

三次元仮想空間実験による能動的探索行動モデルの研究

名古屋工業大学大学院 工学研究科
創成シミュレーション工学専攻
岡本 光平

1. 研究の背景と目的

これまで、そぞろ歩きのような自由探索行動を表すエージェントモデルとして、スペースシンタックス理論(以下SS理論)¹⁾により「自然な動き」を模擬すると称するEVACSなどが知られていた^{2),3),4)}。

それに対し、何か目的物を探索する行動などは能動的探索行動であると言え、「経路探索行動」、「目的物探索行動」の2種類に分類できる。ここで、今日の「デパ地下状況(地下の密集した売り場の中であれこれ迷いながら商品を購入する状況)」等で見られる目的物探索行動について考えると、売り場を巡る効率のため同じ経路を辿ろうとしない反面、メンタルマップの不完全さや記録・想起の不完全さゆえに経路が重複する行動が時折観察される。しかし、このような目的物探索行動を表すモデルについての議論は活発ではない。

本研究では、はじめに最少筆書原則(できるだけ少ない筆書数で行動すること)と忘却(人間の記憶の不完全さ)を考慮した能動的探索行動モデルとして考案されたLessened Strokes Exploration Model(以下LSEM)^{5),6)}をシミュレーション実験によってその特性を確認する。次に、三次元仮想空間システムにおける被験者実験を行い、その際の人の能動的探索行動がいかなる行動ルールをもって行われているのかを分析する。さらに、LSEMと被験者実験より得たデータとの突き合わせを行う。その上で、LSEMが人の行動特性のどのような側面を表しているのかを分析、検討する。

2. LSEMについて

本研究で取り扱うLSEMとは、経路履歴、いわば足跡を歩行平面に「記録」し、可能な限りその足跡を踏むことを避ける、つまり、「筆書数(stroke)」を最小化しようと振る舞う歩行者モデルである。また、この足跡の消去によって「忘却」を操作的に扱うことが可能になる。

3. 三次元仮想空間における被験者実験

LSEMシミュレーションにおけるエージェントの歩行行動と三次元仮想空間における行動の双方のデータを突き合わせるため、仮想空間を作成した後、被験者25名による三次元仮想空間での被験者実験を行った。

実験画面には2Dマップと3Dマップがあり、被験者には3Dマップのみ見えている。そして、被験者が仮想空間内をキーボードのE(前進)、S(左回転)、D(右

回転)、X(後退)の4つのキーを使用して歩行者(LSEMのエージェントに該当する)を行動させることで、2DマップにLSEM同様の足跡記録がなされる。

4. 三次元仮想空間被験者実験とLSEMシミュレーションの結果の突き合わせによる検討

忘却率を0に設定したLSEMシミュレーションが被験者実験のデータに近い傾向を示しているかを分析するため、平均値の差の検定を行った。また、被験者実験のデータから10歩行ステップごとに座標をプロットし、進行方向選択における行動ルールの抽出を試みた。

5. 結論

得られた知見を以下に示す。

1) 足跡制約を導入したLSEMver.1は、既存の自由探索行動と比べてはるかに効率的な結果であることから、足跡制約が能動的探索行動における「目的物探索行動」のモデルに有効な行動ルールであることを確認した。2) 足跡(経路履歴)の消失によって「忘却」を導入したLSEMver.2のシミュレーションによれば、冗長性の指標である歩行ステップ数が忘却率に対して単調増加することが明らかになった。また、忘却率が十分に大きい場合、LSEMver.2は自由探索行動を表現可能なモデルであると言える。3) 仮想空間における被験者実験に関しては、LSEM(忘却率0ケース)に近い傾向を示していると考えられる。4) 被験者実験において、10歩行ステップごとの進行方向選択をカウントすると7割を超える地点において足跡制約型最深長方向の選択が多く、LSEMにおける足跡制約という行動ルールの有効性が示唆された。

以上のことから、LSEMが自由探索行動とは異なる、「目的物探索行動」を表す能動的探索行動モデルとして有効な特性を持っていることが明らかになった。

【参考文献】

1) Hillier B. and Hanson J., The Social Logic of Space, Cambridge University Press 1984 2) Penn A. and Turner A., Space Syntax based Agent Simulation, in Schreckenberg, M., & Sharma, S. (eds), Pedestrian and Evacuation Dynamics 2001, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 99-114 3) Turner A. and Penn A., Encoding natural movement as an agent-based system: an investigation into human pedestrian behaviour in the built environment, Environment and Planning B: Planning and Design 2002, volume 29, pages 473-490 4) Penn A. and Turner A., A system and method for intelligent modelling of public spaces, Patent Application GB0020850.4, UK Patent Office 2004 5) Toshiyuki K., Kohei O. and Masaki T., Modeling and Simulation of Proactive Exploration Behaviors with Imperfect Recall, Pedestrian and Evacuation Dynamics 2014 6) 兼田敏之, 自律エージェントの能動的探索行動シミュレーションシステム, 国際特許分類 G06Q 10/00, 日本特許庁 2014