

Assignment_10

第一題

根據題目我們可以得到的已知隨機微分方程為:

$$dx_t = f(x_t, t)dt + g(x_t, t)dW_t$$

目標:找出速度場 $v(x_t, t)$ 使得 $dx_t = v(x_t, t)dt$ 。

第一步:

對隨機微分方程的機率密度 $p(x, t)$ ，會滿足 Fokker-Planck 方程:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} [f(x, t)p(x, t)] + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} [g^2(x, t)p(x, t)]$$

第二步:

定義一個機率流量(probability current) J 為:

$$J(x, t) := f(x, t)p(x, t) - \frac{1}{2} \partial_x [g^2(x, t)p(x, t)].$$

且此時:

$$\partial_t p = -\partial_x J(x, t),$$

第三步:

根據速度場 v 的定義，速度場為機率流除以機率密度:

$$v(x, t) := \frac{p(x, t)}{J(x, t)}$$

接著將 J 帶入，我們得到:

$$v(x, t) = f(x, t) - \frac{1}{2p(x, t)} \partial_x [g^2(x, t)p(x, t)]$$

因為機率密度 $p(x, t)$ 大於零，將後面展開後我們可以得出:

$$\begin{aligned}\frac{1}{p} \partial_x [g^2(x, t) p(x, t)] &= \partial_x g^2(x, t) \frac{p(x, t)}{p(x, t)} + g^2(x, t) \frac{\partial_x p(x, t)}{p(x, t)} \\ &= \partial_x g^2(x, t) + g^2(x, t) \partial_x \log[p(x, t)]\end{aligned}$$

因此我們得出：

$$v(x, t) = f(x, t) - \frac{\partial_x g^2(x, t)}{2} - \frac{g^2(x, t)}{2} \partial_x \log[p(x, t)]$$

第四步：

代回最初的式子 $dx_t = v(x_t, t)dt$ ，我們得出我們要的 ODE 結果：

$$dx_t = \left[f(x_t, t) - \frac{1}{2} \partial_x g^2(x_t, t) - \frac{g^2(x_t, t)}{2} \partial_x \log[p(x_t, t)] \right] dt$$

第二題

一、AI 的未來能力：讓遊戲中的每個 NPC（非玩家角色）都擁有獨立思考與真實互動的智能

在幾年前，AI 剛問世於世界時我就曾思考過：如果遊戲的人物跟我們一樣都是有智慧的會是怎樣的情況？兩個人工智慧遇到時互相討論問題又會發生什麼事情？這代表遊戲世界中的每個角色都不再只是被程式預先設定好的對話樹，而是能根據自身記憶、情緒、動機以及與玩家的互動歷史，自主產生反應與行動。

這項能力若能實現，將徹底改變遊戲產業與人機互動的方式。玩家不再只是「扮演」劇情中的角色，而是真正生活在一個由 AI 組成、會學習與思考的虛擬世界裡。NPC 之間甚至能彼此交流、形成社會關係網絡，發展出獨立於玩家之外的故事。

至於這種技術的重要性，它代表人類第一次創造出的「持續演化的人工社會」。玩家與世界的互動會不斷改變 NPC 的價值觀與行為，使每次遊戲體驗都獨一無二。

二、涉及的機器學習類型

要讓每個 NPC 都具備獨立思考與行為決策能力，我認為至少三種主要的機器學習方法結合是必要的：

1. 監督式學習

用於訓練 NPC 的語言理解與對話生成模型，讓其能正確解析玩家輸入並回應自然語句。資料來源可包含真實人類對話資料庫，而目標訊號則是正確的語意理解與合適回應。

2. 非監督式學習

讓 NPC 自行從遊戲中的大量互動資料中學習規律，例如理解社會結構、資源分配或情感模式。這部分讓 NPC 能在沒有明確標籤下發現「如何生存與合作」。

3. 強化學習

是整個系統的核心。每個 NPC 都可被視為一個智能體，根據環境狀態與目標採取行動。NPC 透過與世界和玩家互動獲得獎勵，從而學會最有效的行為策略。

這三種學習方式的結合能使 NPC 具備語言、情感與行為層面的智能。NPC 甚至能透過多智能體強化學習學習彼此合作或競爭，讓遊戲世界真正「活起來」。

三、第一個「模型化」問題

我認為如果要開始研究這樣的系統，第一個必須解決的模型化問題是：

「如何讓兩個 AI NPC 在沒有人工腳本的情況下，自主產生有邏輯且具目標導向的對話？」

至於為何不是討論如何將 AI 融入 NPC 之中是因為此技術在近幾年已經有許多公司在進行研發，這部分在近 10 年內應該就能發展完成，但我所提出的問題我認為要使二者產生有意義的對話是值得研究的部分。

起初測試可以先讓二者在設定完角色定位後先進行對話，再者，我們可以設計一個簡化的虛擬環境，將 AI 融入每個 NPC 使其具備獨立記憶、目標與基本需求。透過強化學習，NPC 會學習何時與他人互動、交換資源、或建立友誼。監督式與非監督式學習則可協助其理解語意與生成自然語句。

評估方式可包括：NPC 對話的連貫性、行為是否符合目標、更進階的話可以觀察不同 NPC 是否能形成穩定社會結構。若模型能在無人介入的情況下維持長期互動，就表示 AI 已成功跨出「虛擬自主思考角色」的第一步，就可以進行更後期的發展。