

## Coarse Coding trong Học Tăng Cường

**Coarse Coding** là một **kỹ thuật biểu diễn trạng thái (state representation)** trong các bài toán học tăng cường với không gian trạng thái **liên tục**.

Thay vì biểu diễn mỗi trạng thái bằng một đặc trưng duy nhất (one-hot), coarse coding **dùng nhiều đặc trưng mờ chồng lấp nhau** (overlapping features). Mỗi đặc trưng (feature) **mã hóa một vùng lớn** trong không gian trạng thái.

### Mục đích:

Giúp agent **tổng quát hóa** tốt hơn và học hiệu quả trong không gian liên tục hoặc lớn mà không cần phân chia quá chi tiết như tile coding.

### Vùng Tiếp Nhận (Receptive Fields)

#### Định Nghĩa

- Vùng tiếp nhận của một đặc trưng là tập hợp các vị trí kích hoạt đặc trưng đó
- Cho phép hiểu biết chi tiết hơn về các trạng thái lân cận

#### Tính Chất

##### 1. Kích Thước Vùng

- Vùng lớn: tổng quát hóa tốt hơn
- Vùng nhỏ: phân biệt tốt hơn

##### 2. Hình Dạng

- Có thể là hình tròn, vuông, hoặc các hình dạng khác
- Ảnh hưởng đến cách tổng quát hóa

### Tile coding:

Tile Coding (còn gọi là CMAC – Cerebellar Model Articulation Controller) là một kỹ thuật biểu diễn trạng thái liên tục bằng cách phân mảnh không gian trạng thái thành các lưới chồng nhau (tiles).

→ Nó giúp ánh xạ trạng thái liên tục thành một vector đặc trưng nhị phân sparse, có thể dùng cho hàm xấp xỉ tuyến tính.

Nguyên lý;

- **Multiple tilings:** Sử dụng nhiều lưới chồng lấp
- **Offset tilings:** Các lưới được lệch nhau một khoảng nhỏ
- **Computational efficiency:** Hiệu quả tính toán cao

**Kích thước tile:**

- Tile lớn → tăng generalization
- Tile nhỏ → tăng discrimination

**Hình dạng tile:**

- Hình vuông: tổng quát hóa đều các chiều
- Hình chữ nhật: kiểm soát độ rộng theo từng chiều
- Co giãn chiều để điều chỉnh tầm ảnh hưởng

**Cải thiện discrimination**

- **Một tiling:** tổng quát hóa trong hình vuông
- **Nhiều tiling:** tổng quát hóa theo đường chéo
- **Random offset:** tổng quát hóa hình cầu và đồng nhất

**Hạn chế**

- Số lượng tiles tăng theo hàm mũ với số chiều
- Cần xử lý riêng từng chiều đầu vào
- Phụ thuộc vào đặc thù bài toán

So sánh : Coarse Coding vs Tile coding

Kỹ thuật	Mô tả	Tổng quát hóa
Tile coding	Phân lưới đều, không chồng	Có, nhưng không mờ
Coarse coding	Vùng chồng mờ, không đều	Mạnh

State Aggregation:

**State Aggregation** là một kỹ thuật **xấp xỉ hàm giá trị** trong học tăng cường bằng cách **gộp nhiều trạng thái chi tiết vào cùng một nhóm (bucket)** và **áp dụng cùng một giá trị ước lượng** cho tất cả các trạng thái trong nhóm đó.

→ Mục tiêu: Giảm kích thước không gian trạng thái để **học nhanh hơn, dễ tổng quát hóa hơn**

Tại sao cần?

- Khi không gian trạng thái **quá lớn** (hoặc **liên tục**), ta không thể lưu giá trị riêng biệt cho từng trạng thái. Ví dụ dễ hiểu như là, nếu có 1000 trạng thái nhưng ta chia thành 10 nhóm, chỉ cần lưu 10 tham số thay vì 1000
- State aggregation giúp ta ánh xạ các trạng thái phức tạp thành **nhóm trạng thái rời rạc** có thể xử lý được.

Ưu điểm	Bởi vì
Dễ triển khai	Phân vùng đơn giản
Tăng tốc độ học	Vì không cần lưu giá trị riêng cho từng trạng thái
Tổng quát hóa tự nhiên	Trạng thái tương tự có cùng giá trị

Nhược điểm	Bởi vì
Tổng quát hóa quá thô	Không phân biệt được trạng thái khác biệt trong cùng nhóm
Phụ thuộc vào cách phân vùng	Nếu chia vùng không hợp lý, hiệu suất học sẽ kém

## So sánh

Kỹ thuật	Phân chia rời rạc	Chồng lấp	Học đặc trưng
State Aggregation	☑ Có	✗ Không	✗ Không
Tile Coding	☑ Có	☑ Có	✗ Không
Coarse Coding	✗ Mờ	☑ Có	✗ Không