



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# Modelos de Markov ocultos <sup>1</sup>

Albert Sanchis  
Alfons Juan  
Jorge Civera

*DSIC*

Departament de Sistemes  
Informàtics i Computació

---

<sup>1</sup>Para una correcta visualización, se requiere Acrobat Reader v. 7.0 o superior

# Objetivos formativos

- Interpretar un *HMM (modelo de Markov oculto)*
- Calcular la probabilidad de una cadena de forma directa

# Índice

<b>1</b>	<b>Definición de HMM</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Probabilidad de una cadena</b>	<b>5</b>

# 1. Definición de HMM

Un *modelo de Markov oculto* o *HMM (Hidden Markov Model)* es un modelo probabilístico para *procesos (sistemas) Markovianos*: el estado del sistema en  $t + 1$  sólo depende de su estado en  $t$  i sólo se observa  $x$  (la secuencia de estados visitados permanece *oculta*).

**Ejemplo:**

# Definición formal

Un HMM es un modelo  $M = (Q, \Sigma, \pi, A, B)$ , donde:

- $Q$  es un conjunto finito de **estados** (que incluye uno *final*,  $F$ )
- $\Sigma$  es un conjunto finito de **símbolos** o **alfabeto**
- $\pi \in [0, 1]^Q$  es un vector de **probabilidades iniciales**
- $A \in [0, 1]^{Q \times Q}$  es una matriz de **probabilidades de transición**
- $B \in [0, 1]^{Q \times \Sigma}$  es una matriz de **probabilidades de emisión**

**Ejemplo:**

## 2. Probabilidad de una cadena

La probabilidad que  $M$  asigna a (genere)  $x = x_1x_2 \cdots x_T$  es:

$$P_M(x) = \sum_{\mathbf{q}=q_1q_2\cdots q_T} P_M(x, \mathbf{q})$$

donde

$$P_M(x, \mathbf{q}) = [\pi_{q_1} B_{q_1, x_1}] \cdot [A_{q_1, q_2} B_{q_2, x_2}] \cdot \dots \cdot [A_{q_{T-1}, q_T} B_{q_T, x_T}] \cdot A_{q_T, F}$$

**Ejemplo:**  $x = ab$

# Conclusiones

- Hemos visto en qué consiste un HMM
- También hemos visto cómo calcular de forma directa la probabilidad que un HMM asigna a una cadena