



VR を用いた避難訓練と NPC の行動特性による 避難行動への影響

Evacuation drills using VR and Impact of NPC on evacuation behavior

山本和也¹⁾, 石原真紀夫²⁾

Kazuya YAMAMOTO, Makio ISHIHARA

1) 福岡工業大学院 情報工学専攻 石原研究室 (〒811-0295 福岡県福岡市東区和白 3-30-1)

2) 福岡工業大学 情報工学部 情報工学科 (同上)

概要: 本稿では NPC(ノンプレイヤーキャラクター)を導入した避難訓練を行うことで NPC の行動特性による被験者の行動への影響について考察を行った. 仮想空間内に作成した福岡工業大学 C 棟で 3 つの行動パターンの NPC を用意した後避難訓練を行った. その結果ランダム(パニック状態を想定した動き)に動く NPC に対してストレスを感じ, 集団として動いている NPC の後を追いかけるように避難することが多いことが分かった.

キーワード: 避難訓練, VR, NPC, 切迫感

1. はじめに

近年 VR の発展により様々な分野での利用が期待されている. たとえば買い物, 医療, 防災があげられる. 本稿は避難訓練に焦点をあてる. VR を用いた避難訓練の利点として機材を準備すればいつでも訓練を行うことがあげられる. 一方, 仮想空間内での避難訓練では切迫感等を感じにくく, 対策が必要である. 吉岡ら[1]は子供の単独での避難行動特性をシミュレータを用いて検証した. その結果, 時間ストレスを感じさせると切迫感は増すことが分かった. 本研究では NPC を用いて被験者の避難行動への影響について考察を行った. NPC とはプレイヤーが操作できないキャラクターのことである.

2. 避難訓練システム

本システムは, 被験者に HMD を装着してもらい, 仮想空間内に作成した福岡工業大学 C 棟 (8 階建て) で避難訓練の体験をしてもらう. 仮想空間内での視点の高さは 1.7m で固定しており, 移動速度は 4km/h となっている. 進行方向は被験者の向いている方向で指定され, HTC Vive pro のコントローラーのトリガーで前進できる. 実験に使用した機材は表 1 に示す. また, ゲームエンジンは Unity を使用した. 本避難訓練システムでは福岡工大 C 棟 6 階の研究室からスタートする. プレイヤーが研究室内の 1 台の PC に近づくと火災が発生し, 火災報知器が作動する. 部屋の外に出ると NPC がそれぞれの指定された行動パターンに沿

って動いている. 図 1 は実験に使用した福岡工大 C 棟の 1 階の様子である. 図 2 に火災の様子を, 図 3 に実験に使用した NPC を示す.

表 1 実験環境

HTC Vive pro	解像度	2880×1600 ピクセル
	リフレッシュレート	90Hz
	視野角	110 度
	重さ	765g
PC	CPU	Intel Core i7-7820x
	Graphics Card	GeForce GTX 1080 ti 11GB
	メモリ	16.00GB
	OS	Windows 10 pro 64bit



図 1 避難訓練に用いた福岡工大 C 棟 (1 階)



図 2 火災の様子 (6 階研究室)



図 3 実験に使用した NPC (6 階研究室前)

3. 実験

3.1 目的

火災を想定し NPC を用いた避難訓練での NPC の行動特性による被験者の避難行動への影響を明らかにすることである。また、アンケートによる切迫感、VR 酔い、没入感の評価を行うことである。

3.2 NPC の行動パターン

NPC の行動特性として 4 パターン用意した。まずパニック状態を想定するもの (P1) と集団で避難を行うもの (P2) の 2 パターンさらに、P1 に P2 の移動方向を一方 (西、または東) にしたものを組み合わせたものが 2 パターンである。P2 は NPC が東と西それぞれに向かって移動する。P3 は P2 が西側 (B 棟側) 階段へ向かい、P4 は P2 が東側 (D 棟側) 階段へ向かう。図 4 は C 棟 6 階の見取り図である。実際の避難経路は赤い矢印で図 5 に示す。

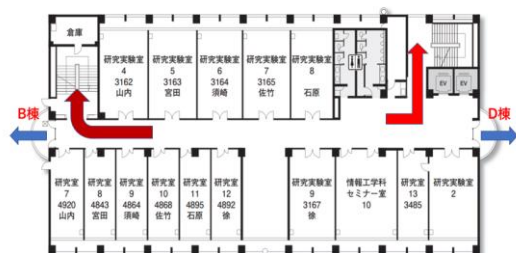


図 4 福岡工大 C 棟 6 階

3.3 方法

被験者は 20~23 歳の (男性 10 名) である。以下に実験の流れを示す。

1. 練習用の仮想空間で操作方法に慣れてもらう。
2. 作成した福岡工大 C 棟 6 階石原研究室に移動する。
3. NPC の行動パターンをランダムに選択する。(NPC 無しも含める)
4. 火災が発生したら C 棟 1 階まで避難する。
5. アンケートに回答してもらう。
6. NPC のパターンをランダムに選択する (NPC 無しも含める)。
7. 3~6 をすべてのパターンを行うまで繰り返す。

アンケートの評価項目は表 2 の 9 項目である。また、いいえを 1、はいを 5 とした 5 段階評価とする。検定にはウィルコクソンの符号付順位検定を用いた。質問内容は吉岡ら [1] と飯村ら [2] が用いたアンケート内容を参考に作成した。

表 2 アンケート

切迫感	①	火災にあったかのような不安を感じましたか
	②	NPC の動きに対してストレスを感じましたか
	③	避難経路が制限されているように感じましたか
	④	早く逃げなければならぬと感じましたか
	⑤	脱出できないのではないかと感じましたか
没入感	⑥	自分の足で歩いているように感じましたか
	⑦	仮想現実が現実のように感じましたか
VR 酔い	⑧	自分の向いている方向が分からなくなりましたか
	⑨	実験の途中で気分が悪くなりましたか

4. 結果

実験後の結果を表 3 に示す。また、NPC なしのパターンを P0 とする。図 5, 6, 7, 8 のグラフは一部の被験者の仮想空間内での移動の軌跡である。グラフの縦軸、横軸は仮想空間内での座標に対応している。スタート地点は $(X, Y) = (10, 90)$ である。グラフの原点は図 4 の研究実験室 8 に対応している。単位は dm である。黄色が P0、灰色が P1、黄緑が P2、青が P3、オレンジが P4 である。また、表 3 の赤文字は検定結果に有意差が認められたものである。P0 は NPC 無しでの結果のため質問 2 の項目は空欄とした。被験者のうちの 7 割は P3, P4 で NPC の向かっている方向と同じ方向へと避難を行っていた。図 5 から 8 では被験者 D が P3 で NPC と逆の方向に経路を選んだがその他はすべて NPC と同じ方向を選んでいる。

表 3 アンケート結果の平均値

項目	P0	P1	P2	P3	P4
1	3.4	3.7	3.9	3.6	3.6
2		1.0	3.8	3.4	3.5
3	1.0	1.7	3.9	3.4	3.4
4	3.4	3.3	4.1	3.3	3.4
5	1.2	1.2	1.4	1.3	1.3
6	3.8	3.8	3.9	3.8	3.8
7	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5
8	1.0	1.0	1.5	1.2	1.2
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

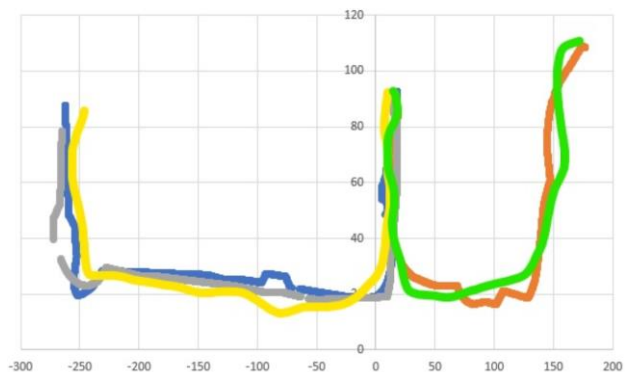


図 5 被験者 A の移動の軌跡

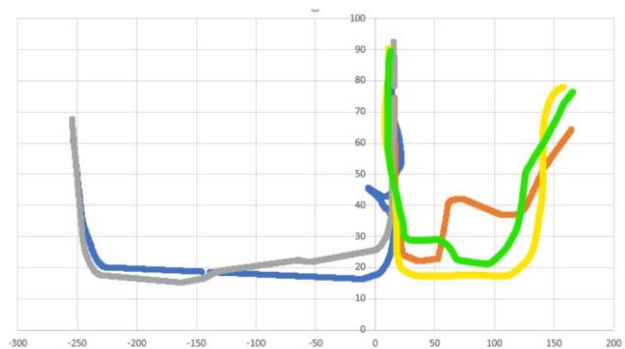


図 6 被験者 B の移動の軌跡

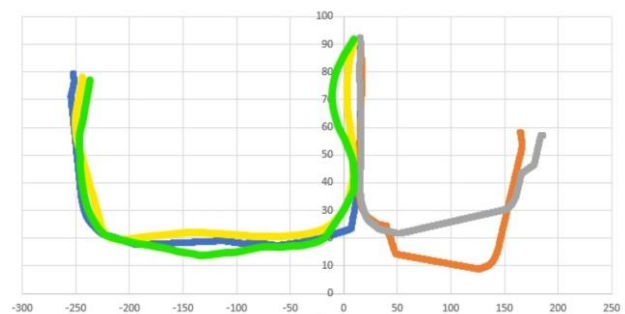


図 7 被験者 C の移動の軌跡

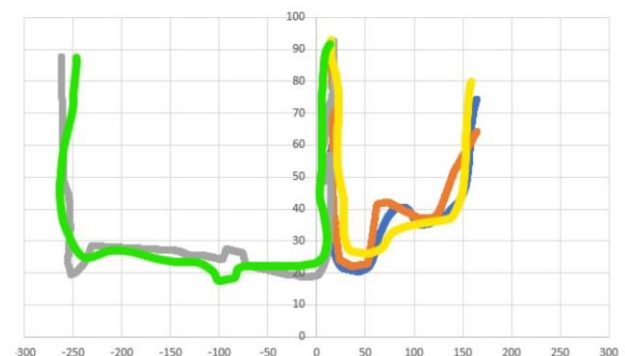


図 8 被験者 D の移動の軌跡

5. 検定と評価

ウィルコクソンの符号付順位検定を用い、各質問項目において P0 とその他のパターンの検定を行ったところ以下の項目に有意差がみられた

質問 3. 避難経路が制限されている様感じたか.

P2,P3,P4 において有意水準 1%で有意差がみられた. このことから NPC の避難経路選択はユーザーの避難行動への影響を与えることができると考えられる.

質問 4. 早く逃げなければならないと感じたか.

P2 においてのみ有意水準 1%で有意差がみられた. このことから多くの NPC が自分の付近からいなくなる様子は逃げなければならないと感じさせることができると考えられる.

6. 結論

今回の実験では NPC による避難行動への影響の評価を行った. 評価の結果から切迫感ある程度与えることができた. また, 集団で行動する NPC が向かった方向へ避難経路をとる被験者が 7 割を超えたことから NPC による避難の誘導という点でも生かせると考えられる. 図 6, 7, 8, 9 から被験者は NPC の間を縫うようにしながらも仮想空間内を探索することなく最短距離で避難を行っていることがわかる. 今後の課題として NPC や福岡工大のモデルの品質の向上や NPC の行動パターンを増やすことでより有用なシステムとして利用できると考えられる.

7. 参考文献

[1]吉岡辰巳, 建部謙治, 鈴木賢一: 火災避難時のストレスと危機回避行動に与える影響について, 日本建築学会計画系論文集, 第 615 号, pp.69-74, 2007

[2]飯村 浩平, 中村 広幸, 大倉 典子, 小松 剛: 臨場感と現実感の定量化と評価の実験, 日本人間工学会第 53 回大会, 2012