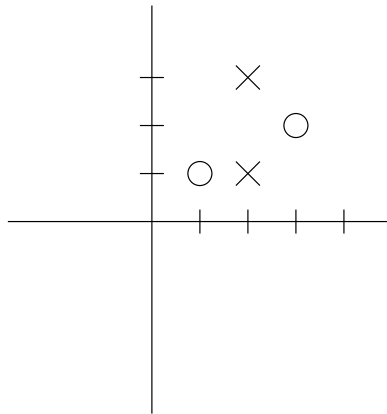


## T-61.231 Hahmontunnistuksen perusteet

Laskuharjoitus 6: 4.11.2002

1. Osoita että marginaali hypertasojen  $H_1$  ja  $H_2$  välillä Support Vector Machine (SVM) -menetelmällä on  $\frac{2}{\|w\|}$ .
2. Muodosta ei lineaarisesti separoituvalla luokittelu-ongelmalle SVM-menetelmän duaaliongelma rajoitusehtoineen alla esitettyyn tilanteeseen, kun on vektorit  $x_1 = [1 \ 1]^T \in \omega_1$ ,  $x_2 = [2 \ 1]^T \in \omega_2$ ,  $x_3 = [3 \ 2]^T \in \omega_1$ ,  $x_4 = [2 \ 3]^T \in \omega_2$ .



3. Tarkastellaan 2-kerroksista MLP verkkoa (1 piilokerros, 1 ulostulokerros), joka on suunniteltu luokittelutehtävään. Verkolla on  $N_x$  syötöneuronia (input neurons),  $N_h$  piilokerroksen neuronia (hidden layer neurons) ja  $N_y$  ulostuloneuronia (output neurons).
  - a) Kuinka monta painoa, mukaanluettuna offsetit, verkolla on?
  - b) Olkoon  $N_t$  opetusvektoreiden lukumäärä ja  $N_w$  painojen lukumäärä, mukaanluettuna offsetit, joka laskettiin kohdassa a).

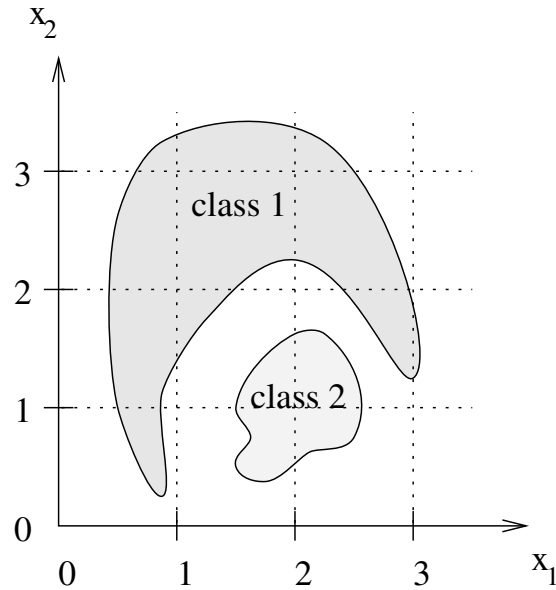
Widrowin säännön mukaan verkolla on hyvä yleistämiskyky kun

$$N_t \geq 10 \times N_w / N_y.$$

Jos haluaisimme luokitella merkkejä verkolla siten, että  $N_y = 10$  (selitä mitä tämä tarkoittaa) ja syötekuvat ovat rasterikuvia kokoa  $16 \times 16$  (mikä on  $N_x$  ?), mikä on suhde piilo-kerroksen ja opetusjoukon kokojen välillä kun olemme Widrowin rajalla?

4. Kaksiluokkainen luokitteluongelma on esitetty kuvassa 1. Määritä käsin (käyttämättä mitään opetusalgoritmia) MLP verkko, jolla on kaksi syötöneuronia, kaksi ulostuloneuronia ja sopiva määrä piilokerroksen neuroneja. Verkon täytyy antaa tulokseksi vektori (1,0) tai (0,1) kun syötevektori kuuluu luokkaan 1 tai 2.

Mikä on pienin määrä piilokerroksen neuroneja? Onko olemassa yläraja piilokerroksen neuronien lukumäärällä, jonka jälkeen luokitin ei enää toimi?



Kuva 1:

5. Piirrä kolme suoraa kaksiulotteiseen avaruuteen

$$\begin{aligned}x_1 + x_2 &= 0 \\x_2 &= \frac{1}{4} \\x_1 - x_2 &= 0\end{aligned}$$

Määritä kuution kohta, johon jokainen polyhedri joka muodostuu suorien leikkuksesta kuvautuu MLP:n ensimmäisen kerroksen toimesta, toteuttaen nämä suorat. Yhdistä alueet kahdeksi luokaksi siten, että (a) kaksikerroksinen verkko pystyy luokittelemaan ne ja (b) tarvitaan kolmikerroksinen verkko luokittelemaan ne onnistuneesti. Laske synaptiset painot analyttisesti molemmille tapauksille.