

# Datorlaboration 2

Josef Wilzén

September 2, 2022

732G12 Data Mining HT2021

## Allmänt

Datorlaborationerna kräver att ni har R och Rstudio installerat.

- Kodmanual: [länk](#)
  - Utvärdering av klassificeringsproblem, se [här](#).
- **ISL**: An Introduction to Statistical Learning,
  - Boken: [länk](#)
  - R-kod till labbar: [länk](#)
  - Dataset: [länk](#) och [länk](#)
- **IDM**: Introduction to Data Mining
  - Kod till boken finns [här](#)
  - Sample chapters
- Dataset till vissa uppgifter finns [här](#).

Notera att ni inte behöver göra alla delar på alla uppgifter. Det viktiga är att ni får en förståelse för de olika principerna och modellerna som avhandlats. Dessa uppgifter ska inte lämnas in, utan är till för er övning.

## Datauppdelning

För att motverka överanpassning bör ni dela upp data till träning-, validering-, (och testmängd). Detta kan göras med `createDataPartition()` från `caret`-paketet. Argument till den funktionen som är av vikt här är  $p$  som hur stor andel av observationerna som ska användas till träningsmängden. Ni kan också använda `subset()` för att göra detta också, men det blir svårare att tydligt ange de observationer som ska tilldelas till valideringsmängden. Denna uppdelning ska ske slumpmässigt. Notera att om en testmängd ska skapas måste uppdelningen ske en gång till från valideringsmängden eller träningsmängden.

# Del 1: Trädmodeller

## ISL

Gå igenom laborationerna 8.3.1 och 8.3.2 i **ISL**.

### Begränsningar av beslutsträd

Läs in datamaterialet "issue.csv" som innehåller två förklarande variabler och en binär responsvariabel. Målet med denna övning är att ni ska skapa ett beslutsträd på detta data och undersöka kvaliteten av denna modell. Använd R-paketet rpart, se kodmanualen för exempel, se även IDM, för att göra följande:

1. Läs in datamaterialet och se till att alla variabler följer rätt skala och dela sedan upp datamaterialet i 50 procent träning och 50 procent validering.
2. Skatta ett beslutsträd med där maxdjupet är satt till 5 och antal korsvalideringar är satt till 0 (i övrigt standardinställningar enligt kodmanualen).
3. Utvärdera den skattade modellen genom att:
  - (a) Beräkna felkvoten av både tränings och valideringsmängden och tolka. Kolla tex här.
  - (b) Utforska modellen, hur komplex är den, hur många löv har valts ut och vilket utav de är den största?
  - (c) Hur djupt är det resulterande trädet?
4. Visualisera det ursprungliga datamaterialet och dess klasser. Hur ser beslutsgränsen ut?
5. Visualisera en liknande figur men nu endast på de predikterade värdena från valideringsmängden. (Ledning: För att prediktera nya utfall från en skattad modell används `predict(model, newdata = data, type = "class")`.) Verkar det som att beslutsgränsen som hittades i 4) också hittas med modellen? Vad för struktur har den nuvarande gränsen?
6. Skatta ett nytt beslutsträd där maxdjupet istället är satt till 10. Vad händer med den resulterande modellen och de predikterade värdena?
7. Sammanfatta era iakttagelser och svara på följande frågor:
  - (a) Varför kan det vara svårt att använda de två skattade modellerna?
  - (b) Varför kan det vara svårt att hitta en bra beslutsträdsmodell för detta data?
8. Skapa nya variabler i issue-materialet genom följande formler,  $Z1 = X1 + X2$  och  $Z2 = X1 - X2$ . Visualisera datamaterialet i det nya koordinat-systemet och kommentera på beslutsgränsen.

9. Skatta ett beslutsträd likt den från uppgift 2) men använd istället de nya koordinatsystemet som förklarande variabler. Vad blir resultatet av denna modell, dess felkvoter i träning och valideringsmängden, antalet löv och djup? Varför skiljer sig resultatet här gentemot tidigare modeller?

## Identifiering av spam-mail med hjälp av beslutsträd

Filen "spambase.csv" innehåller information om frekvensen av ett antal ord, symboler osv. från 4601 olika mail. Dessa har också klassificerats som antingen spam (spam = 1) eller vanliga mail (spam = 0). Er uppgift är nu att skatta ett beslutsträd som kan användas som någon form av spamfilter för nya mail som anländer till inkorgen. Mer detaljerad information om dessa attribut är angivna i bilagan.

1. Läs in materialet och se över variablernas skalor enligt dess beskrivning
2. Dela upp materialet i en tränings- och valideringsmängd i följande kombinationer, 10/90, 30/70, 50/50, 70/30 och 90/10. Skatta ett beslutsträd med standardinställningarna ( $x_{val} = 0$ ) för vardera uppdelning och jämför hur felkvoterna och trädets komplexitet (djup och antalet löv) förändras. Vilken datauppdelning verkar vara bäst?
3. Använd nu uppdelningen 70/30 och undersök istället hur valet av splitkriterium påverkar kvaliteten av modellen.
4. Använd nu uppdelningen 70/30 och använd cost complexity pruning tillsammans med korsvalidering för att välja modell. Gör sedan prediktioner på de sista 30 % (nu som testdata).
  - (a) Beräkna förväxlingsmatrisen för testdata. Se tex här.
  - (b) Beräkna sensitivitet och specificitet för testdata.
  - (c) Blev modellen bra? Hur djupt blev trädets? Hur många lövnoder?

## Teorifrågor

1. Beskriv för- och nackdelarna med för- och efterbeskrivning och svara vilken av metoderna som vanligtvis föredras.
2. Vad är en beslutsgräns och vilken form följer den i beslutsträd?
3. Vilken skala är bäst anpassad för klassificeringsproblem generellt, nominal eller ordinal? Varför?
4. Hur hanteras ordinala förklarande variabler i beslutsträd?
5. Klassificeringsträd: varför är det inte så bra att använda felkvoten (misclassification rate) när nya beslutsgränser ska skapas?

6. Regressionsträd: Vilken kostnadsfunktion brukar används för att utvärdera beslutsgränser?
7. Utan regularisering: vad brukar vara ett problem för trädmodeller, bias eller varians?
8. Utgå från ett kontinuerligt  $y$  och en kontinuerlig förklarande variabel  $x$ . Rita upp en funktion (på papper)  $y = f(x)$  som är lätt att anpassa med ett beslutsträd, men som är problematisk för linjär regression.
9. **ISL 8.4 Exercises Conceptual:** 1, 3

## Del 2: Naive Bayes classifier

I filen "loan.csv" finns 600 observationer från en bank där egenskaper hos individer som tagit lån är registrerade. Det finns även information om lånet betalats tillbaka eller ej. Variablerna beskrivs som:

- **Y**, om lånet betalas tillbaka eller ej ( $0 = \text{Ja}$ ,  $1 = \text{Nej}$ )
- **Residence**, om individen är en medborgare eller ej ( $0 = \text{Nej}$ ,  $1 = \text{Ja}$ )
- **Age**, vilken åldersgrupp som individen tillhör ( $0 = [35, \text{Infinity})$ ,  $1 = [18 - 35]$ )
- **House**, om individen äger ett hus eller ej ( $0 = \text{Nej}$ ,  $1 = \text{Ja}$ )
- **Sex**, individens kön ( $0 = \text{Man}$ ,  $1 = \text{Kvinna}$ )
- **Employment**, om individen har en anställning eller ej ( $0 = \text{Nej}$ ,  $1 = \text{Ja}$ )
- **Marital status**, om individen är gift eller ej ( $0 = \text{Gift eller änka}$ ,  $1 = \text{Skild eller separerad}$ )

1. Klassificera, med en Naïve Bayes klassificerare, en ny individ som har följande egenskaper: En man som är 26 år gammal, är gift, har en anställning men äger inte ett eget hus och är inte en medborgare i landet. Beskriv detaljerat hur ni gått tillväga för att lösa denna uppgift. (Ledning: Använd `table()` och `prop.table()` för att beräkna sannolikheterna som behövs.)
2. Beräkna samma klassificering utan att använda Naïve Bayes på följande sätt. Sortera datamaterialet, hitta antalet individer som överensstämmer med de eftersökta egenskaperna av den nya individen och räkna hur många som betalat tillbaka sitt lån eller ej. Ett klassificeringsbeslut kan tas genom att titta på de relativa frekvenserna.
3. Jämför resultaten mellan 1) och 2). Om ni kommit fram till olika beslut, vilken utav metoderna förlitar ni er på mest och varför gör ni det?

## Del 4: k-nearest neighbour

1. Anpassa k-närmaste granne (KNN) modeller på det inbyggda iris data. Målet är att klassificera variabeln `Species`. Utgå från kodmanualen. Låt 30 % av data vara testdata. Testa  $k = (3, 7, 11, 15)$ . Beräkna lämpliga utvärderingsmått för testdata. Vilket  $k$  ger bäst resultat? Tips: `kknn()`, `knn()`
2. Upprepa uppgiften i 1), men använd korsvalidering för att välja  $k$  från en lista med olika värden. Vilket  $k$  ger bäst resultat? Hur presterade den valda modellen?

3. Nu ska ni undersöka KNNs känslighet mot brus i data. Genera data med koden som finns här. Parametern `sd_val` styr hur mycket brus som finns i data. Genera nu tre dataset där ni låter `sd_val` vara 0.05, 0.1 och 0.15. För varje dataset:
- (a) Låt 30 % vara testdata.
  - (b) Skatta KNN modeller med tre olika värden på  $k = (3, 9, 15)$ . Beräkna lämpliga utvärderingsmått för testdata. Vilket  $k$  ger bäst resultat?
  - (c) Gör scatterplot för testdata, där ni färglägger punkterna baserat på klass. Lägg till den sanna beslutslinjen i plotten.
  - (d) Hur presterar KNN i relation till brusnivån?

## Del 3: Ensemblemetoder

### ISL

- Bootstrap:
  - Gå igenom laborationen 5.3.4
  - 5.4 Exercises Conceptual: 4, Exercises Applied: 9
- Bagging and Random Forests, Boosting
  - Gå igenom laborationerna 8.3.3 och 8.3.4
  - 8.4 Exercises Conceptual: 2, 5
  - Exercises Applied: 7, 8, 9, 10, 11

# Bilaga

Attribute Information for spambase: The last column of “spambase.csv” denotes whether the e-mail was considered spam (1) or not (0), i.e. unsolicited commercial e-mail. Most of the attributes indicate whether a particular word or character was frequently occurring in the e-mail. The run-length attributes (55-57) measure the length of sequences of consecutive capital letters. For the statistical measures of each attribute, see the end of this file.

Here are the definitions of the attributes: 48 continuous real [0,100] attributes of type word\_freq\_WORD = percentage of words in the e-mail that match WORD, i.e.  $100 * (\text{number of times the WORD appears in the e-mail}) / \text{total number of words in e-mail}$ . A “word” in this case is any string of alphanumeric characters bounded by non-alphanumeric characters or end-of-string.

- 6 continuous real [0,100] attributes of type char\_freq\_CHAR = percentage of characters in the e-mail that match CHAR, i.e.  $100 * (\text{number of CHAR occurrences}) / \text{total characters in e-mail}$
- 1 continuous real [1, . . .] attribute of type capital\_run\_length\_average = average length of uninterrupted sequences of capital letters
- 1 continuous integer [1, . . .] attribute of type capital\_run\_length\_longest = length of longest uninterrupted sequence of capital letters  
1 continuous integer [1, . . .] attribute of type capital\_run\_length\_total = sum of length of uninterrupted sequences of capital letters = total number of capital letters in the e-mail
- 1 nominal {0,1} class attribute of type spam = denotes whether the e-mail was considered spam (1) or not (0), i.e. unsolicited commercial e-mail.