**Báo cáo Bài tập: Robot Vacuum Agent**

**Mục tiêu:**

Xây dựng một **agent mô phỏng robot hút bụi tự động** trong môi trường lưới 2D.  
Agent cần có khả năng cảm nhận ô hiện tại (sạch hay bẩn), di chuyển trong không gian giới hạn, và thực hiện hành vi làm sạch theo quy tắc hoặc chiến lược nhất định.

**Cách thức thực hiện:**

Bài được chia làm nhiều phần (tasks):

1. **Tạo môi trường mô phỏng (Task 1)**
   * Xây dựng lưới kích thước m x n, mỗi ô có xác suất bẩn dirt\_prob.
   * Robot di chuyển trên lưới, cập nhật vị trí và trạng thái từng ô.
2. **Xây dựng Simple Reflex Agent (Task 2)**
   * Áp dụng luật đơn giản:
     + Nếu ô hiện tại bẩn → **CLEAN**
     + Nếu sạch → **di chuyển ngẫu nhiên**
   * Không lưu trạng thái trước đó (stateless).
3. **Model-Based Reflex Agent (Task 3)**
   * Thêm bộ nhớ (visited, grid\_state) để lưu các ô đã làm sạch.
   * Di chuyển đến các ô chưa được làm sạch → bao quát tốt hơn.
4. **Simulation Study (Task 4)**
   * Chạy thử cả ba loại agent: Random, Simple Reflex, Model-Based.
   * So sánh hiệu suất trung bình (performance score) trên nhiều kích thước phòng (5x5, 10x10, 100x100).
5. **Phân tích độ ổn định (Task 5)**
   * Kiểm tra hoạt động khi cảm biến hoặc môi trường không hoàn hảo (bẩn sai 10%, vật cản,…).
   * Model-based agent vẫn giữ hiệu quả tốt hơn do có khả năng ghi nhớ và thích nghi.

**Kết quả:**

* **Simple Reflex Agent:** hoạt động tốt trong môi trường nhỏ, nhưng thường bỏ sót ô và lặp lại đường đi.
* **Model-Based Agent:** bao quát môi trường tốt hơn, đạt hiệu suất cao nhất trong thử nghiệm.
* Khi mô phỏng lỗi cảm biến 10%, hiệu suất giảm nhẹ (~5–10%), nhưng agent vẫn hoàn thành nhiệm vụ.

**Hạn chế:**

* Agent chưa tối ưu đường đi (chưa có lập kế hoạch tìm đường toàn cục).
* Không xử lý được chướng ngại vật phức tạp.
* Có thể cải thiện bằng cách kết hợp *thuật toán tìm đường (A)*\* hoặc **reinforcement learning** để tối ưu quyết định.

**Tổng kết:**  
Robot Vacuum Agent là ví dụ điển hình của hệ thống **AI phản xạ (reflex-based agent)**.  
Qua bài này, ta hiểu rõ quy trình thiết kế, đánh giá và cải tiến agent từ đơn giản đến thông minh hơn.