

Unity の強化学習を用いた学校の避難経路の最適化

5年B組 妙井 柁太
指導教員 高森 智子

1. 要約

本研究では地震が発生した際にどの経路が最適な避難経路となるかについて、Unity を用いて本校を再現し、機械学習を用いて、シミュレーションを行う。

2. 研究の背景と目的

本校の避難訓練において、階段付近で生徒が混雑していたことがあったため、より早く避難することのできる経路があると考えた。また、本校の避難経路として使用されていない屋上を使用したほうが早く避難が完了するのではないか、二次災害で使用できなくなる可能性のある通路のうち、最も影響が大きくなる通路はどこであるのかと考えた。これらを踏まえ、地震発生時においてどの経路が最適となるかを検証することを目的とする。

3. 研究内容

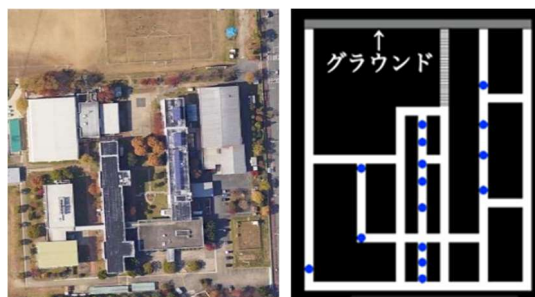
3-1. 強化学習とは

強化学習とは、AI を用いて、報酬を得たり失ったりする条件を定められた学習環境で反復試行をし、経験を元に学習を重ね、報酬を最大化する行動を取るようになっていくという機械学習の1つである。強化学習には様々な種類があるが、今回は深層強化学習を用いる。

3-2. 設定

①通路の作成

Unity 内で校内の通路を簡略化したものを作成する(図1)。

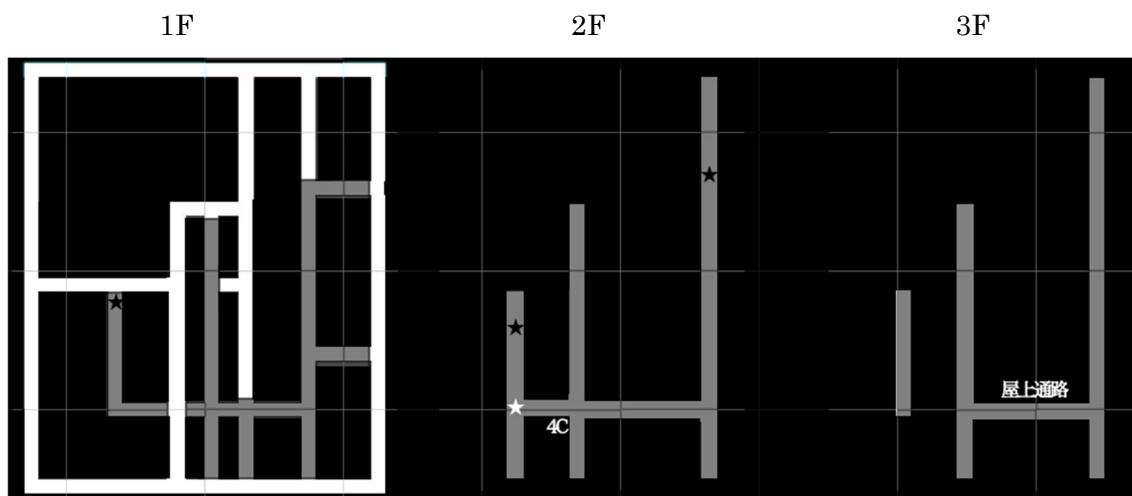


(図1)本校の航空写真(左)と Unity 内の本校(右)

②生徒の移動について

避難の際は、生徒がクラス単位で避難すると定義し、クラスを玉として Unity 内で扱う。すべての生徒が同時に避難を開始し、移動速度は等しく一定である。通路の幅が広いと考えられる百年広場(図の横線部分)を通過している最中は、生徒の移動速度が2倍に上昇する。

生徒は乱数により1~4の数を常に決定し続けており、次に進む方向を1~4の数に対応する上下左右から選び続けている。分岐に到達したり、他の生徒と接触したりすると、選んだ方向へと進行方向を変更する。ただし、学習の進行に連れて、乱数ではなく経験に基づいて1~4の数字を決定するようになる。また、グラウンドまで一直線の通路などの一部の通路は一方通行である。



(図 2)Unity 内の本校 1~3 階

③報酬について

各生徒は、避難中の生徒の人数分だけ負の報酬を常に受け取る。また、建物の内部(図 2 の灰色の部分)にいる生徒の人数分だけより多い負の報酬を受け取る(建物外にいる生徒の約 4 倍の負の報酬を受け取る)。グラウンド(図 1 右上)に到達した生徒は消えて避難完了となる。よって、生徒は避難中の生徒の数がより少なくなるような経路を選ぶようになっていく。

④試行について

10 回の試行につき 1 回判断を更新し、約 1 万回試行を行う。

また、二次災害で使用できなくなる通路として、英語科準備室、多目的ホール及び多目的ホール前、図書室、化学教室前を設定した(図 2 の★☆の箇所)。これらの箇所が使用できない場合についても検証する。

3-3. 結果

強化学習で得られた最適な避難経路は、本校の実際の避難経路と比較して、概ね一致しているということが分かった。

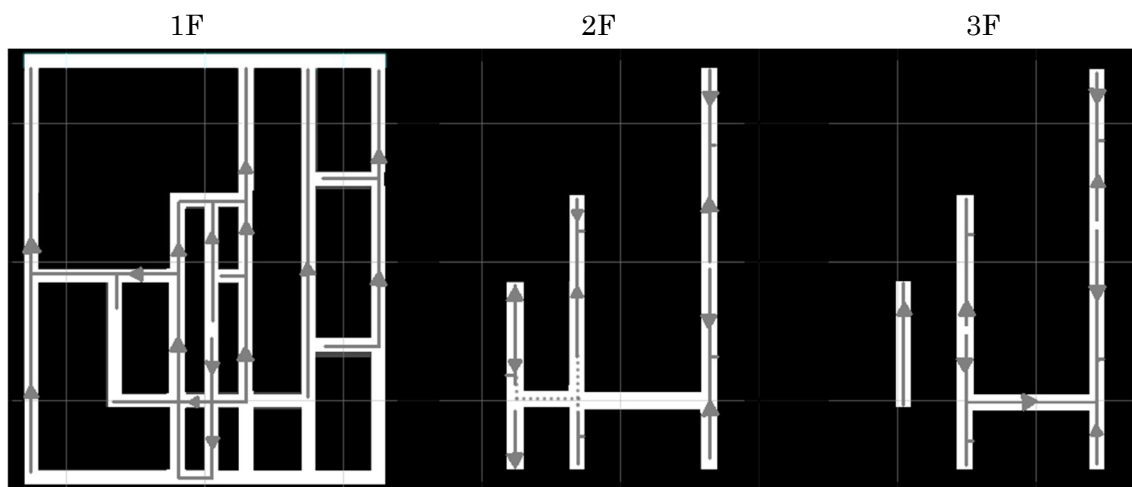
3 階にいる生徒の一部は屋上を通る経路を利用した方がよく、1 階で生徒は非常に混雑するため、複数の通路から分散して避難するとよい。

本校の避難経路について、使用できなくなった際に最も遅延が生じるのは多目的ホール及び多目的ホール前(図 2 の☆の箇所)であったが、本校の避難経路と比べて今回の経路は 4C の生徒が多目的ホール前を通らずにそのまま 1 階に降りる経路を選択したため、あまり影響がなかった。

避難に所要した時間については、本校の避難経路で避難した場合に、避難完了まで約 20 秒かかり、強化学習で得られた避難経路を使用した場合、約 2 秒短縮される。

4. 考察

今回の結果と実際の避難経路を比較すると、今回の結果では生徒が混雑してでも強引に 1 階まで降りてから避難しようとしている様子が見えたため、生徒の報酬の設定や、Unity 内での設定を改良し、現実により近い状況を作成して検証する必要があると考えられる。



(図 3) 本校の避難経路(点線)と、強化学習後の避難経路(実線)

今回のシミュレーションの結果から、屋上を使用できる場合については使用したほうが避難完了が早くなるという結果ではあったが、屋上につながる扉が災害の影響で使用できない状態にあった場合は使用できない。また、屋上に繋がる扉が、横に並んだ生徒2人が問題なく同時に通れる広さではないため、屋上を使用することで混雑してしまう可能性もあるので、実際に人が通るとどうなるかについては現実で検証する必要があると考えた。

5. 今後の展望

シミュレーション内の動きと現実の動きを比較した際に、上記のような課題が見つかったため、改善して再び検証していく必要がある。具体的には、混雑を避けるよう行動させるために生徒同士の接触でも負の報酬を与えたり、強引に外に出ようとする行動を減らすために建物内に生徒がいる場合の負の報酬を緩和したり、現実における避難に近づけるために階段の使用にクールタイムを設けたりすることで、現実に近い検証を行う。その一方で、機械学習は設

定次第である程度希望通りの結果を出すことができってしまうため、報酬の設定については今後も改善を重ねる必要がある。

また、今回の研究では建物を本校に指定したが、設定のみを移植して建物を変更することで、様々な建物で避難経路を最適化することができると思う。

6. 参考文献

- [1]布留川英一、Unity で始める機械学習・強化学習 Unity ML-Agents 実践ゲームプログラミング、株式会社ボーンデジタル(2020)
 - [2]STUDIO SHIN、たのしい2D ゲームの作り方 Unity ではじめるゲーム開発入門、翔泳社(2021)
 - [3] 藤田零・吉田秀典・堀宗朗・M. L. L. Wijerathne,土木学会論文集 A2(応用力学), Vol. 71, No. 2 (応用力学論文集 Vol. 18), I_643-I_654, 2015.
- 地震による建物被害を考慮した 避難行動シミュレーション
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejam/71/2/71_I_643/_pdf