



Bayes Sınıflandırıcılar

- Naïve Bayes Sınıflandırıcı adını İngiliz matematikçi Thomas Bayes'ten (yak. 1701 - 7 Nisan 1761) alır.
- Naïve Bayes Sınıflandırıcı Örüntü tanıma problemine ilk bakışta oldukça kısıtlayıcı görülen bir önerme ile kullanılabilen olasılıkçı bir yaklaşımdır.
- Bu önerme örüntü tanıma da kullanılacak her bir tanımlayıcı nitelik ya da parametrenin istatistik açıdan bağımsız olması gerekliliğidir.



Bayes Sınıflandırıcılar

- Bayes Sınıflayıcı Bayes teoremine göre istatistiksel kestirim yapar.
- Bir örneğin sınıf üyelik olasılığını kestirir.
- *Naïve Bayesian sınıflandırıcı* (simple Bayesian classifier) oldukça başarılı bir sınıflayıcıdır.



Bayes Kuralı

- $p(\mathbf{x}|C_j)$: Sınıf j'den bir örneğin x olma olasılığı
- $P(C_j)$: Sınıf j'nin ilk olasılığı
- $p(\mathbf{x})$: Herhangi bir örneğin x olma olasılığı
- $P(C_j|\mathbf{x})$: x olan bir örneğin sınıf j'den olma olasılığı (son olasılık)

$$P(C_j | \mathbf{x}) = \frac{p(\mathbf{x} | C_j)P(C_j)}{p(\mathbf{x})} = \frac{p(\mathbf{x} | C_j)P(C_j)}{\sum_k p(\mathbf{x} | C_k)P(C_k)}$$



Naïve Bayes sınıflandırıcı

- T öğrenme kümesinde bulunan her örnek n boyutlu uzayda tanımlı olsun, $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$
- Veri kümesinde m adet sınıf bulunuyor olsun, C_1, C_2, \dots, C_m
- Sınıflamada son olasılığı en büyütmeye aranır (the maximal $P(C_i|\mathbf{X})$)
- Bayes teoreminden türetilebilir
$$P(C_i|\mathbf{X}) = \frac{P(\mathbf{X}|C_i)P(C_i)}{P(\mathbf{X})}$$
- $P(\mathbf{X})$ olasılığı bütün sınıflar için sabit olduğuna göre, sadece $P(C_i|\mathbf{X}) = P(\mathbf{X}|C_i)P(C_i)$ olasılığı için en büyük değer aranır.



Naïve Bayes sınıflandırıcı

$$P(C_i | \mathbf{X}) = P(\mathbf{X} | C_i) P(C_i)$$

- Eğer bu basitleştirilmiş ifadede bütün özellikler bağımsız ise $P(\mathbf{X} | C_i)$ aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$P(\mathbf{X} | C_i) = \prod_{k=1}^n P(x_k | C_i) = P(x_1 | C_i) \times P(x_2 | C_i) \times \dots \times P(x_n | C_i)$$

- Böylece hesap karmaşıklığı büyük ölçüde azaltılmış olur.

Bayes Sınıflandırıcı için Örnek

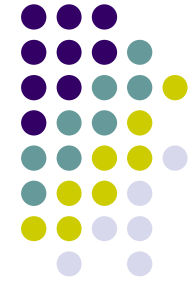
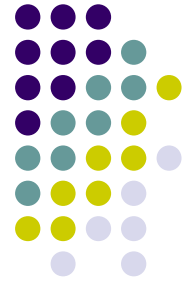


Table 10.4 • Data for Bayes Classifier

Magazine Promotion	Watch Promotion	Life Insurance Promotion	Credit Card Insurance	Sex
Yes	No	No	No	Male
Yes	Yes	Yes	Yes	Female
No	No	No	No	Male
Yes	Yes	Yes	Yes	Male
Yes	No	Yes	No	Female
No	No	No	No	Female
Yes	Yes	Yes	Yes	Male
No	No	No	No	Male
Yes	No	No	No	Male
Yes	Yes	Yes	No	Female

Bayes Sınıflandırıcı için Örnek



- Sınıflandırılacak örnek:
 - Magazine Promotion = *Yes*
 - Watch Promotion = *Yes*
 - Life Insurance Promotion = *No*
 - Credit Card Insurance = *No*
 - Sex = ?

Bayes Sınıflandırıcı için Örnek



Table 10.5 • Counts and Probabilities for Attribute Sex

Sex	Magazine Promotion		Watch Promotion		Life Insurance Promotion		Credit Card Insurance	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Yes	4	3	2	2	2	3	2	1
No	2	1	4	2	4	1	4	3
Ratio: yes/total	4/6	3/4	2/6	2/4	2/6	3/4	2/6	1/4
Ratio: no/total	2/6	1/4	4/6	2/4	4/6	1/4	4/6	3/4

Bayes Sınıflandırıcı için Örnek



- Sex = Male için olasılık hesabı

$$P(\text{sex} = \text{male} \mid E) = \frac{P(E \mid \text{sex} = \text{male}) P(\text{sex} = \text{male})}{P(E)}$$

Bayes Sınıflandırıcı için Örnek



- Sex = Male için koşullu olasılıklar;
 - $P(\text{magazine promotion} = \text{yes} \mid \text{sex} = \text{male}) = 4/6$
 - $P(\text{watch promotion} = \text{yes} \mid \text{sex} = \text{male}) = 2/6$
 - $P(\text{life insurance promotion} = \text{no} \mid \text{sex} = \text{male}) = 4/6$
 - $P(\text{credit card insurance} = \text{no} \mid \text{sex} = \text{male}) = 4/6$
- $P(E \mid \text{sex} = \text{male}) = (4/6) (2/6) (4/6) (4/6) = 8/81$

$$P(\text{sex} = \text{male} \mid E) \approx (8/81) (6/10) / P(E)$$

$$P(\text{sex} = \text{male} \mid E) \approx 0,0593 / P(E)$$

Bayes Sınıflandırıcı için Örnek



- Sex = Female için olasılık hesabı

$$P(\text{sex} = \text{female} \mid E) = \frac{P(E \mid \text{sex} = \text{female}) P(\text{sex} = \text{female})}{P(E)}$$

Bayes Sınıflandırıcı için Örnek



- Sex = Female için koşullu olasılıklar;
 - $P(\text{magazine promotion} = \text{yes} \mid \text{sex} = \text{female}) = 3/4$
 - $P(\text{watch promotion} = \text{yes} \mid \text{sex} = \text{female}) = 2/4$
 - $P(\text{life insurance promotion} = \text{no} \mid \text{sex} = \text{female}) = 1/4$
 - $P(\text{credit card insurance} = \text{no} \mid \text{sex} = \text{female}) = 3/4$
- $P(E \mid \text{sex} = \text{female}) = (3/4) (2/4) (1/4) (3/4) = 9/128$

$$P(\text{sex} = \text{female} \mid E) \approx (9/128) (4/10) / P(E)$$

$$P(\text{sex} = \text{female} \mid E) \approx 0,0281 / P(E)$$

Bayes Sınıflandırıcı için Örnek



- $P(\text{sex} = \text{male} \mid E) \approx 0,0593 / P(E)$
- $P(\text{sex} = \text{female} \mid E) \approx 0,0281 / P(E)$

Bayes sınıflayıcı $0,0593 > 0,0281$ olduğu için E davranışını gösteren kart sahibi erkektir.