

# Modelos Alternativos de RI



UCR – ECCI

CI-2414 Recuperación de Información

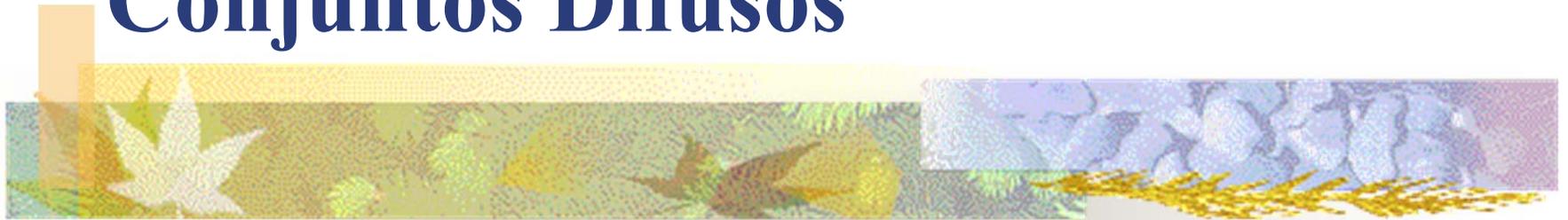
Prof. Kryscia Daviana Ramírez Benavides



## Aspectos Generales de los Modelos Alternativos

- Estos modelos son en general bastante costosos de implementar, y no siempre dan grandes resultados.
- Por ello, son en general poco populares, con la excepción del LSI y, las Redes Neuronales y Bayesianas.
- En algunos de estos modelos existe la correlación entre los términos (dependencia entre los términos):
  - Conjuntos Difusos (pertenencia de concepto).
  - Vectorial Generalizado y LSI.
  - Redes Bayesianas (Redes de Inferencia y Redes de Confianza).

# Conjuntos Difusos





## Características de los Conjuntos Difusos

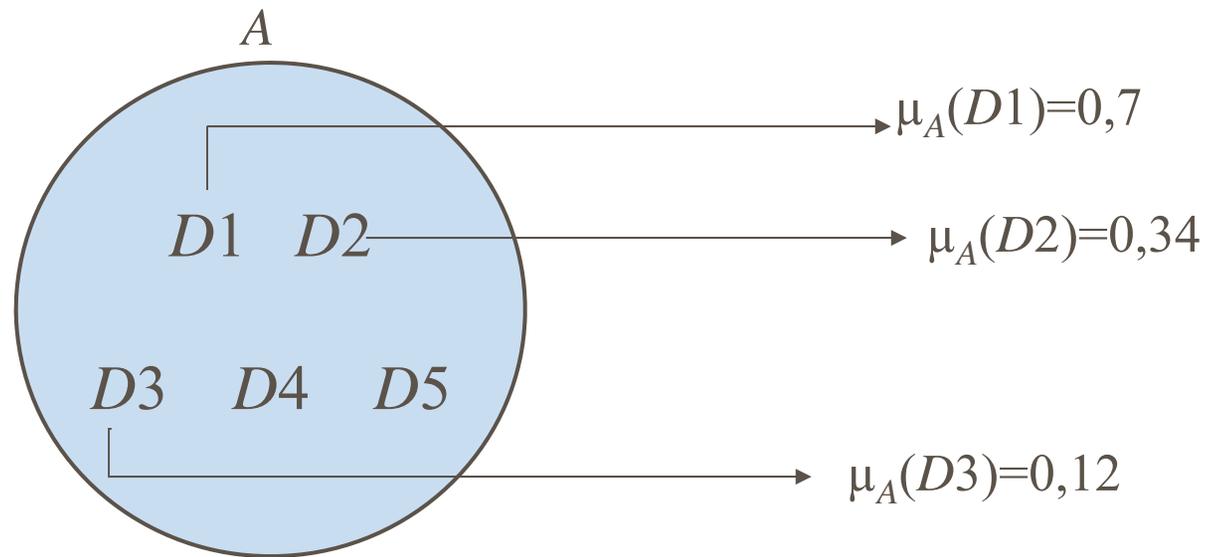
- Es una extensión del Modelo Booleano.
- La representación de un documento a través de términos implica una representación vaga de la semántica del documento.
- Por tanto, la relevancia de un documento con respecto a una consulta solo puede ser un valor aproximado, no exacto.
- Se puede definir un conjunto difuso, de modo que cada documento tendrá un grado de pertenencia ( $<1$ ) a ese conjunto.
- La relevancia equivaldrá al grado de pertenencia al conjunto, y será un valor comprendido entre 0 y 1.

## Características de los Conjuntos Difusos (cont.)

- Un elemento tiene un grado de pertenencia (entre 0 y 1) a un conjunto (en particular, de los documentos a la respuesta).
- El AND, OR y NOT operan sobre estos grados de pertenencia como *min*, *max* y *complemento*.
- Captura documentos donde ocurren otros términos relacionados con los de la consulta.
- Por ejemplo: si muchos documentos que hablan de “*guerra fría*” hablan de “*misiles cubanos*”, entonces la correlación de los términos será alta y una consulta sobre “*guerra fría*” podrá recuperar documentos que hablan solamente de “*misiles cubanos*”.

## Definición Formal de un Conjunto Difuso

- Un conjunto difuso  $A$  de un universo de discurso  $U$  se caracteriza por la función de membresía  $\mu_A: U \rightarrow [0,1]$  la cual asocia a cada uno de los elementos  $u$  de  $U$  un número  $\mu_A(u)$  en el intervalo  $[0,1]$ .



## Definición Formal de un Conjunto Difuso (cont.)

- Dado un universo de discurso  $U$  dos subconjuntos difusos  $A$  y  $B$  de  $U$  y  $A'$  es el complemento de  $A$  relativo de  $U$ . Si  $u$  es un elemento de  $U$  entonces:
  - $\mu_{A'}(u) = 1 - \mu_A(u)$
  - $\mu_{A \cup B}(u) = \max(\mu_A(u), \mu_B(u))$
  - $\mu_{A \cap B}(u) = \min(\mu_A(u), \mu_B(u))$
- La membresía indica que tanto pertenece el término al documento.

## Definición Formal de un Conjunto Difuso (cont.)

- El grado de pertenencia (membresía) de  $k_i$  a  $d_j$  se calcula:

$$\mu_{ij} = 1 - \prod_{k_l \in d_j} (1 - c_{il})$$

- Factor de correlación normalizado, que indica que tan relacionados están los términos  $i$  y  $l$ :

$$c_{il} = \frac{n_{il}}{(n_i + n_l - n_{il})}$$

- Donde:

- $n_i$  = número de documentos que contienen a  $k_i$
- $n_l$  = número de documentos que contienen a  $k_l$
- $n_{il}$  = número de documentos que contienen a  $k_i$  y  $k_l$

## Definición Formal de un Conjunto Difuso (cont.)

- Se tienen diferentes conjuntos difusos, un conjunto para cada término, y cada uno está formado por los grados de pertenencia del término en los diferentes documentos de la colección ( $U$ ).
- Se tiene un conjunto difuso para la consulta, el cuál está formado por los componentes conjuntivos de la consulta en FND:

$$D_q = cc_1 + cc_2 + \dots + cc_x \quad cc_{xj} = (\mu_{1j}, \mu_{2j}, \dots, \mu_{tj})$$

- El grado de pertenencia (membresía) de  $d_j$  a  $q$  se calcula:

$$\mu_{qj} = \mu_{cc_1+cc_2+\dots+cc_x,j} = 1 - \prod_{i=1}^x (1 - \mu_{cc_{ij}})$$

## Definición Formal de un Conjunto Difuso (cont.)

- Al calcular la correlación de los términos se obtiene una matriz de correlación:

$$\begin{pmatrix} & k_1 & k_2 & \dots & k_t \\ k_1 & 1 & 0,3 & \dots & 0,1 \\ k_2 & 0,3 & 1 & \dots & 0,7 \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ k_t & 0,1 & 0,7 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$



## Definición Formal de un Conjunto Difuso (cont.)

- Para cada término  $k_i$  podemos definir un conjunto difuso asociado, donde cada documento tendrá un grado de pertenencia.
- El grado de pertenencia se puede calcular como la suma de los factores de correlación del término  $i$  con los términos que contiene el documento.



## Ejemplo de Conjuntos Difusos

- El usuario realizará sus consultas de un modo similar al modelo booleano.
- La consulta se transformará en una forma normal disjunta.
- Los operadores AND y OR de la expresión de la consulta se resuelven a través de:
  - Cálculo del mínimo (AND) o máximo (OR) grado de pertenencia.
  - Operación matemática (sumas, productos) sobre los coeficientes de correlación de los términos.

## Ejemplo de Conjuntos Difusos (cont.)

$$\begin{pmatrix} & k_1 & k_2 & k_3 \\ k_1 & 1 & 0.6 & 0.4 \\ k_2 & 0.6 & 1 & 0.75 \\ k_3 & 0.4 & 0.75 & 1 \end{pmatrix} \quad \mu_{ij} = 1 - \prod_{k_l \in d_j} (1 - c_{il})$$

$d_3 = (0, 4, 2)$

$$\mu_{13} = 1 - ((1 - c_{12}) \cdot (1 - c_{13})) = 1 - ((1 - 0.6) \cdot (1 - 0.4)) = 0.76$$

$$\mu_{23} = 1 - ((1 - c_{22}) \cdot (1 - c_{23})) = 1 - ((1 - 1) \cdot (1 - 0.75)) = 1$$

$$\mu_{33} = 1 - ((1 - c_{32}) \cdot (1 - c_{33})) = 1 - ((1 - 0.75) \cdot (1 - 1)) = 1$$

## Ejemplo de Conjuntos Difusos (cont.)

- Consulta Genérica:

$$q = k_1 \wedge (k_2 \vee \neg k_3)$$

- Consulta en FND:

$$q = (k_1 \wedge k_2) \vee (k_1 \wedge \neg k_3)$$

$$q_{fnd} = (k_1 \wedge k_2 \wedge k_3) \vee (k_1 \wedge k_2 \wedge \neg k_3) \vee (k_1 \wedge \neg k_2 \wedge \neg k_3)$$

$$q_{fnd} = (1,1,1) \vee (1,1,0) \vee (1,0,0)$$

$q_{cc}$

## Ejemplo de Conjuntos Difusos (cont.)

$$q = k_1 \wedge (k_2 \vee \neg k_3)$$

$$q_{fnd} = (1,1,1) \vee (1,1,0) \vee (1,0,0)$$

$$D_q = cc_1 + cc_2 + cc_3$$

$$D_q = (1,1,1) + (1,1,0) + (1,0,0)$$

$$\mu_{q_j} = \mu_{cc_1+cc_2+cc_3, j} = 1 - \prod_{x=1}^3 (1 - \mu_{cc_{ij}})$$

$$\mu_{q_j} = 1 - (1 - \mu_{1j} \mu_{2j} \mu_{3j}) (1 - \mu_{1j} \mu_{2j} (1 - \mu_{3j})) (1 - \mu_{1j} (1 - \mu_{2j}) (1 - \mu_{3j}))$$

$$\mu_{q_3} = 1 - (1 - \mu_{13} \mu_{23} \mu_{33}) (1 - \mu_{13} \mu_{23} (1 - \mu_{33})) (1 - \mu_{13} (1 - \mu_{23}) (1 - \mu_{33}))$$

$$\mu_{q_3} = 1 - (1 - 0.76 \cdot 1 \cdot 1) (1 - 0.76 \cdot 1 (1 - 1)) (1 - 0.76 (1 - 1) (1 - 1)) = 0.76$$

## Resumen

- Correlación de términos.
- Correlación de documentos con los conjuntos difusos asociados a los términos.
- Cálculos algebraicos para computar el grado de pertenencia de un documento a un conjunto difuso definido para la consulta.
- No es un modelo muy extendido entre los especialistas de RI.
- No hay experimentos suficientemente amplios para comparar el modelo con otros.

# LSI: Latent Semantic Indexing





## Características del LSI

- Es una extensión del Modelo Vectorial.
- Plantea el problema de la indexación usando términos:
  - Documentos relevantes que no contengan términos no serán recuperados
  - Documentos que contengan los términos, pero que no sean relevantes, serán recuperados.
- La idea es mapear el espacio de vectores a uno de menor dimensión conservando lo mejor posible las distancias entre los vectores. Existen métodos matemáticos bien conocidos y heurística para hacer esto.

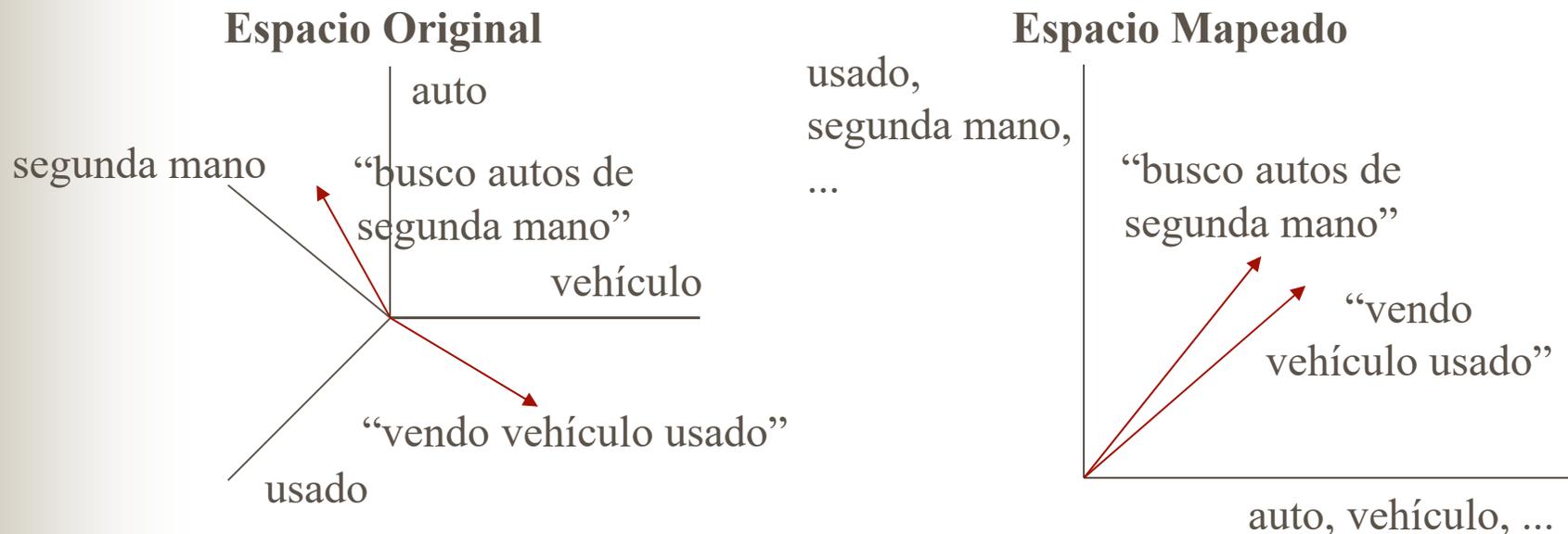


## Características del LSI (cont.)

- Lo que ocurre es que selecciona un conjunto de vectores relativamente independientes, y los dependientes se colapsan en una sola coordenada.
- La idea es que los vectores del espacio reducido representan conceptos más que términos, y que esto reducirá el *ruido* de las palabras individuales.

## Ejemplo del LSI

- Por ejemplo: si “*auto*” y “*vehículo*” tienden a aparecer en los mismos documentos, los dos vectores serán relativamente dependientes y colapsarán. Luego, al preguntar por uno de ellos se recupera el otro también.





## Resumen

- Se presenta la idea de utilizar conceptos en lugar de términos para representar documentos y consultas.
- Se mapean los vectores  $d$  y  $q$  en un espacio dimensional inferior de conceptos.

# Redes de Inferencia



Basado en la presentación de Yanina Cordero



## Características de las Redes de Inferencia

- Es una extensión del Modelo Probabilístico
- Basado en las redes bayesianas, son una extensión de la aplicación de la teoría de la probabilidad a la RI.
- Entre las redes bayesianas están:
  - Redes de Inferencia.
  - Redes de Confianza.
- Las redes de confianza generalizan las redes de inferencia.

## Características de las Redes de Inferencia (cont)

- Modelo basado en Redes Bayesianas (1960):

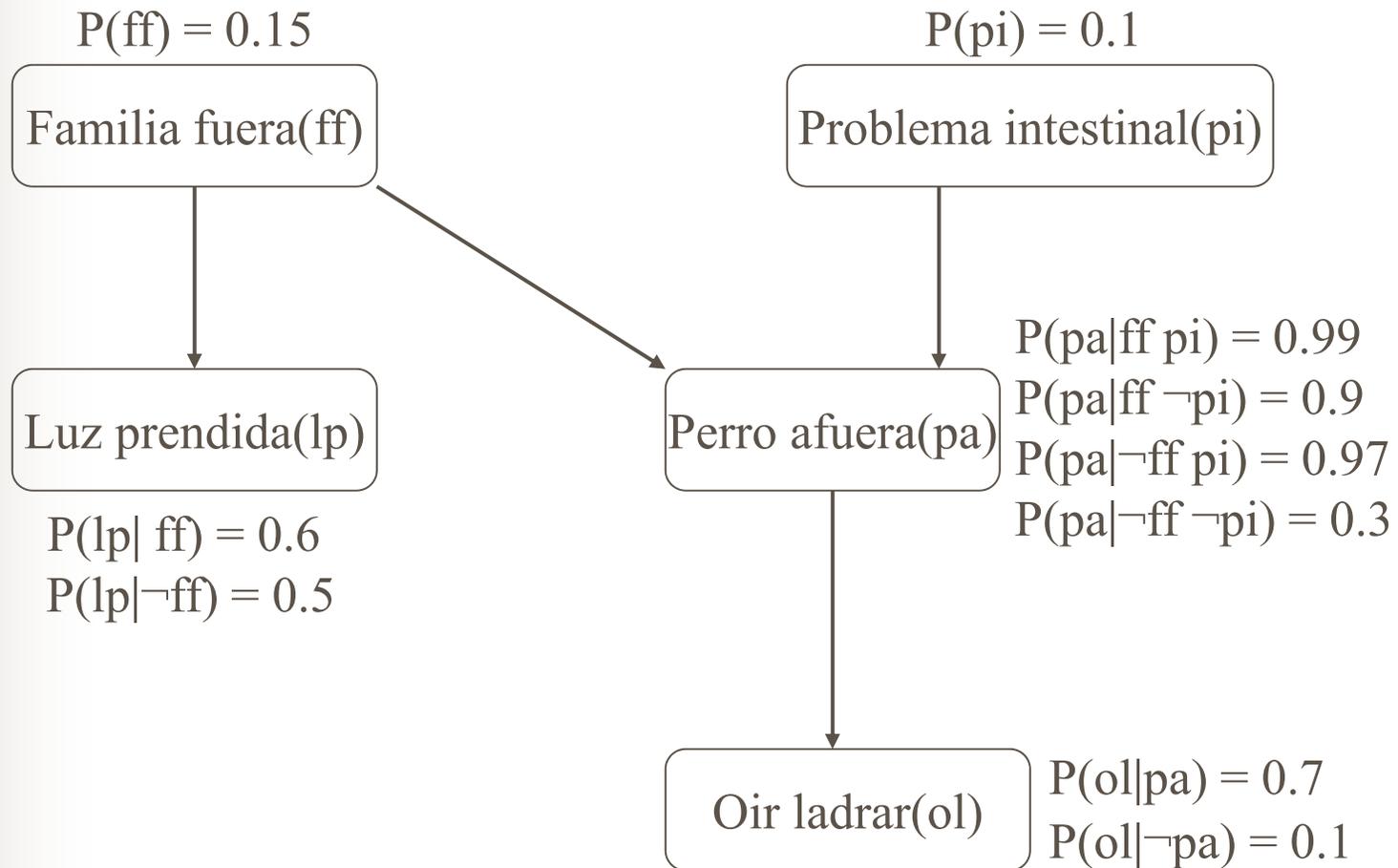
- Regla de Bayes:

$$\Pr(A | B) = \frac{P(B | A) * P(A)}{P(B)}$$

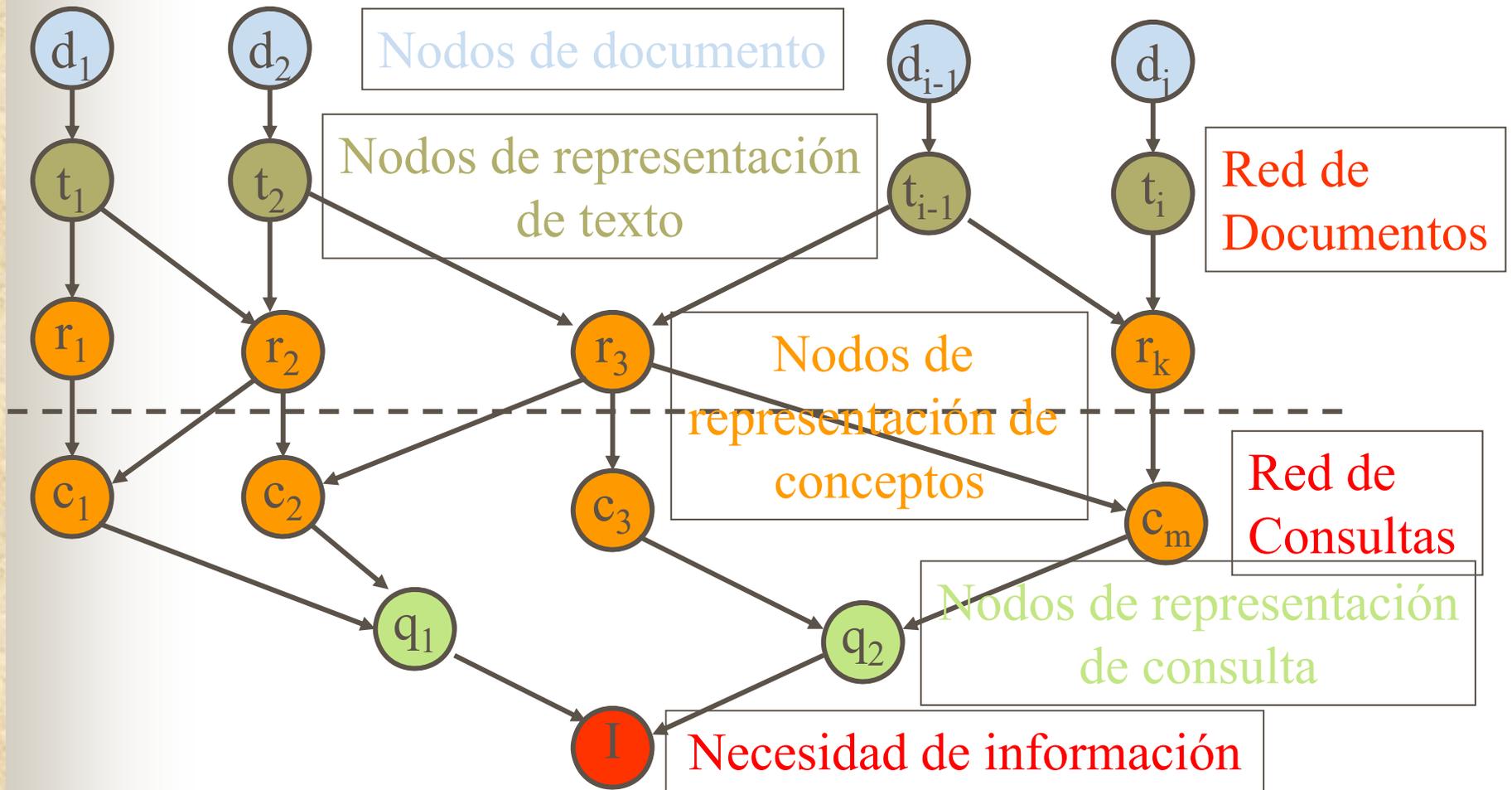
- Inferencia:

- RI = Evidencia sobre documentos y consultas combinados, para obtener la Pr() de que un documento coincida con una necesidad de información.

# Red Bayesiana



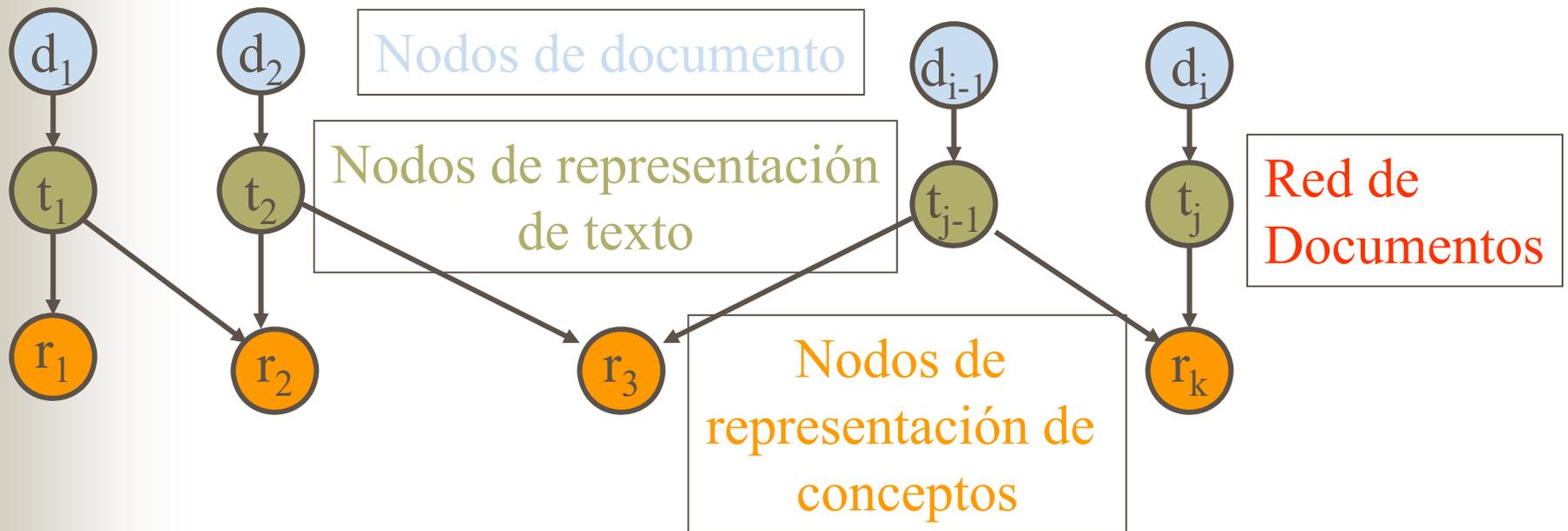
# Modelo Básico



## Modelo Básico (cont.)

- Todos los nodos tienen valores binarios.
- Red de documentos:
  - Es la colección de documentos, usando diferentes representaciones.
  - Es construida solamente una vez.
- Red de consultas:
  - Es construida para cada necesidad de información y cambia durante el procesamiento de la consulta.

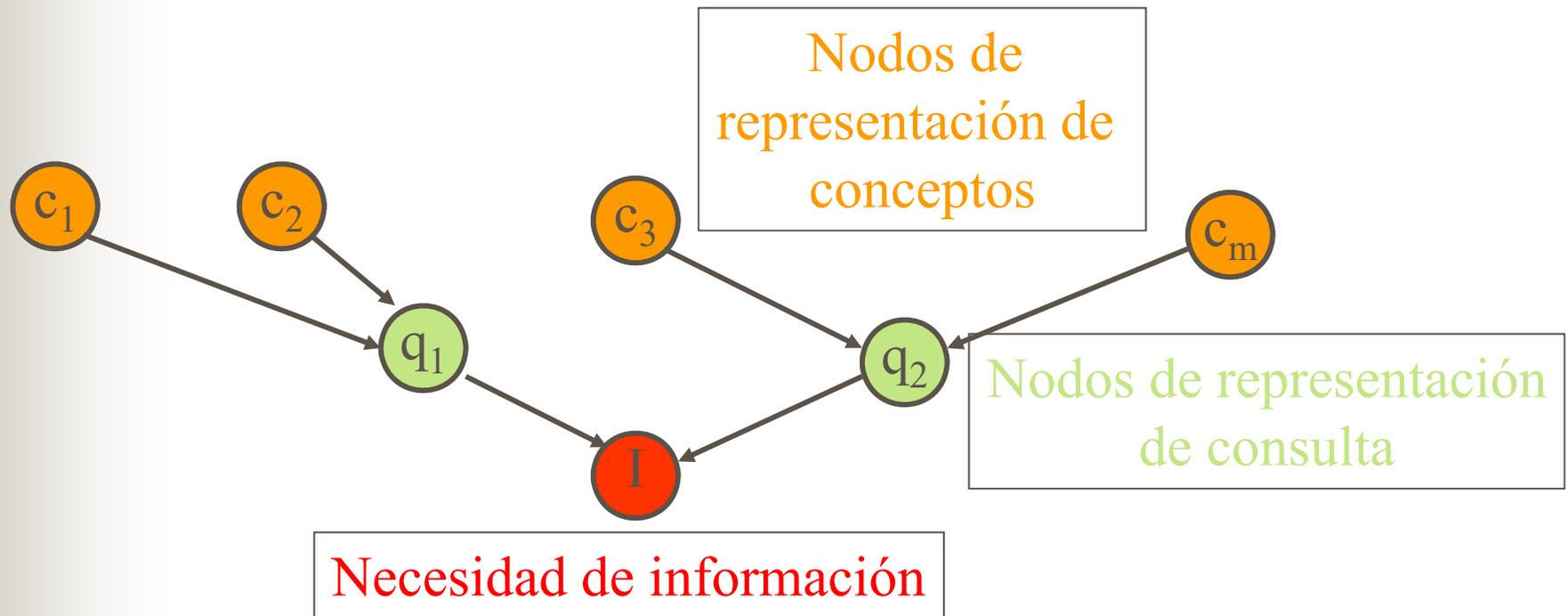
# Red de Documento



## Red de Documento (cont.)

- **Nodo de documento**
  - Representación abstracta de un documento.
- **Nodo de representación de texto**
  - Representación del documento (texto, video, audio, figuras). Por ejemplo: artículo de una revista.
- **Nodo de representación de conceptos**
  - Frases, índices automáticos o manuales, expresiones booleanas, LN.

# Red de Consulta



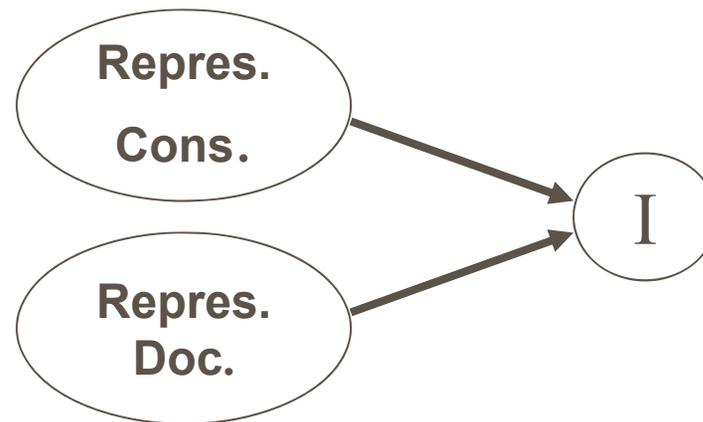


## Red de Consulta (cont.)

- Raíz: Conceptos de la consulta
  - Conceptos primitivos para expresar la necesidad de información.
- Nodo de representación de consulta
  - Representación de la consulta (texto, video, audio, figuras).
- Nodo de representación de conceptos
  - Frases, índices automáticos o manuales, expresiones booleanas, LN, documento ejemplo.
  - Reglas : “pelirrojo” = pelo AND rojo en la misma oración.

# Procesamiento

■ Red :

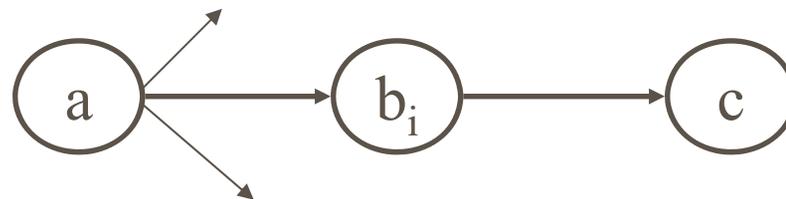


- Computar creencia de cada nodo de la red de consulta.
- Valor de  $\Pr(I) = \Pr()$  de la consulta sea satisfecha sin importar el documento seleccionado.
- $D_i$  es observado, se calcula  $D_i = \text{true}$  (instanciar) y todas las  $\Pr()$  de los nodos dependientes.

## Evidencia Predictiva

- Calcula la creencia de los nodos hijos
- Regla de inferencia:

$$P(c | a) = \sum_b P(c | b_i) P(b_i | a)$$



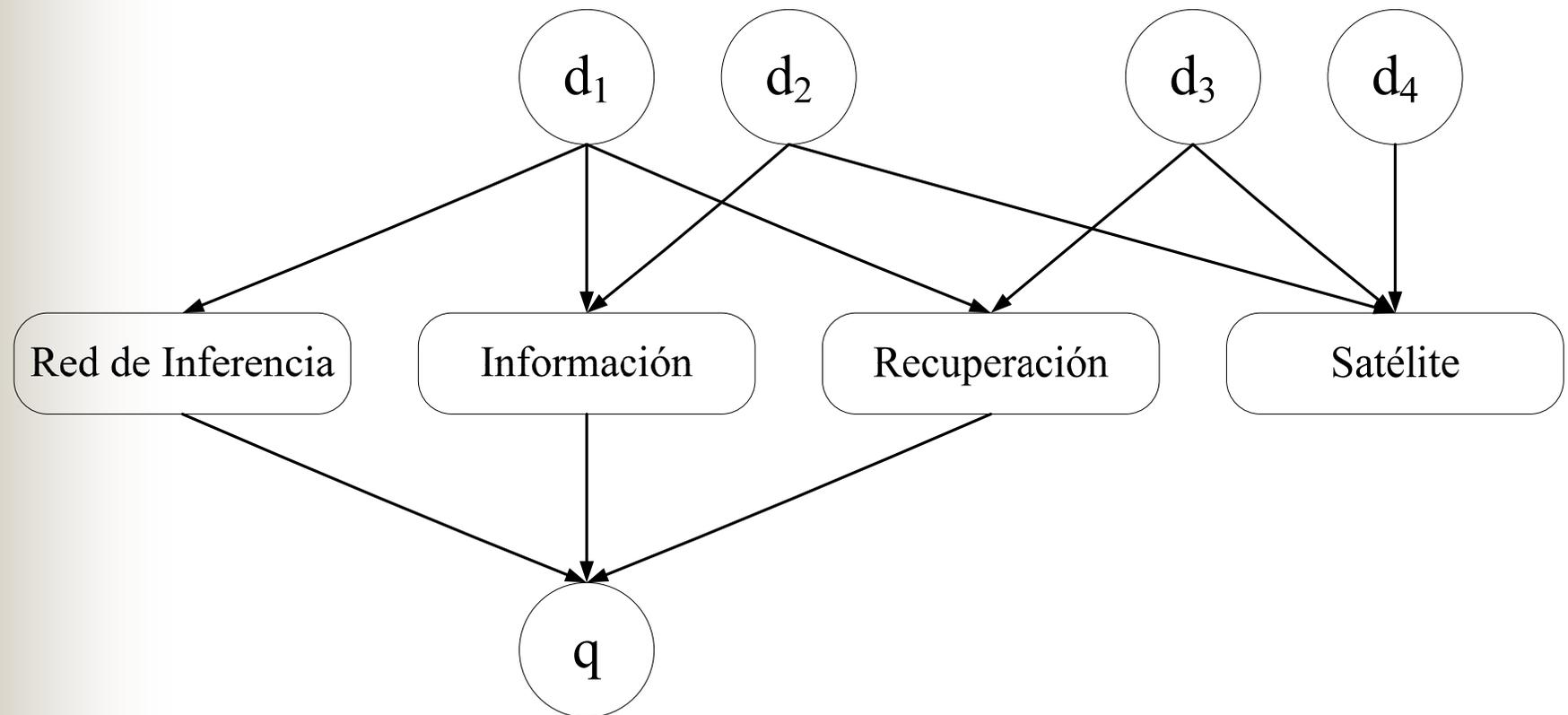
## Fórmulas

- $ntf_{ij} = tf_{ij} / \max_l tf_{lj}$
- $nidf_i = \frac{\log(N / n_i)}{\log(N)}$
- Se asume de la creencia:
  - $P(r_i = \text{true} \mid d_j = \text{true}) = 0.5 + (0.5 * ntf_{ij} * nidf_i)$
  - $P(r_i = \text{true} \mid \text{todos o algunos padres true}) = \max(\text{diferentes } P(r_i = \text{true} \mid d_j = \text{true}))$
  - $P(r_i = \text{true} \mid \text{todos los padres false}) = 0$
  - $P(r_i = \text{false} \mid d_j = \text{true}) = 1 - P(r_i = \text{true} \mid d_j = \text{true})$
  - $P(r_i = \text{false} \mid \text{todos o algunos padres true}) = 1 - \max(\text{diferentes } P(r_i = \text{true} \mid d_j = \text{true}))$
  - $P(r_i = \text{false} \mid \text{todos los padres false}) = 1$

## Matriz de Enlace

- Nodos internos y hojas tienen asociada una matriz de enlace.
- Se tendrá una matriz de enlace por cada concepto que se tenga en la red de inferencia creada.
- La matriz de enlace está conformada por:
  - Dos filas: Una fila representa que el concepto esté en *false* y otra representa que el término esté en *true*.
  - X columnas: Cada columna representa las permutaciones con repetición que se pueden formar con las opciones que está o no el concepto y la cantidad de documentos donde se encuentra el concepto.

# Ejemplo



## Tablas

	$n_i$	$nidf_i$	$tf_{i1}$	$tf_{i2}$	$tf_{i3}$	$tf_{i4}$	$ntf_{i1}$	$ntf_{i2}$	$ntf_{i3}$	$ntf_{i4}$
Red de Inferencia	1	1	10	0	0	0	1	0	0	0
Información	2	0.5	2	2	0	0	0.2	0.5	0	0
Recuperación	2	0.5	5	0	5	0	0.5	0	0.33	0
Satélite	3	0.21	0	4	15	8	0	1	1	1

- $N = 4$
- $maxtf_{i1} = 10 - maxtfd_{i2} = 4 - maxtf_{i3} = 15 - maxtfd_{i4} = 8$

## Cálculo de Matrices

- $L_{\text{Red de Inferencia}} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{false} \\ \text{true} \end{matrix}$

- $P(\text{Red de Inferencia} = \text{true} \mid d_1 = \text{true}) = 0.5 + 0.5 * 1 * 1 = 1$

- $L_{\text{Información}} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 00 & 01 & 10 & 11 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.375 & 0.45 & 0.375 \\ 0.625 & 0.55 & 0.625 \end{pmatrix} \end{matrix} \begin{matrix} \text{false} \\ \text{true} \end{matrix}$

- $P(\text{Información} = \text{true} \mid d_1 = \text{true}) = 0.5 + 0.5 * 0.2 * 0.5 = 0.55$

- $P(\text{Información} = \text{true} \mid d_2 = \text{true}) = 0.5 + 0.5 * 0.5 * 0.5 = 0.625$

## Cálculo de Matrices (cont.)

■  $L_{\text{Recuperación}} = ?$

■  $P(\text{Recuperación} = \text{true} \mid d_1 = \text{true}) = ?$

■  $P(\text{Recuperación} = \text{true} \mid d_3 = \text{true}) = ?$

■  $L_{\text{Satélite}} = ?$

■  $P(\text{Satélite} = \text{true} \mid d_2 = \text{true}) = ?$

■  $P(\text{Satélite} = \text{true} \mid d_3 = \text{true}) = ?$

■  $P(\text{Satélite} = \text{true} \mid d_4 = \text{true}) = ?$

## Cálculo de Matrices (cont.)

$$\blacksquare L_{\text{Recuperación}} = \begin{pmatrix} 1 & 0.417 & 0.375 & 0.375 \\ 0 & 0.583 & 0.625 & 0.625 \end{pmatrix}$$

$$\blacksquare P(\text{Recuperación} = \text{true} \mid d_1 = \text{true}) = 0.5 + 0.5 * 0.5 * 0.5 = 0.625$$

$$\blacksquare P(\text{Recuperación} = \text{true} \mid d_3 = \text{true}) = 0.5 + 0.5 * 0.33 * 0.5 = 0.583$$

$$\blacksquare L_{\text{Satélite}} = \begin{pmatrix} 1 & 0.395 & 0.395 & 0.395 & 0.395 & 0.395 & 0.395 & 0.395 \\ 0 & 0.605 & 0.605 & 0.605 & 0.605 & 0.605 & 0.605 & 0.605 \end{pmatrix}$$

$$\blacksquare P(\text{Satélite} = \text{true} \mid d_2 = \text{true}) = 0.5 + 0.5 * 1 * 0.21 = 0.605$$

$$\blacksquare P(\text{Satélite} = \text{true} \mid d_3 = \text{true}) = 0.5 + 0.5 * 1 * 0.21 = 0.605$$

$$\blacksquare P(\text{Satélite} = \text{true} \mid d_4 = \text{true}) = 0.5 + 0.5 * 1 * 0.21 = 0.605$$

## Matriz de Consulta

- Probabilidad de que  $q$  sea satisfecho por algún documento de acuerdo a los conceptos que contenga.

- $q = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$

- Las probabilidades son creencias que se calculan siguiendo una serie de reglas o expresiones booleanas.

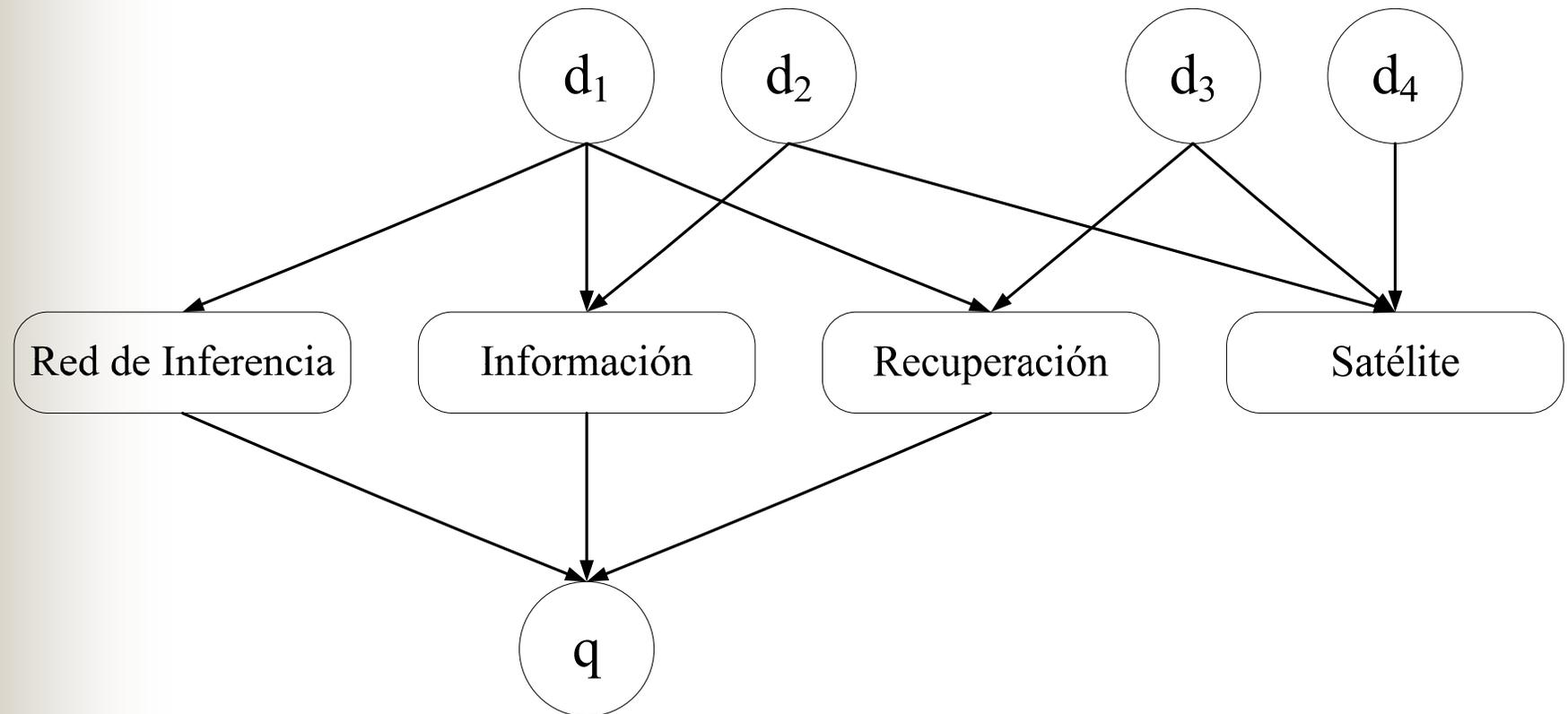
- $$L_q = \begin{matrix} & 00\dots0 & 00\dots c_m & \dots & c_1c_2\dots0 & c_1c_2\dots c_m \\ \begin{matrix} F \\ T \end{matrix} & \left( \begin{matrix} 1-P(00\dots0) & 1-P(00\dots c_m) & \dots & 1-P(c_1c_2\dots0) & 1-P(c_1c_2\dots c_m) \\ P(00\dots0) & P(00\dots c_m) & \dots & P(c_1c_2\dots0) & P(c_1c_2\dots c_m) \end{matrix} \right) \end{matrix}$$

- Las creencias se calculan como:

- $bel(r_i | d_j) = P(r_i = \text{true} | d_j = \text{true})$

- $bel(q | d_1) = P(00\dots0) * (1 - P(r_i = \text{true} | d_j = \text{true})) * \dots + \dots + P(c_1c_2\dots c_m) * P(r_i = \text{true} | d_j = \text{true}) * \dots$

# Ejemplo



## Ejemplo

- $q = \{Red\ de\ Inferencia,\ Información,\ Recuperación\}$
- Reglas:
  - Todos los términos 0.9, ningún término 0.1.
  - “red de inferencia” vale el doble de cualquier palabra clave.
  - Las probabilidades para múltiples términos puede ser sumada.

$$\text{L}_q = \begin{matrix} \text{F} \\ \text{T} \end{matrix} \begin{matrix} 000\ 00re\ 0in0\ 0inre\ ri00\ ri0re\ riin0\ riinre \\ \left( \begin{array}{cccccccc} 0.9 & 0.8 & 0.8 & 0.6 & 0.6 & 0.4 & 0.4 & 0.1 \\ 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.6 & 0.6 & 0.9 \end{array} \right) \end{matrix}$$

# Creencia

## ■ Instanciar $d_1$ :

- $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_1) = 1$

- $bel(\text{Información} \mid d_1) = 0.55$

- $bel(\text{Recuperación} \mid d_1) = 0.625$

- $bel(\text{Satélite} \mid d_1) = 0$

- $bel(q \mid d_1) = 0.1*0*0.45*0.375 + 0.2*0*0.45*0.625 +$   
 $0.2*0*0.55*0.375 + 0.4*0*0.55*0.625 +$   
 $0.4*1*0.45*0.375 + 0.6*1*0.45*0.625 +$   
 $0.6*1*0.55*0.375 + 0.9*1*0.55*0.625$   
 $= 0.670$

## Creencia (cont.)

### ■ Instanciar $d_2$ :

- $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_2) = 0$

- $bel(\text{Información} \mid d_2) = 0.625$

- $bel(\text{Recuperación} \mid d_2) = 0$

- $bel(\text{Satélite} \mid d_2) = 0.605$

- $bel(q \mid d_2) = 0.1*1*0.375*1 + 0.2*1*0.375*0 +$   
 $0.2*1*0.625*1 + 0.4*1*0.625*0 +$   
 $0.4*0*0.375*1 + 0.6*0*0.375*0 +$   
 $0.6*0*0.625*1 + 0.9*0*0.625*0$   
 $= 0.163$

## Creencia (cont.)

- Instanciar  $d_3$ :
  - $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_3) = ?$
  - $bel(\text{Información} \mid d_3) = ?$
  - $bel(\text{Recuperación} \mid d_3) = ?$
  - $bel(\text{Satélite} \mid d_3) = ?$
  - $bel(q \mid d_3) = ?$

## Creencia (cont.)

### ■ Instanciar $d_3$ :

- $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_3) = 0$

- $bel(\text{Información} \mid d_3) = 0$

- $bel(\text{Recuperación} \mid d_3) = 0.583$

- $bel(\text{Satélite} \mid d_3) = 0.605$

- $bel(q \mid d_3) = 0.1*1*1*0.417 + 0.2*1*1*0.583 +$   
 $0.2*1*0*0.417 + 0.4*1*0*0.583 +$   
 $0.4*0*1*0.417 + 0.6*0*1*0.583 +$   
 $0.6*0*0*0.417 + 0.9*0*0*0.583$   
 $= 0.158$

## Creencia (cont.)

- Instanciar  $d_4$ :
  - $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_4) = ?$
  - $bel(\text{Información} \mid d_4) = ?$
  - $bel(\text{Recuperación} \mid d_4) = ?$
  - $bel(\text{Satélite} \mid d_4) = ?$
  - $bel(q \mid d_4) = ?$

## Creencia (cont.)

### ■ Instanciar $d_4$ :

- $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_4) = 0$

- $bel(\text{Información} \mid d_4) = 0$

- $bel(\text{Recuperación} \mid d_4) = 0$

- $bel(\text{Satélite} \mid d_4) = 0.605$

- $$\begin{aligned} bel(q \mid d_4) &= 0.1*1*1*1 + 0.2*1*1*0 + \\ & 0.2*1*0*1 + 0.4*1*0*0 + \\ & 0.4*0*1*1 + 0.6*0*1*0 + \\ & 0.6*0*0*1 + 0.9*0*0*0 \\ & = 0.1 \end{aligned}$$

## Creencia (cont.)

- Si la consulta hubiera sido la expresión booleana:
  - *Red de Inferencia AND Información AND Recuperación*

- Entonces la matriz de la consulta sería:

- $$L_q = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

## Creencia (cont.)

### ■ Instanciar $d_1$ :

- $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_1) = 1$

- $bel(\text{Información} \mid d_1) = 0.55$

- $bel(\text{Recuperación} \mid d_1) = 0.625$

- $bel(\text{Satélite} \mid d_1) = 0$

- $$\begin{aligned} bel(q \mid d_1) &= 0*0*0.45*0.375 + 0*0*0.45*0.625 + \\ & 0*0*0.55*0.375 + 0*0*0.55*0.625 + \\ & 0*1*0.45*0.375 + 0*1*0.45*0.625 + \\ & 0*1*0.55*0.375 + 1*1*0.55*0.625 \\ & = 0.344 \end{aligned}$$

## Creencia (cont.)

### ■ Instanciar $d_2$ :

- $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_2) = 0$

- $bel(\text{Información} \mid d_2) = 0.625$

- $bel(\text{Recuperación} \mid d_2) = 0$

- $bel(\text{Satélite} \mid d_2) = 0.605$

- $$\begin{aligned} bel(q \mid d_2) &= 0*1*0.375*1 + 0*1*0.375*0 + \\ & 0*1*0.625*1 + 0*1*0.625*0 + \\ & 0*0*0.375*1 + 0*0*0.375*0 + \\ & 0*0*0.625*1 + 1*0*0.625*0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

## Creencia (cont.)

### ■ Instanciar $d_3$ :

- $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_3) = 0$

- $bel(\text{Información} \mid d_3) = 0$

- $bel(\text{Recuperación} \mid d_3) = 0.583$

- $bel(\text{Satélite} \mid d_3) = 0.605$

- $bel(q \mid d_3) =$   
 $0*1*1*0.417 + 0*1*1*0.583 +$   
 $0*1*0*0.417 + 0*1*0*0.583 +$   
 $0*0*1*0.417 + 0*0*1*0.583 +$   
 $0*0*0*0.417 + 1*0*0*0.583$   
 $= 0$

## Creencia (cont.)

### ■ Instanciar $d_4$ :

- $bel(\text{Red de Inferencia} \mid d_4) = 0$

- $bel(\text{Información} \mid d_4) = 0$

- $bel(\text{Recuperación} \mid d_4) = 0$

- $bel(\text{Satélite} \mid d_4) = 0.605$

- $bel(q \mid d_4) = \begin{aligned} &0*1*1*1 + 0*1*1*0 + \\ &0*1*0*1 + 0*1*0*0 + \\ &0*0*1*1 + 0*0*1*0 + \\ &0*0*0*1 + 1*0*0*0 \\ &= 0 \end{aligned}$



## Ventajas

- Combinación de múltiples representaciones como fuente de evidencia de un documento, aumenta el número de documentos relevantes.
- Permite la combinación de múltiples representaciones de las consultas.
- Es una generalización e integra probabilístico, booleano y modelos basados en reglas.
- Manejo de relevancia.



## Desventajas

- No permite la inclusión de ciclos dirigidos que las consultas.
- No pueden tener predicados como más grande que, menor que.



## Referencias Bibliográficas

- La información fue tomada de:
  - Libro de texto del curso.