

## 1 Ensemble-Learning

Nutzt man mehrere Klassifizierer und lässt diesen einen Mehrheitsentscheid durchführen, so gilt dies als Ensemble-Learning.

Es gibt verschiedene Mehrheiten, entweder die absolute Mehrheit, einen Gesamtanteil von über 50% oder die relative Mehrheit, bei der es reicht einfach die meisten Stimmen zu haben. Nutzt man nun binäre Klassifizierer, die als Output bei einer Klassifizierung  $-1$  und bei der anderen Klassifizierung  $+1$ , so gilt für den Mehrheitsentscheid der Klassifizierer  $C$ :

$$C(x) = \text{sign}\left[\sum_{i=1}^n C_i(x)\right] \quad (1)$$

Ein etwas komplexerer Entscheidungsalgorithmus ist:

$$\hat{y} = \text{argmax}_j \left[ \sum_{i=1}^n \omega_i \chi_A(C_i(x) = j) \right] \quad (2)$$

Dabei ist  $\omega_i$  das Gewicht des  $i$ -ten Klassifizierers. Somit kann man zuverlässigere Klassifizierer stärker gewichten als Klassifizierer, die nicht so zuverlässig sind. Die  $\text{argmax}$ -Funktion gibt den meistgenannten Wert zurück und die charakteristische Funktion gibt die Klassenbezeichnung zurück. Eine modifizierte Variante ist:

$$\hat{y} = \text{argmax}_j \left[ \sum_{i=1}^n \omega_i p_{ij} \right] \quad (3)$$

Die Wahrscheinlichkeiten  $p$  sind die Wahrscheinlichkeiten, dass das Objekt zur Klasse  $j$  gehört.

## 2 AdaBoost

Adaboost arbeitet mit vielen schwachen Klassifizierern, die jeweils aus den falschklassifizierten Daten der vorherigen Klassifizierer lernen und dann die Entscheidung durch einen Mehrheitsentscheid treffen.