Examen Machinaal Leren

Eerste zittijd
19 januari 2022

Deel A

Voornaam: _____

Familienaam: _____

DRAAI DEZE PAGINA PAS OM NA HET SEIN VAN DE BEGELEIDERS

- Dit examen is gesloten boek. Er zijn geen hulpmiddelen toegelaten.
- Haal deze bundel niet uit elkaar.
- Noteer je antwoorden in deze bundel. Bij sommige vragen moet je een uitdrukking of waarde invullen in de daartoe voorziene ruimte én je antwoord motiveren. Vergeet deze motivatie niet. Zonder motivatie krijg je geen punten, zelfs al is je antwoord correct.
- Schrijf leesbaar.
- Achteraan deze bundel vind je een aantal lege bladen. Duid op elk blad goed aan of het over een kladblad of antwoordblad gaat.

1. **Performantiemetrieken [4 punten]**
   De bijsluiter van een COVID19 zelftest toont onderstaande confusion matrix die de resultaten van de zelftest (Antigeen) vergelijkt met die van een PCR-test (die als ground-truth wordt beschouwd).

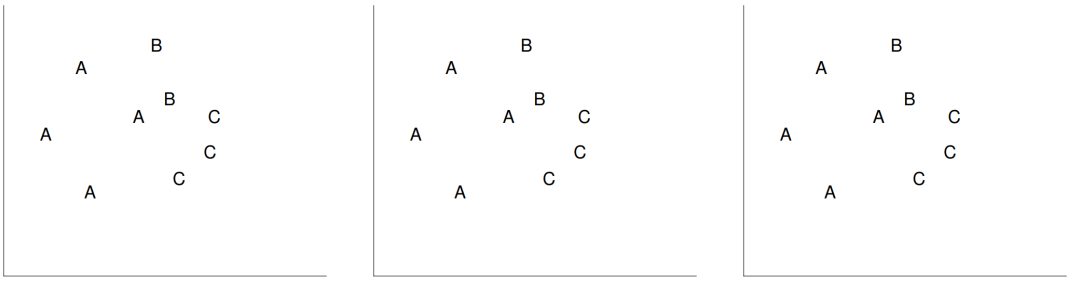
	PCR positief	PCR negatief	Totaal
Antigeen positief	85	4	89
Antigeen negatief	17	431	448
Totaal	102	435	537
Gevoeligheid	**83.3% (95%CI: 74.7% - 90.0%)**		
Specificiteit	**99.1% (95%CI: 97.7% - 99.7%)**		

   (a) Gevoeligheid en Specificiteit zijn synoniemen voor respectievelijk true positive rate en true negative rate. Leg beide termen uit aan de hand van dit voorbeeld. Je uitleg moet begrijpbaar zijn voor iemand zonder voorkennis over machine learning of statistiek.
   Antwoord:

(b) Aan de hand van deze resultaten promoot de fabrikant de zelftest door een accuracy van 96% te beloven. Geef twee redenen waarom dit een vertekend beeld geeft.

Antwoord:

2. **Classificatiemodellen [3 punten]**
Onderstaande figuren stellen een classificatieprobleem voor met drie klassen en twee input features. We trainen drie verschillende classificatiemodellen op deze data: een decision tree (multiclass), een 1-nearest neighbor (multiclass) en een SVM (one-vs-all voor klasse A, geen kernel, C zeer groot). Teken een mogelijke decision boundary voor elk van deze modellen op onderstaande grafiek.



(a) Decision tree (b) 1-nearest neighbor (c) SVM (one-vs-all)

Bij een decision tree wordt steeds gekeken naar het meest informatieve feature om het zoekgebied lineair te scheiden.

Bij een 1-nearest neighbour wordt enkel gekeken naar de afstand tot de meest nabije buur. Je krijgt dus een aaneenschakeling van lineaire grenslijnen.

Bij een SVM krijgen we een lineaire scheidingslijn. Aangezien de hyperparameter zeer groot is, neemt SVM genoegen met een zeer kleine marge, maar mogen geen datapunten aan de verkeerde kant liggen.

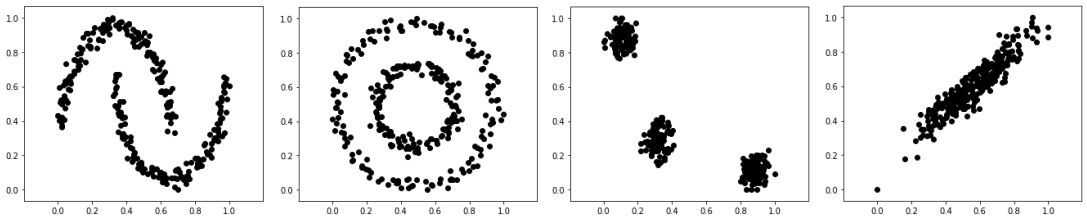
3. **Juist of fout? Verklaar telkens heel kort je antwoord. [3 punten]**

(a) Door cross-validatie te gebruiken om hyperparameters te selecteren zijn we zeker dat het model niet kan overfitten.
Antwoord:

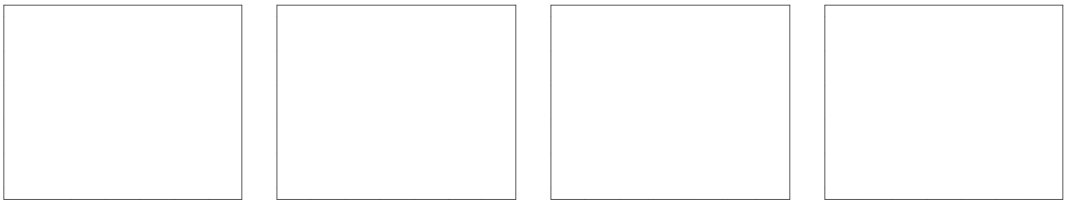
(b) De "Random" in random forests slaat op het feit dat de beslissingen bij de decision trees telkens gebeuren op basis van een random gekozen feature.
Antwoord:

(c) Door extra features toe te voegen neemt het risico op overfitting af.
Antwoord:

4. **PCA [5 punten]**
Onderstaande figuur toont vier datasets ($x_i \in R^2$). Beide assen hebben dezelfde schaal en alle data ligt tussen 0 en 1. We willen de dimensionaliteit verminderen naar één. Hiervoor gebruiken we PCA.



(a) (b) (c) (d)



(a) (b) (c) (d)

(a) Schets de eerste principal component op elke figuur.

(b) Schets een histogram van elke dataset na PCA dimensionality reduction in de vakken op de onderste rij.

De principal component van de eerste dataset ligt diagonaal. De richting is moeilijker te bepalen (beide werden goedgekeurd).

In dataset (b) kan de principal component twee datasets kan in willekeurige ligging liggen, omdat de variantie in beide features dezelfde is. De getoonde oplossing is dus maar 1 van de vele.

(c) Sorteer de vier datasets volgens dalende variantie verklaard door de eerste principal component.
Antwoord:

(d) PCA is een lineaire dimensionaliteitsreductie techniek. Verklaar de term "Linear". Wat zijn hiervan de nadelen? Geef twee mogelijke oplossingen om dit te vermijden.
Antwoord:

5. **Neural Networks [5 punten]**

(a) We bouwen een eenvoudig neuraal netwerk met Keras aan de hand van onderstaande code.

```
model = Sequential()
model.add(Dense(10, activation='relu',input_shape=(16,)))
model.add(Dense(20, activation='relu'))
model.add(Dense(30, activation='relu'))
model.add(Dense(2, activation='softmax'))
```

Hoeveel parameters heeft dit model ?
Antwoord:

(b) Overfitting is een vaak voorkomend probleem bij neurale netwerken. Hieronder kan je een aantal mogelijke strategieën vinden. Geef telkens aan of dit de mate van overfitting zal verminderen, vermeerderen of dat ze hierop geen effect zal hebben. Motiveer steeds kort je antwoord.

- Een extra laag toevoegen.
  Antwoord:

- Vergroten van de L^2 regularisatie.
  Antwoord:

Klad