

人数と接触回数に関するシミュレーション

2017SS095 山本雄大

指導教員：小市俊悟

1 はじめに

2020年の3月半ばまで、新型コロナウイルスの感染者が出た国の中でも、日本は新型コロナウイルスへの感染者が比較的少ない国であった。しかし、その後、海外からの帰国者や感染経路不明の感染者が増え、同月下旬から国内で本格的な流行が始まったと考えられる。そのため、政府は緊急事態宣言を発出し、「人と人の接触を6割以上削減する」ことを国民に要請するに至った。この要請は、6割減という数値的に具体的である一方で、そもそも「人と人の接触とは何か」については、世間に広く知られる形で、はっきりと示されたわけではないと考える。ただし、人と人の接触を避ける手段の一つとして、ソーシャルディスタンスを保つことが求められたため、ともかく他人との距離を保つことが、接触の削減につながることは、明確に知れ渡ったと考える。そこで、本研究では、単純に、人と人が一定の距離以内に近づいたことを接触と考え、そのような接触回数が、空間内の人数や障害物の配置により、どのように変化するかを、マルチエージェントシミュレーションにより調査・検証することを目的とする。特に、上記のような接触の定義を採用する場合、接触回数は人数に比例しないことが予想される。すなわち、人数を半減することが接触回数を半減することになるとは限らないと考える。どのような曲線に従って、接触回数が削減されるかを明らかにする。また、同じ人数であっても、障害物等の配置により、接触回数を減少させることが可能かもしれない。その可能性をシミュレーションを通して探る。

2 artisoc について

本研究では、マルチエージェントシミュレーションの実行環境として、artisoc と呼ばれるソフトウェアを利用する。この artisoc は、日本で最も広く使われている複雑系シミュレーションプラットフォームとされる [1]。

マルチエージェントシミュレーションとは、複数のエージェント（人や生物など）を用意した上で、それらを同時進行的に、各々のルールを下に、お互いに干渉（相互作用）させることで振る舞いを決定し、その結果として、興味ある現象を再現するシミュレーション（仮想実験）である。

3 シミュレーションの設定

本研究では、図1のように、50×50のセルからなる正方形のうちのひとつの部屋を想定したシミュレーションを行う。部屋の中に障害物がまったくない状態に加えて、障害物を一定のパターンに従って配置した場合も考える。人を表すエージェントは、障害物や他の人を避けながら、基本的にはランダムに動き回る状況を考える。人エージェント

は、出入り口を除いて、部屋から入退出することはない。人エージェントは1つのセルを占有するので、人間の平均的な肩幅を50cmとすれば、50×50のセルからなる部屋は25m四方の空間であると考えられる。

総ステップ数を1000回とし、各ステップにおいて、人エージェント間の距離を計測し、距離2.5m以内にある人エージェントのペアの個数を数える。この個数のシミュレーション終了までの総数を人と人の接触回数とする。このようなシミュレーションを、人エージェントの数を変更するだけでなく、障害物を設置する場合や一方通行のような行動ルールを設定する場合を複数試しながら行う。これにより、接触回数と人数の関係を明らかにするだけでなく、同じような空間であっても、障害物の配置や行動ルールの工夫により、接触回数が削減でき、接触回数が少ないような状況を用意できるかを明らかにする。人エージェントの初期位置についても、ランダムに配置する場合や出入口を2つにして人エージェントが入退出を行う場合も考える。障害物の配置は、図2に示したように教室を想定したものや、図3に示したようにスーパーマーケットを想定したものを考える。

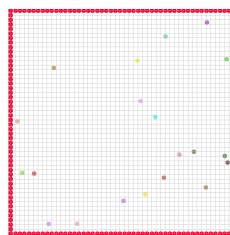


図1 障害物なし

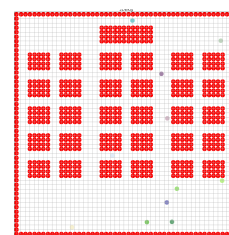


図2 教室

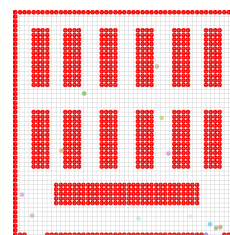


図3 スーパーマーケット

4 障害物の配置変更や一方通行の設定

教室とスーパーマーケットについて次に述べるような変更を加えたシミュレーションを行った。

教室について障害物の配置変更として、机の位置をずらすことで人エージェントの行動を制限することを試みた。これは障害物の配置変更が接触回数の増減を引き起こすか

を検証するためである。

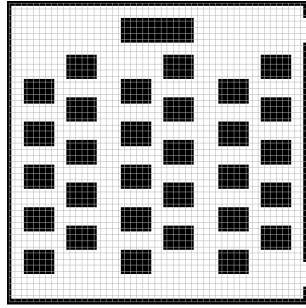


図4 教室

スーパーマーケットにはレジの追加により障害物の配置を変更するとともに一方通行のルールを定めた。出入口を入口専用と出口専用の2つに分け、人エージェントが図5に示すルールに従い、移動方向が制限されるように設定した。室内の下部にはレジを設置し、必ず通過して空間から退出していく。

一方通行による接触回数の削減効果を測るために、比較対象となる設定として、図6に示すように空間の周辺部にある通路のみ一方通行とし、空間の中心付近はランダムに移動する場合も考えた。図5と図6では色のついた矢印は分岐点での分岐方法を表し、矢印の右側にある数字は矢印の行動をとる確率である。白で表された矢印は、その通路では必ず矢印の向いている方向に進む。矢印がない部分については、ランダムな方向に移動する。

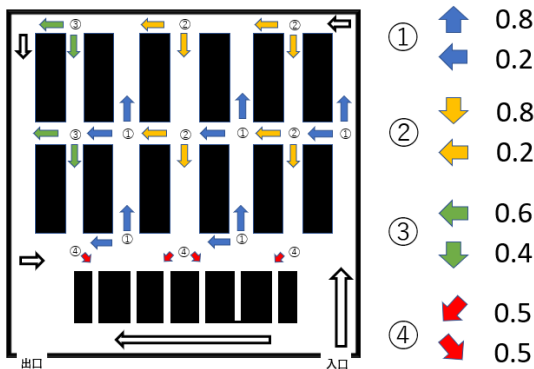


図5 スーパーマーケット

5 結果と考察

教室とスーパーについて、同時にいる最大人数を10刻みに10人から40人まで変えながら、それぞれ10回のシミュレーションを行い、3節で定めた接触回数を集計した。

表1 人数の変化に対する平均接触回数の変化(教室)

人数	10	20	30	40
図2	2280.2	4447.8	5504.0	4491.2
図4	3253.2	12995.4	22484.8	53141.6

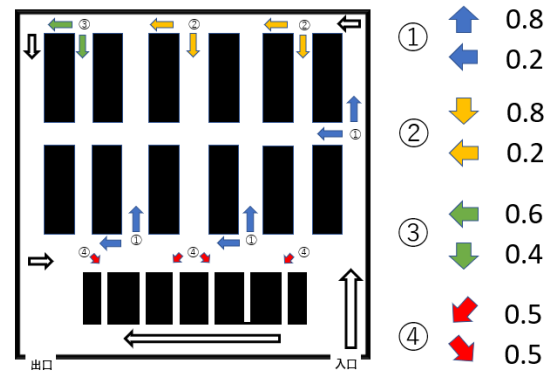


図6 スーパーマーケット(ランダム)

表1に、教室について接触回数の平均を示した表1からわかるように、移動後は移動前より接触回数が大幅に増加している。シミュレーションを注視すると、エージェントの右左折が多く見られた。その結果、接触回数が増加したと考える。

スーパーについて、移動がランダムな場合と、一方通行を導入した場合の接触回数の平均は表2のようになった。

表2 人数の変化に対する平均接触回数の変化(スーパー)

人数	10	20	30	40
スーパー(ランダム)	4887	16268.4	35589.4	53632.4
スーパー(一方通行)	3896	10789.2	17744.8	22172.4

得られた結果をもとに、人数と接触回数の双方について対数をとってから、それらの比を調べると、いずれの障害物の配置であっても比の値が2~3.5程度になるので、接触回数は人数の2~3.5乗に比例することがわかる。一方通行を導入した場合であっても同様である。これより、シミュレーションと同様の状況であれば、本研究で定義した接触回数を6割削減するには、人数を2割強、8割削減するには、人数を4割強削減すれば良い。

6 おわりに

本研究では、接触回数が空間内の人数や障害物により、どのように変化するかをマルチエージェントシミュレーションを用いて検証した。2.5m以内に近づいたことを接触回数と数えた場合、接触回数は空間に存在する人数のおよそ3乗に比例することがわかった。つまり、人数の削減はべき乗で効く、接触回数の削減手段となる。また、行動ルールの追加が接触回数を減らす可能性が示された。

参考文献

[1] 兼田敏之:『artisoecで始める歩行者エージェントシミュレーション』。構造計画研究所 創造工学部 + 名古屋工業大学 兼田研究室, 2010.