



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Aprendizaje de HMMs: re-estimación por Viterbi ¹

Albert Sanchis
Alfons Juan
Jorge Civera

DSIC

Departament de Sistemes
Informàtics i Computació

¹Para una correcta visualización, se requiere Acrobat Reader v. 7.0 o superior

Objetivos formativos

- Describir el criterio de *máxima verosimilitud* para la estimación de parámetros de un HMM.
- Aplicar el *algoritmo de re-estimación por Viterbi*.

Índice

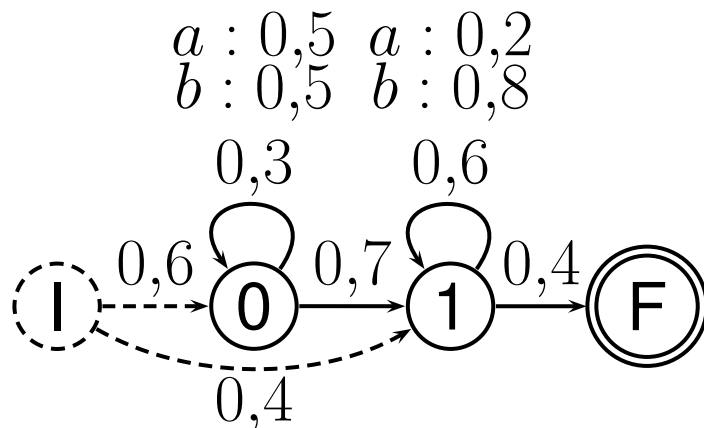
1	Estimación por máxima verosimilitud	3
2	Algoritmo de re-estimación por Viterbi	5

1. Estimación por máxima verosimilitud

Denominamos **verosimilitud** (de los parámetros) de un HMM M respecto a un conjunto de cadenas de entrenamiento $X = \{x_n\}_{n=1}^N$ a:

$$L(M) = P_M(x_1, x_2, \dots, x_N) = \prod_{n=1}^N P_M(x_n)$$

Ejemplo: $x_1 = a$ y $x_2 = babbb$



$$\begin{aligned} L(M) &= P_M(x_1) \cdot P_M(x_2) \\ &= 0,032 \cdot 0,006832 \\ &= 0,0002186 \end{aligned}$$

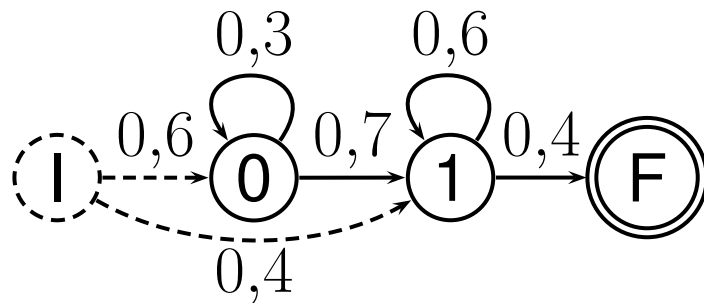
Estimación por máxima verosimilitud (cont.)

Estimación por máxima verosimilitud consiste en elegir (valores de los parámetros de) un HMM de máxima verosimilitud:

$$\hat{M} = \arg \max_M L(M)$$

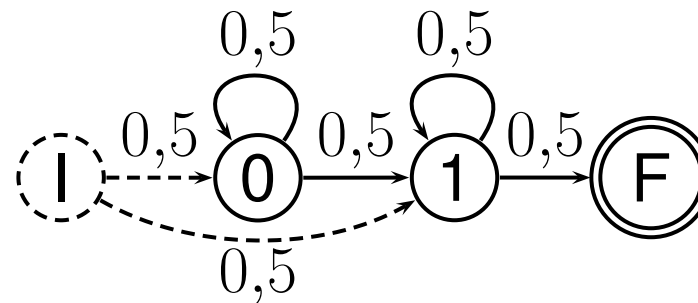
Ejemplo: $x_1 = a$ y $x_2 = babbb$

$a : 0,5$ $a : 0,2$
 $b : 0,5$ $b : 0,8$



$$\begin{aligned} L(M) &= 0,032 \cdot 0,006832 \\ &= 0,0002186 \end{aligned}$$

$a : 0,7$ $a : 0,3$
 $b : 0,3$ $b : 0,7$



$$\begin{aligned} L(M') &= 0,075 \cdot 0,003422 \\ &= 0,0002567 \end{aligned}$$

M' es más verosímil que M

2. Algoritmo de re-estimación por Viterbi

- **Entrada:** $X = \{x_n\}$ y un HMM inicial $M = (Q, \Sigma, \pi, A, B)$
- **Salida:** un HMM (igual o) más verosímil $M = (Q, \Sigma, \pi, A, B)$
- **Método:**

repetir

$$M' = M$$

$$\tilde{q}_n = \arg \max_{\mathbf{q}} P_{M'}(x_n, \mathbf{q}) \quad \text{para todo } n$$

$$\pi_q = \sum_n [\tilde{q}_{n,1} = q] \quad \text{para todo } q$$

$$A_{q',q} = \sum_n \sum_t [\tilde{q}_{n,t} = q', \tilde{q}_{n,t+1} = q] \quad \text{para todo } q' \text{ y } q$$

$$B_{q,s} = \sum_n \sum_t [\tilde{q}_{n,t} = q, x_{n,t} = s] \quad \text{para todo } q \text{ y } s$$

Normalizar π , A y B para que representen probabilidades

hasta que $M = M'$

Re-estimación por Viterbi: ejemplo

Re-estimación por Viterbi: inicialización

Conclusiones

- Hemos visto en qué consiste el criterio de máxima verosimilitud para la estimación de parámetros de un HMM
- Hemos visto el algoritmo de re-estimación por Viterbi y cómo aplicarlo