

花火のマルチエージェント・シミュレーション

— 自律エージェントの行動ルールから花火ショーを創発させる —

制作者: 大久保 俊 (関西学院大学 総合政策学部)

制作時期: 2025年6月～7月 / 実行環境: artisoc 4.2.1 (アカデミック版) / 規模: 911行

1. 制作の経緯

本モデルは、山影進『人工社会構築指南 — artisocによるマルチエージェント・シミュレーション入門』第5章の「花火」モデルを出発点としています。同章の花火は、イフ文(条件分岐)を学ぶための最小の教材で、エージェントが真上に上昇し、30ステップ目にランダムな方向へ散る、というものです。本作は、この「ある閾値で行動を切り替える」という骨格だけを引き継ぎ、“本物の花火”をエージェントの行動ルールと相互作用から創発させることを目標に、打ち上げから消灯までの全過程を独自に設計・実装したものです。制作者がプログラミングに本格的に取り組む原点となった作品でもあります。

2. モデルの構成

空間は Square_2D (200×100)。エージェントは打ち上げ玉／火花／子玉／煙の4種類で、これに軌跡(残光)と夜空のグラデーションの2つの空間変数(場)を組み合わせています。打ち上げ玉は目標高度まで上昇して爆発し、種類に応じたパターンで火花・子玉を生成します。火花は空気抵抗・重力・寿命に従って運動と減光を続け、全ての光が消えた時点でショーが終了します。

3. 5種類の花火と実装技法

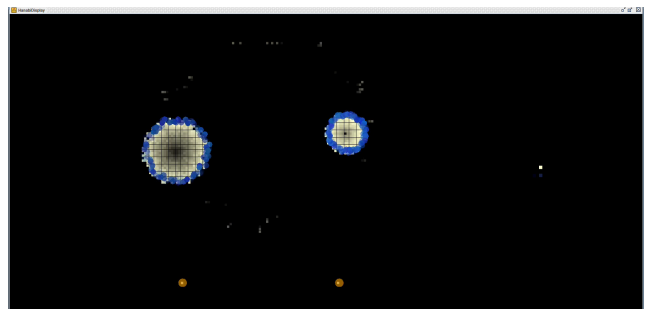
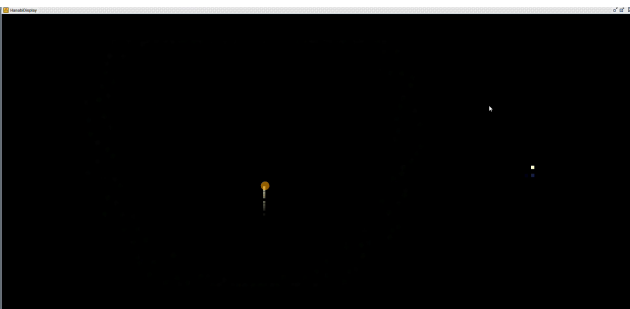
種類	挙動	主な実装技法
菊	尾を引く星が球状に開き、軌跡が残る	火花が軌跡場に残光を書き込み、毎ステップ減衰
牡丹(多層)	速度と寿命の異なる3～4重の同心円+中心フラッシュ	層ごとに初速・寿命・色を変えて同時生成(青・赤・緑のテーマ)
千輪	子玉が飛散し、遅延後にそれぞれ二段目の爆発	子玉エージェントに遅延タイマーを持たせた多段構造
柳	金色の枝が扇状に開き、重力で垂れ下がる	速度を v_x/v_y に分解し重力を逐次加算、 atan2 で向きを再計算(時間とともに重力増)
型物	ハート形の輪郭を描いて開く	カージオイド $r=(1+\sin t)$ 上の点へ向かう初速ベクトルを付与

共通の表現として、空気抵抗(毎ステップ速度×0.985)、寿命比の3乗による自然な減光、二段変色(初期色→黄→消灯:星が燃えながら色を変える様子の再現)、減衰する残光(軌跡場)、膨張しながら灰色に褪せる煙を実装しています。

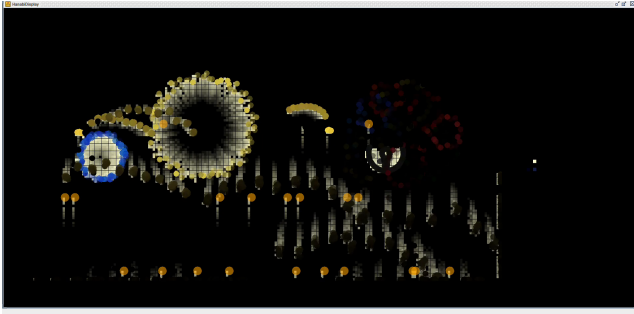
4. ショー構成(時間による振り付け)

打ち上げはステップ数で5段階に演出しています。導入(～350:5種類を1発ずつ紹介)→展開(351～550:単発～2連)→盛り上がり(551～800:2～4連から3～6連へ)→グランドフィナーレ(801～1000:一度に7～11発)→終息(1000～:打ち上げ停止後、玉・火花・軌跡が全て消えるのを待って「全ての光が消えました」と表示し終了)。“撃ち終わり”ではなく“消え終わり”で閉じる設計です。

5. 実行の様子

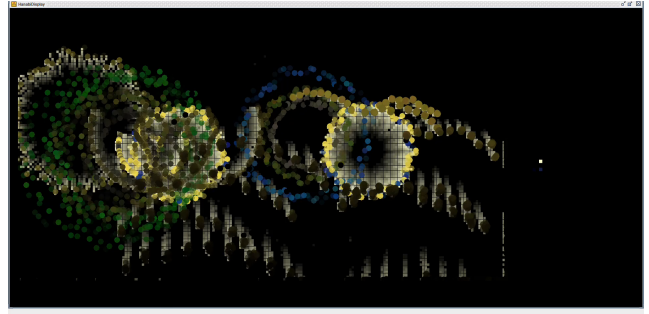


多層の牡丹(青芯の同心円)



中盤:多色の連射(菊・千輪ほか)

柳:重力で垂れ下がる金色の枝



グランドフィナーレ

6. 同梱ファイル

Finish_hanabi.model(モデル本体) / demo_movie.mp4(実行の画面録画・約90秒) /
screenshots(実行時スクリーンショット4点) / 本資料(PDF)