

シミュレーションによる エレベーターの混雑についての考察

松井 新
東京学芸大学附属高等学校

1. はじめに

エレベーターと階段を並行利用したビル内の移動に関する研究をシミュレーション通して行った。研究の対象としては通勤時のオフィス内の移動を選び、疲労度や所要時間の減少を目的とした。手法としてシミュレーションを選んだことにはいくつかの理由がある。シミュレーションでは、実際のエレベーターを用いた実験では計測できない細かい数値を記録でき、繰り返して実験が行える。乱数的要素に影響される場合などより公平な値を得ることができ、再現性も実現される。また、設定を変えることで別の状況に応用することができる。

2. 仮説

二つのエレベーターの設定を比較する。上下を往復するエレベーターを停止階が異なるように二台設置し、どのような停止階の組み合わせ方が所要時間、疲労度を最小化させるかを調べる。設定 A では、二つのエレベーターを上位層の階に停止するものと下位層の階に停止するものに分ける一方、設定 B では奇数階と偶数階で停止するものに分ける。そして、仮説は、「所要時間は設定 B の方が設定 A より短く、疲労度は設定 A の方が設定 B より高くなる」とした。

3. シミュレーションの仕組み

研究で制作したシミュレーションは階段、エレベーター、意思決定の三要素によって構成される。しかし、階段とエレベーターのシミュレーションは完成した一方、意思決定モデルの制作は未完成である。各要素の説明と進行に行き詰まった理由を以下説明する。

3-1. 階段とエレベーターのシミュレーション

階段のシミュレーションはエージェント・ベース・モデリング (ABM) の仕組みを利用した。各エージェントは目的地と移動意欲の二つの性質を持っていて、常に移動を試みている。あるエージェントがあるステップにおいて右・左・上に移動する確率をそれぞれ p_{px}, p_{mx}, p_{py} と置くと、 p_x, m_x, p_y のいずれかで表される方向 k に対して、

$$p_k = d_k + \frac{1-D}{b_{px} + b_{mx} + b_{py}} b_k \quad (p_k = 0 \text{ if } b_{px} + b_{mx} + b_{py} = 0)$$

$$d_k = \frac{l_k b_k}{l_{px} b_{px} + l_{mx} b_{mx} + l_{py} b_{py}} D \quad (d_k = 0 \text{ if } l_{px} b_{px} + l_{mx} b_{mx} + l_{py} b_{py} = 0)$$

となる。ここで、 l_k, d_k, b_k は距離、移動する傾向、隣接するグリッド上の他エージェントの存在)を表す。また、 D はエージェントに与えられた移動意欲の値を表す。

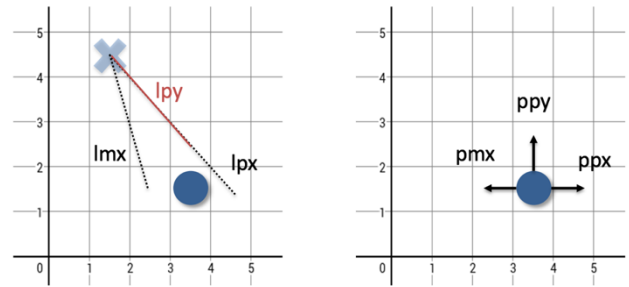


図1. l_k, p_k の設定

階段のシミュレーションも同様に ABM を利用した。エレベーターの動きは単純であり、上昇中に停止階で乗り降りする客がいたら、人数に比例した時間停止するという仕組みを利用した。

3-2. 意思決定モデル制作の失敗

意思決定モデルの制作を試みたが、未完成なのが現状だ。意思決定のプロセスは人間の心理を単純化したモデルであるが、これが少しでも変わると全体の現象から得られる数値は大幅に左右される。ここで問題が生じた。私は「停止階と目的階の差が少ない場合の方がエレベーターを使う」という心理を予想して仮説を立てたのだが、仮説の基にした心理を意思決定のプロセスに組み込んでしまうと、そのシミュレーションによる実験から得られる結果は仮説が真となる方向に偏ってしまう。バイアスがないようなシミュレーションを作り、この研究を進めるには、別の実験を通してある程度正確性が認められる意思決定のプロセスを先に探す必要がある。

4. おわりに

今回の研究では、通勤時のオフィス内での移動の効率化を目的として、エレベーターと階段を並行した移動のシミュレーションを制作し、実験を試みた。しかし、制作に想像以上の時間が掛かり、実際制作の途中で研究が終わってしまった。制作を滞らせた主因は意思決定モデルであり、正確なモデルの制作に必要な研究が事前に行えていなかった。今後、必要となる研究を行い、今回の研究で制作できたモデルを完成させ、実験を実行していきたい。

今回の研究を通して、現実世界で有意義なシミュレーションを制作することの困難を実感した。物理や化学現象ではなく、人間の心理など数式化しにくい対象においては特に忠実に行った研究が要されると分かった。