象とする。

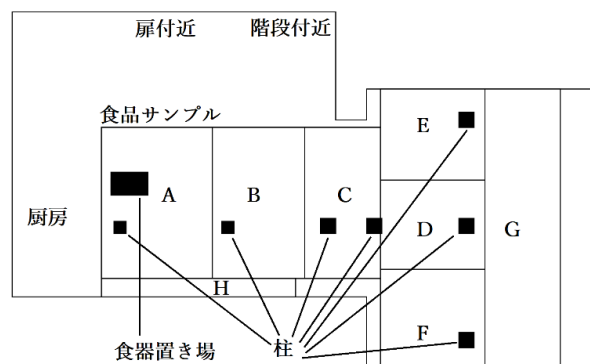


図 1 食堂のテーブル配置可能エリア

提案手法では遺伝的アルゴリズム (GA) を用いて最適なエリアごとのテーブル数を探索する。エリア A から G におけるテーブル 1 とテーブル 2 の個数を染色体として表現し、ルーレット選択により選んだ 2 個体から一点交叉と突然変異により次世代の個体を生成する。テーブル総数が上限を超えた場合には、上限値まで各エリアから順番にテーブルを減らす。突然変異確率は 10% とする。

個体の評価には一緒に食事をするグループをエージェントとする人流シミュレーションを用いる。シミュレーションに登場するエージェントの動作ルールは、2024 年 11 月 11 日の昼休みに学生食堂の様子を撮影した映像をもとに決定する。撮影開始時から食堂にいた 30 のグループと、撮影中に食器置き場を通過したグループのうち、1 人でエリア G に向かった人を除く 33 のグループを対象とする。3600 秒の間、出現時刻、目標エリア、滞在時間が定められた 63 のエージェントに関して、1 秒ごとに出現、着席、退席を処理する。エージェントは定められた時刻に出現し、10 秒後に目標エリア内のテーブルに着席する。目標エリアへの

表 1 提案手法により算出された各エリアのテーブル数と適応度

		集団 サイズ	世代 交代数	突然変異 確率	テーブル数								適応 度
					A	B	C	D	E	F	G	計	
現在	テーブル 1	-	-	-	6	8	4	6	7	6	12	72	2535
	テーブル 2				3	2	4	3	2	3	6		
提案手法 1	テーブル 1	500	1000	10%	19	6	6	4	4	4	4	68	2560
	テーブル 2				5	2	5	2	2	2	3		
提案手法 2	テーブル 1	500	1000	1%	22	6	4	5	4	4	4	72	2515
	テーブル 2				2	2	8	3	3	3	2		
提案手法 3	テーブル 1	1000	1000	10%	21	4	6	6	4	4	4	71	2575
	テーブル 2				2	6	5	2	3	2	2		
提案手法 4	テーブル 1	100	1000	10%	8	12	4	7	5	5	8	69	2475
	テーブル 2				4	2	3	1	5	2	3		
提案手法 5	テーブル 1	100	10000	10%	12	10	5	4	5	4	4	67	2575
	テーブル 2				6	2	5	3	3	2	2		
提案手法 6	テーブル 1	5000	100	10%	8	12	5	5	4	5	5	62	2490
	テーブル 2				0	6	4	2	3	2	2		

着席が成功した場合は人数×5 を適応度に加算する。目標エリアに空席がない場合には、ランダムに着席位置を決める。すべてのテーブルが満席の場合、エージェントは着席せずに退席し、適応度を減少させる。エージェントは着席から滞在時間が経過すると、退席処理が行われる。適応度は他に以下の条件に基づいて増減する。

エリア H は 1 人のグループに好まれるため、エリア H に着席している人数が 11 人以下の場合、人数×15 を適応度に加算する。空いているエリアに着席するほうが快適に過ごせると考えられるため、1 分ごとに収容率が 7 割以下のエリア数を適応度に加算する。また、30 秒ごとにすべてのエリアの収容率が 7 割以下である場合には 5、5 割以下である場合には 10 を加算する。

得られたテーブル数が当該エリアに置けるテーブル数を上回った場合、エリアに需要があると判断し、エリアを拡大する。

3. 評価実験

現在の学生食堂および集団サイズ、世代交代数、突然変異確率を変えて提案手法により求めた各エリアのテーブル数と設置するテーブルの総数、適応度を表 1 に示す。集団サイズ、世代交代数、突

然変異確率は適応度に大きく影響を与えないことがわかる。

提案手法により得られた結果は、現在の食堂におけるエリアごとのテーブル数とは大幅に異なっている。提案手法では、テーブルが特定のエリアに偏る傾向があり、特にエリア A のテーブルの数が多という結果が共通して得られた。設置されたテーブルの総数が現状と等しくなったのは提案手法 2 のみであるが、適応度は低下している。適応度に差がつく原因は着席失敗時のランダム処理にあると考えられ、本処理を適切にすることでより正確な適応度を算出でき、最適なテーブル配置を考えられる。

4. 考察

提案手法により、2024 年 11 月 11 日に学生食堂を訪れた利用者に対して有効なエリアごとのテーブル数を求めることができた。今後の課題として、初期集団の生成方法や適応度計算方法、染色体設計の改良が挙げられる。より強い根拠に基づいた詳細な適応度関数の決定、次世代の遺伝子に適切に良い個体を残す遺伝子設計を実装することで、より適応度の高いエリアごとのテーブル数の決定ができると考えられる。