

SGN-2500 Johdatus hahmontunnistukseen

Tentti 2 4.5.2009, Jussi Toikka

Huomaa, että laskutehtävissä oikeat vastaukset ilman selitystä kuinka ne ollaan saatu tuottavat nolla pistettä, joten selitä miten laskit vastaukset! Muista myös määritellä KAIKKI vastauksissa esiintyvät symbolit. Laskimen käyttö on sallittua.

1. Tarkastellaan hahmontunnistusjärjestelmän testausta. Tehtävänä on suunnitella hahmontunnistusjärjestelmä viiden luokan ongelmalle. On tärkeää, että järjestelmä onnistuu luokittamaan vähintään 95% kohteista oikein. Järjestelmän opettamista varten on kerätty 250 opetusnäytettä. Kahta eri luokinta on testattu leave-one-out menetelmän avulla. Testi ja opetusvirheet olivat:

	testivirhe	opetusvirhe
Parzen	0.10	0.02
ML-Bayes	0.08	0.07

Parzen on Parzen-luokitin and ML-Bayes on Bayes-luokitin perustuen normaalijakauman mukaisiin luokkatiheysfunktioihin ja ML-estimointiin:

- (a) Selitä opetusvirheen ja testivirheen käsitteet. (1p)
 (b) Selitä leave-one-out menetelmä ja miksi se on valittu testausmenetelmäksi tässä tapauksessa (3p)
 (c) Onko jompikumpi luokitin tarpeeksi hyvä? Jos ei niin mitä kannattaisi tehdä järjestelmän parantamiseksi? Selitä. (2p)
2. Ajatellaan kolmen kategorian ja kolmen riippumattoman binäärisen piirteen luokitusongelmaa. Olkoot luokkien prioritodennäköisyydet $P(\omega_1) = P(\omega_2) = 0.4$ ja $P(\omega_3) = 0.2$. Merkitään $p_i = P(x_i = 1|\omega_1)$, $q_i = P(x_i = 1|\omega_2)$, $r_i = P(x_i = 1|\omega_3)$ kun $i = 1, 2, 3$. Luokkien tiheysfunktioita voit johtaa alla olevan taulukon avulla:

i	1	2	3
p_i	0.9	0.1	0.5
q_i	0.3	0.7	0.9
r_i	0.5	0.5	0.1

Luokita piirrevektori $\mathbf{x} = [0, 1, 1]^T$ perustuen Bayesin minimivirhepäätös-sääntöön. (6p)

3. Olkoon x jakautunut eksponentiaalijakauman mukaisesti

$$p(x|\theta) = \begin{cases} \theta \exp(-\theta x) & \text{jos } x \geq 0 \\ 0 & \text{muulloin} \end{cases}$$

Oletetaan, että näytteet x_1, \dots, x_n ovat riippumattomia ja kaikki saatu jakaumasta $p(x|\theta)$. Johda suurimman uskottavuuden (maximum-likelihood, ML) estimaatti parametrille θ . (6p)

4. Ajatellaan kolmen kategorian k :n lähimmän naapurin luokittelijaa ja seuraavia neljän piirteen harjoitusnäytteitä

ω_1	(-1, 0, 0, -1)	(1, 1, -2, 0)	(1, 3, 1, 1)	(0, -1, -1, 2)	(0, 0, 0, 0)
ω_2	(2, 0, 2, 2)	(1, 4, 1, 1)	(2, 2, 2, 1)	(1, 2, -1, 0)	(2, 0, 1, 2)
ω_3	(3, 2, 4, 2)	(3, 1, 3, 2)	(1, 4, 2, 6)	(3, 4, 4, 5)	(2, 3, 3, 3)

Luokita piste (1, 2, 1, 1) perustuen 3-lähimmän naapurin sääntöön

(a) käyttäen etäisyysmittana Euklidista etäisyyttä (3p)

(b) käyttäen etäisyysmittana L_1 etäisyyttä (3p). **Vinkki:** L_1 etäisyys pisteiden \mathbf{a} ja \mathbf{b} välillä on $L_1(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = \sum_{i=1}^d |a_i - b_i|$.

5. On annettu seuraavat harjoitusnäytteet:

$$\begin{aligned} \omega_1 &: (0, 0, 0)^T & (1, 0, 0)^T & (1, 0, 1)^T & (1, 1, 0)^T \\ \omega_2 &: (0, 0, 1)^T & (0, 1, 1)^T & (0, 1, 0)^T & (1, 1, 1)^T \end{aligned}$$

Tee tarvittavat modifikaatiot harjoitusnäytteisiin ja opeta lineaarinen luokitin käyttäen Perceptron algoritmia. Oleta, että oppimisvauhti $\eta = 1$ ja aloita jatketusta painovektorista $\mathbf{a}(0) = (-1, 3, -4, -4)^T$. Luokita piirrevektori $(2, -2, 3)^T$ opetetulla luokittimella. (6p)