Modelos de Classificação Naive Bayes

Prof. Gustavo Willam Pereira

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais

Naive Bayes

- O classificador Naïve Bayes se baseia no Teorema de Bayes, ou seja, qual a probabilidade de um determinado evento ocorrer dado que conhecemos algumas informações previamente.
- Abaixo segue a equação do Teorema de Bayes.

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

- Em que A e B são eventos, P(A) e P(B) são as probabilidades de ocorrência do evento A e o evento B (probabilidade priori),
- $P(A|B)$ é a probabilidade de ocorrer o evento A, se B foi observado
- $P(B|A)$ é a probabilidade de ocorrer o evento B, dado que A foi observado.

Naive Bayes

- Vamos aplicar o Teorema de Bayes em um exemplo simples.
- Vamos imaginar que temos um problema de classificação de e-mails como spam ou não-spam.
- Vamos imaginar que de um total de 100 e-mails recebidos no dia, 20 e-mails eram spam.
- Para tentar classificar um e-mail automaticamente como spam, poderíamos verificar se uma determinada palavra específica, que está no e-mail, por exemplo, a palavra “comprar”, tem maior probabilidade de estar em mais e-mails do tipo spam.
- Então, fizemos uma análise nos e-mails que eram spam e verificamos que 15 deles tinham a palavra “comprar”.
- Por outro lado, 5 e-mails recebidos como não-spam, tinha a palavra “comprar”.

Naive Bayes

- $P(Spam)$ = 20%
- P(*Não-spam*) = 80%
- $P(Spam|Comprar)$ = ? (Essa é a nossa questão. Qual a probabilidade do nosso e-mail ser spam dado que tem a palavra comprar).
- $P(Spam|Comprar) = \frac{P(Comprar|Spam)\,P(Spam)}{P(Comprar)}$
-
- $P(Comprar|Spam)$ = 15/20 = 75%
- $P(Comprar)$ = (15+5) / 100 = 20%
- $P(Spam|Comprar) = \frac{75\%\ 20\%}{20\%} = 75\%$

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais

Naive Bayes

- Então temos 75% de probabilidade de o e-mail que tem a palavra “comprar” ser um spam.
- Se fizermos o mesmo cálculo para a palavra (feature) “promoção”?
- Se o resultado encontrado for P(Spam/Promoção) = 90%.
- Então, se assumirmos que “comprar” e “promoção” são variáveis independentes, poderíamos fazer o cálculo da probabilidade de ser spam se tiver as duas palavras como P(Spam/Comprar) x P(Spam/Promoção).
- O algoritmo Naive Bayes faz essa suposição, que as variáveis são independentes.

Naive Bayes

- No exemplo anterior as variáveis eram categóricas e assim foi fácil de calcular a probabilidade da variável “comprar” no conjunto de dados, P(Comprar) = 20%.
- Mas se a variável for contínua? Veja o problema da Figura 6. Nesse exemplo queremos classificar a observação em vermelho.

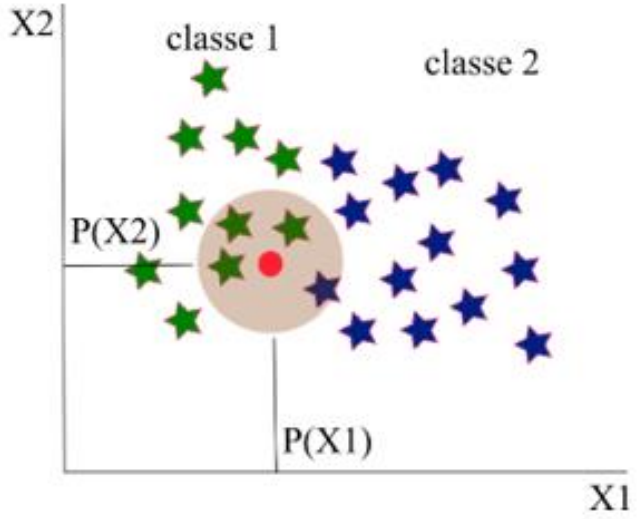

Figura 6 - Esquema de cálculo da probabilidade de cada variável contínua - P(X).

Naive Bayes

- Na Figura 6 existem duas classes (classe 1-verde e classe 2 - azul) e duas variáveis (X1 e X2).
- As variáveis X1 e X2 são contínuas. Nesse caso, para aplicarmos o Teorema de Bayes temos que determinar $P(Verde|X)$, onde X são nossas variáveis.

$$P(Verde|X) = \frac{P(X|Verde)\,P(Verde)}{P(X)}$$

1) Primeiro passo vamos calcular a P(Verde).

$$P(Verde) = \frac{número\ de\ instâncias\ verdes}{Total\ de\ instâncias} = \frac{10}{23} = 43{,}5\%$$

Naive Bayes

2) Segundo passo vamos calcular a P(X).

Nesse caso, veja que as variáveis X são contínuas, então, definimos um círculo com centroide no ponto observado, e calculamos o P(X) como:

$$P(X) = \frac{número\ de\ instâncias\ no\ círculo}{Total\ de\ instâncias} = \frac{4}{23} = 17{,}4\%$$

Naive Bayes

3) Terceiro passo vamos calcular o $P(X|Verde)$

$$P(X|Verde) = \frac{número\ de\ instâncias\ no\ círculo\ que\ é\ verde}{Total\ de\ instâncias\ verde} = \frac{3}{10} = 30{,}0\%$$

4) Calculamos $P(Verde|X)$:

$$P(Verde|X) = \frac{30\%\ 43{,}5\%}{17{,}4\%} = 75\%$$

Assim temos probabilidade de 75% da observação em vermelho da Figura 6 ser classe 1 (verde).

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais

INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais