Modelo Booleano

Wendel Melo
Faculdade de Computação
Universidade Federal de Uberlândia

Recuperação da Informação
Adaptado do Material da Profª Vanessa Braganholo - IC/UFF

Modelo Booleano

- Modelo simples;
- Baseado em teoria dos conjuntos e álgebra booleana;
- Documentos e consultas são representados como vetores binários;
- Consultas são especificadas como expressões booleanas

Modelo Booleano

- Cada documento é representado logicamente por um vetor de pesos binários ;
- Seja w_{ij} o peso do termo k_i no documento d_j. Assim:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ se } k_i \text{ aparece em } d_j, \\ 0, \text{ caso contrário} \end{cases}$$

- Desse modo, o número de componentes do vetor de pesos é dado pelo número de termos do vocabulário da base;
- Consultas também são representadas por vetores de pesos binários.

Exemplo 1

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

O índice invertido terá os seguintes termos (supondo eliminação de *stopwords*):

- amarela
- azul
- campo
- carro
- casa
- é
- linda
- marcelo

Exemplo 1

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

O índice invertido terá os seguintes termos (supondo eliminação de *stopwords*):

- amarela
- azul
- campo
- carro
- casa
- é
- linda
- marcelo

Cada documento será modelado como um vetor de pesos binários:

	amarela	azul	campo	carro	casa	é	linda	marcelo
$\overline{D1}$ =	1	1	1	0	1	1	1	0
$\overline{D2}$ =	0	1	0	1	0	1	0	1

Exemplo 1

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

O índice invertido terá os seguintes termos (supondo eliminação de *stopwords*):

- amarela
- azul
- campo
- carro
- casa
- é
- linda
- marcelo

Cada documento será modelado como um vetor de pesos binários:

	amarela	azul	campo	carro	casa	é	linda	marcelo
$\overline{D1}$ =	1	1	1	0	1	1	1	0
$\overline{D2}$ =	0	1	0	1	0	1	0	1

Peso do termo "campo" em D2

Modelo Booleano

- Em situações reais, com uma base razoável, cada vetor de pesos pode englobar muito mais zeros do que um's;
- Para otimizar o armazenamento desses vetores, pode ser utilizada alguma estrutura de dados que considere esparsidade:
  - É possível, por exemplo, armazenar apenas os índices dos vetores onde o peso 1 aparece.
    - Pode-se usar uma estrutura eficiente como tabela *hash* ou árvore para armazenar esses índices.

Modelo Booleano

- O modelo booleano suporta o uso de operadores lógicos na escrita de consultas;

Modelo Booleano

- O modelo booleano suporta o uso de operadores lógicos na escrita de consultas;
- Por exemplo, considerando uma consulta q envolvendo os termos *ka*, *kb* e *kc*:

$$q = ka \wedge (kb \vee \neg kc)$$

- Como um documento pode satisfazer à consulta acima?

Modelo Booleano

- O modelo booleano suporta o uso de operadores lógicos na escrita de consultas;
- Por exemplo, considerando uma consulta q envolvendo os termos *ka*, *kb* e *kc*:

$$q = ka \wedge (kb \vee \neg kc)$$

- Como um documento pode satisfazer à consulta acima?
  - Se *ka*, *kb* e *kc* estiverem presentes, OU
  - Se *ka* e *kb* estiverem presentes, OU
  - Se *ka* estiver presente e *kc* não estiver presente.

Modelo Booleano

- O modelo booleano suporta o uso de operadores lógicos na escrita de consultas;
- Por exemplo, considerando uma consulta q envolvendo os termos *ka*, *kb* e *kc*:

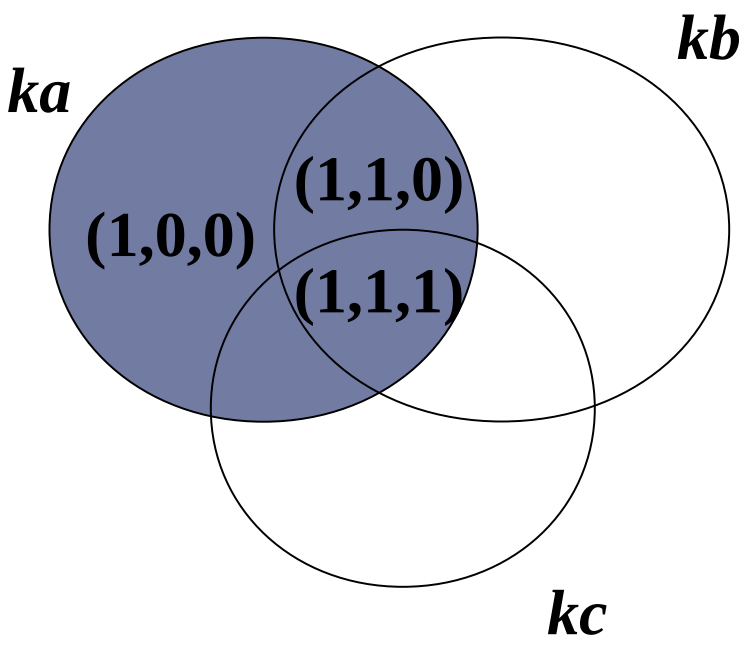
$$q = ka \wedge (kb \vee \neg kc)$$

- Como um documento pode satisfazer à consulta acima?
  - Se *ka*, *kb* e *kc* estiverem presentes (1,1,1), OU
  - Se *ka* e *kb* estiverem presentes (1,1,0), OU
  - Se *ka* estiver presente e *kc* não estiver presente (1,0,0).

Modelo Booleano

$q = ka \wedge (kb \vee \neg kc)$

Esta consulta pode ser representada na forma normal disjuntiva da seguinte forma:



Modelo Booleano

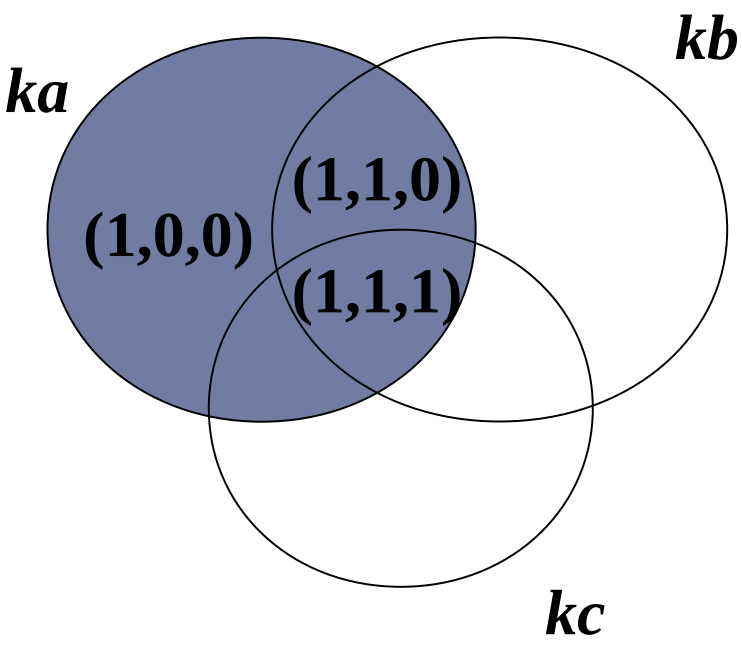
$q = ka \wedge (kb \vee \neg kc)$

Esta consulta pode ser representada na forma normal disjuntiva da seguinte forma:

$q = (ka \wedge kb) \vee (ka \wedge \neg kc)$

Assim:

$q = (1,1,1) \vee (1,1,0) \vee (1,0,0)$



Modelo Booleano

- Para que um documento seja classificado como relevante, basta que seu vetor de pesos case com o de alguma das disjunções da FND da consulta.

- Não há ranqueamento entre os documentos. Cada documento é apenas classificado como relevante ou não relevante.

Exemplo 2

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul

Exemplo 2

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul

	amarela	azul	campo	carro	casa	é	linda	marcelo
$\overline{D1}$ =	1,	1,	1,	0,	1,	1,	1,	0)
$\overline{D2}$ =	0,	1,	0,	1,	0,	1,	0,	1)
$\overline{q}$ =	_,	1,	_,	_,	_,	_,	_,	_)

Exemplo 2

D1

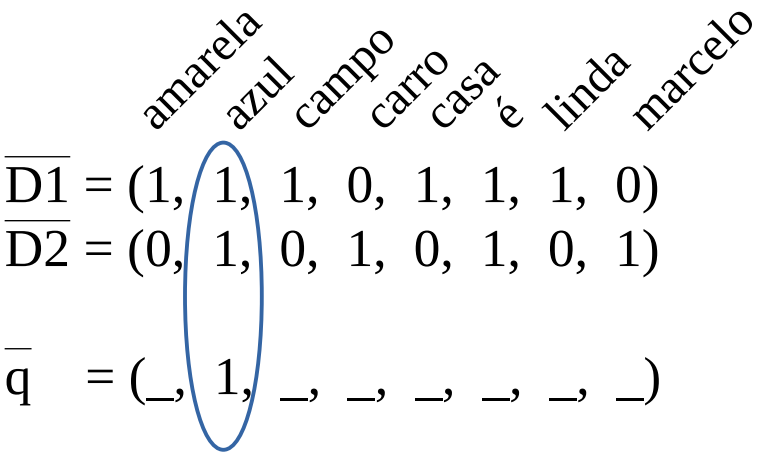
A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul



Resposta: D1 e D2

Exemplo 3

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

campo ^ é

Exemplo 3

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

campo ^ é

	amarela	azul	campo	carro	casa	é	linda	marcelo
$\overline{D1}$ =	1,	1,	1,	0,	1,	1,	1,	0)
$\overline{D2}$ =	0,	1,	0,	1,	0,	1,	0,	1)
$\overline{q}$ =	_,	_,	1,	_,	_,	1,	_,	_)

Exemplo 3

D1

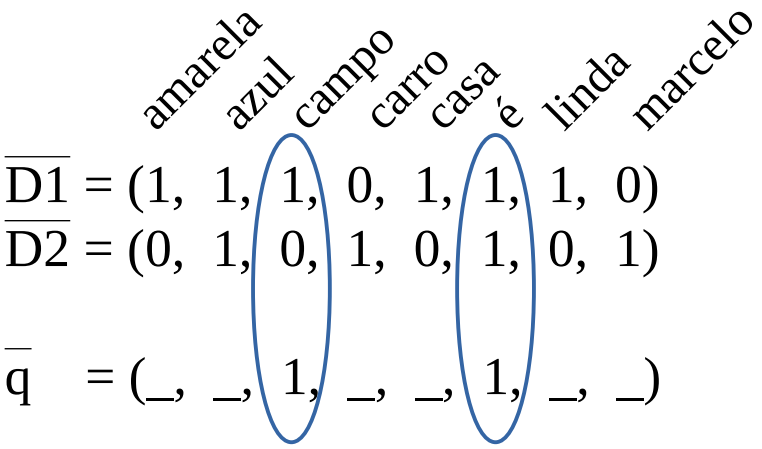
A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

campo ^ é



Resposta: D1

Exemplo 4

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul $\wedge$ $\neg$linda

Exemplo 4

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ∧ ¬linda

	amarela	azul	campo	carro	casa	é	linda	marcelo
$\overline{D1}$ =	1,	1,	1,	0,	1,	1,	1,	0)
$\overline{D2}$ =	0,	1,	0,	1,	0,	1,	0,	1)
$\overline{q}$ =	_,	1,	_,	_,	_,	_,	0,	_)

Exemplo 4

D1

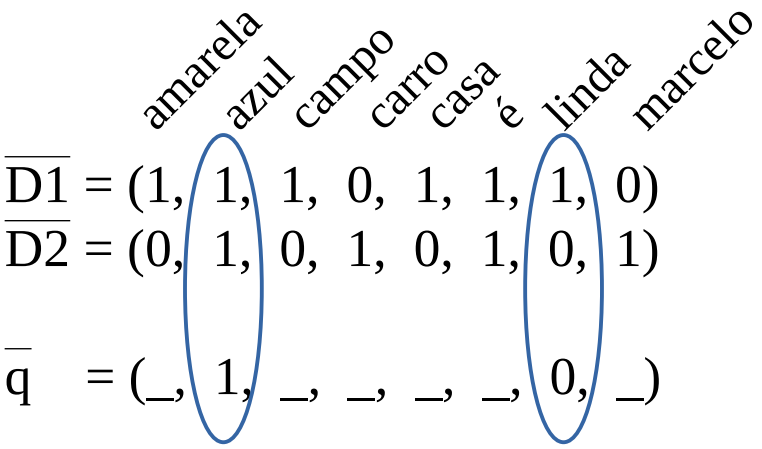
A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ∧ ¬linda



Resposta: D2

Exemplo 5

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ^ (¬casa v linda)

Exemplo 5

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ^ (¬casa v linda)

Passamos a consulta à forma normal disjuntiva

Exemplo 5

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ^ (¬casa v linda)

q'

azul ^ ¬casa

q''

azul ^ linda

Exemplo 5

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ^ (¬casa v linda)

q'

azul ^ ¬casa

q''

azul ^ linda

amarela azul campo carro casa é linda marcelo

$\overline{D1}$ = (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0)

$\overline{D2}$ = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)

$\overline{q'}$ = (_, 1, _, _, 0, _, _, _)

Exemplo 5

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ^ (¬casa v linda)

q'

azul ^ ¬casa

q''

azul ^ linda

amarela azul campo carro casa é linda marcelo

$\overline{D1}$ = (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0)

$\overline{D2}$ = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)

$\overline{q'}$ = (_, 1, _, _, 0, _, _, _)

Resposta q': D2

Exemplo 5

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ^ (¬casa v linda)

q'

azul ^ ¬casa

q''

azul ^ linda

amarela azul campo carro casa é linda marcelo

$\overline{D1}$ = (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0)

$\overline{D2}$ = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)

$\overline{q'}$ = (_, 1, _, _, 0, _, _, _)

amarela azul campo carro casa é linda marcelo

$\overline{D1}$ = (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0)

$\overline{D2}$ = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)

$\overline{q''}$ = (_, 1, _, _, _, _, 1, _)

Resposta q': D2

Exemplo 5

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ^ (¬casa v linda)

q'

azul ^ ¬casa

q''

azul ^ linda

amarela azul campo carro casa é linda marcelo

$\overline{D1}$ = (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0)

$\overline{D2}$ = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)

$\overline{q'}$ = (_, 1, _, _, 0, _, _, _)

Resposta q': D2

amarela azul campo carro casa é linda marcelo

$\overline{D1}$ = (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0)

$\overline{D2}$ = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)

$\overline{q''}$ = (_, 1, _, _, _, _, 1, _)

Resposta q'': D1

Exemplo 5

D1

A casa de campo é linda, azul e amarela.

D2

O Carro azul é de Marcelo.

Consulta q

azul ^ (¬casa v linda)

q'

azul ^ ¬casa

q''

azul ^ linda

amarela azul campo carro casa é linda marcelo

$\overline{D1}$ = (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0)

$\overline{D2}$ = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)

$\overline{q'}$ = (_, 1, _, _, 0, _, _, _)

Resposta q': D2

amarela azul campo carro casa é linda marcelo

$\overline{D1}$ = (1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0)

$\overline{D2}$ = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)

$\overline{q''}$ = (_, 1, _, _, _, _, 1, _)

Resposta q'': D1

Resposta final: D1, D2

Vantagens do Modelo Booleano

- Fácil compreensão e implementação;
- Semântica precisa: resultados previsíveis
- Suporte nativo ao operador *NOT*:
  - Muitas vezes, sistemas de RI baseados em outros modelos implementam a operação de MENOS em vez de *NOT* devido a dificuldade de fornecer suporte a esse operador.

Desvantagens do Modelo Booleano

- A semântica precisa faz com que o casamento entre documento e consulta precise ser exato para o documento ser considerado relevante;
  - Isto torna este modelo mais próximo a recuperação de dados que recuperação de informação.
- O critério binário de decisão pode implicar em qualidade ruim para a recuperação: Se uma consulta incluir 10 termos e um documento *d* contiver apenas 9, a simples falta de um termo fará com que ele não entre no resultado;
  - Talvez *d* ainda fosse relevante ao usuário, especialmente se não houver nenhum documento que case exatamente com a consulta.

Desvantagens do Modelo Booleano

- Usuários podem se confundir com uso de operadores lógicos;
- Consultas booleanas formuladas pelos usuários frequentemente são simplistas;
- Em consequência, a quantidade de resultados retornado pode ser muito pequena ou muito grande;
- A falta de ranqueamento torna o modelo não prático;