

ML Assignment X

AI 的未來與機器學習的基石

Name : 林欣妤
Student number : 314652023

November 10, 2025

1 AI 跨領域理論融合與重構

我認為 20 年後的 AI 有可能具備「跨領域理論融合與重構」的能力。這種 AI 不僅能閱讀與理解不同學科的知識（如物理、生物、化學、經濟學等），更能自動找出它們之間的共通性與數學結構對應。

目前的 AI 雖能進行跨領域資料整合（如多模態學習），但仍缺乏「理論層次」的理解與抽象化能力。未來的跨領域理論 AI，將能從不同領域的方程式、實驗資料與文字描述中，自動抽取共同的數學結構與因果邏輯，進而提出新的統一理論或轉換框架。

此能力對人類社會與科學的意義重大：它可能加速統一物理學中尚未解決的理論，或在生物與資訊科學之間建立新型計算原理，甚至重新定義我們對「自然法則」的理解。這樣的 AI 不只是工具，而是能在知識層次上創造與重構理論的研究者。

2 涉及的機器學習類型

2.1 非監督式學習

AI 必須從不同領域的數據與方程中自動抽取潛在結構。例如，透過對比學習（contrastive learning）發現不同理論中的對應變數或不變量。

- 資料來源：科學文獻、方程式資料庫、模擬與觀測數據。
- 目標訊號：數據或符號表示中的潛在共通結構。

2.2 監督式學習

AI 需要學習「何謂好的理論對應」——例如模型之間能量守恆結構的一致性或方程式形式的相容性。

- 資料來源：人類建立的跨學科對應（如熱力學與資訊論）。
- 目標訊號：理論對應的正確性與可解釋性評分。

2.3 強化學習

AI 在理論重構過程中需不斷嘗試不同映射與轉換，透過環境回饋（如理論預測準確度或簡潔度）優化其對應策略。

- 獎勵訊號：重構後模型的可預測性、理論一致性與可解釋性。

因此，這是一種具探索性與創造性的學習系統，能從多領域知識中自我演化出新的理論架構。

3 第一步的模型化：跨理論方程對應的簡化問題

作為實現此能力的第一步，可以設計一個「跨理論方程對應」的模型問題：

給定兩個描述不同現象的動態系統，要求 AI 自動找出它們之間的數學對應關係（變數映射與結構轉換）。

此簡化問題能體現發現不同理論間深層結構相似性的核心概念，是跨領域理論融合的雛形。

3.1 可測試性

若 AI 能找出變數轉換後使兩組方程式的動態行為相符，並能以符號形式呈現對應關係，即視為成功。可評估指標包括：動態模擬誤差、對應方程的符號相似度與理論可解釋性。

3.2 所需工具

- 符號回歸 (Symbolic Regression)：發現變數轉換與數學結構；
- 圖神經網路 (Graph Neural Networks)：表徵方程間的結構關聯；
- 跨模態嵌入 (Cross-modal Embedding)：將文字與數學符號映射至同一語義空間；
- 強化學習與最佳化：在龐大理論映射空間中搜尋最一致的對應。