

# Föreläsning 9 - Sekvensanalys

Josef Wilzen

2022-09-27

# Outline

1 Associationsanalys forts.

2 Sekvensanalys

3 Projekt

# Behandla kategoriska attribut

- Betrakta en mängd av flygbiljetter som sålts av ett flygbolag.
  - ▶ Transittyp (inrikes, utrikes, ej transit)
  - ▶ Avgångspunkt (Linköping, Sundsvall)

# Behandla kategoriska attribut

- Transformera attribut till binär form.

Transaction ID	Transfer = No transfer	Transfer = Domestic	Transfer = International	Origin = Linköping	Origin = Sundsvall
1	0	1	0	1	0
2	1	0	0	0	0
3	0	0	1	0	1

- Alt: Transformera till transaktionsform om det behövs.

# Problem med kategoriska data

- Om en attribut har många attributvärden leder detta till mindre frekventa binära attribut som inte uppfyller supporttröskeln.
  - ▶ Minska ej tröskeln för då ökar antalet frekventa regler väsentligt.
  - ▶ Lösning: Gruppera attributvärden på ett logiskt sätt, t.ex. städer i olika län eller regioner.
  - ▶ Skapa en “Övrigt” kategori
- Om det finns attributvärden med väldigt hög support, t.ex. pasta i Italienska stormarknader.
  - ▶ Ta bort dessa binära variabler.
- Komplexiteten ökar exponentiellt med antalet attributvärden
  - ▶ Genererar många fler kandidater till frekventa enhetsmängder.

# Behandla kontinuerliga attribut

- Diskretisering (vanligaste metoden)
  - ▶ Dela upp attributsvärden i intervall genom olika metoder:
    - ★ Lika bredd
    - ★ Lika frekvens
    - ★ Kluster
  - ▶ Skapa ett attribut för varje kategoriskt värde .
  - ▶ Vi måste bestämma antal intervall
- Ex: Ålder =  $[0,5)$ ,  $[5,12)$ ,  $[12,25)$ ,  $[25,40)$ ,  $[40,+\infty)$

# Problem med diskretisering

Age group	Chat = Yes	Chat = No	Support for Yes (%)	Confidence for Yes (%)
[12, 16)	12	13	0.048	0.480
[16, 20)	11	2	0.044	0.846
[20, 24)	11	3	0.044	0.786
[24, 28)	12	13	0.048	0.480
[28, 32)	14	12	0.056	0.538
[32, 36)	15	12	0.060	0.556
[36, 40)	16	14	0.064	0.533
[40, 44)	16	14	0.064	0.533
[44, 48)	4	10	0.016	0.286
[48, 52)	5	11	0.020	0.313
[52, 56)	5	10	0.020	0.333
[56, 60)	4	11	0.016	0.267
Sum	125	125		

- Om intervallen är för breda försvinner regler p.g.a. för låg konfidens.
- Om intervallen är för smala försvinner regler p.g.a. för låg support.

# Sekvensanalys

- Associationsanalys + tidvariabel = Sekvensanalys
- Vi vill hitta **sekventiella mönster**
- Transaktionsdatabaser brukar innehålla en attribut som motsvarar tidpunkt, dvs. händelser är tidsmarkerade

Customer	Day	Purchased items
A	10	bread, diapers, beer
A	20	beer, milk
A	23	milk
B	11	diapers, beer
B	17	bread
B	21	diapers, milk, bread
B	28	milk, beer
C	14	milk, diapers, beer

Object	Time-stamp	Events
A	10	2, 3, 4
A	20	4, 1
A	23	1
B	11	3, 4
B	17	2
B	21	3, 1, 2
B	28	1, 4
C	14	1, 3, 4



# Sekventiella mönster

En sekvens är en ordnad lista av element:

$$S = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$

där varje element

$$e_j = \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$$

är en händelsemängd som förknippas med ett givet objekt.

# Sekventiella mönster

- Ex. 1. Köphistoria av en given kund där: element = transaktion = produkter köpta vid tidpunkt  $t$
- Ex. 2. Webbaktivitet av en given användare där: element = sida som användaren besöker
- Ex. 3. Logg av händelser i en given kärnkraftsreaktor där: element = felmeddelande från sensorer i reaktorn

# Delsekvens

- En delsekvens av  $s$  är en ordnad sekvens som består av element som ingår i  $s$
- Ex:

Time-stamp	Element
10	{2, 3, 4}
20	{4, 1}
23	{1,3}

**Exempel på delsekvenser:**

$\langle \{2, 3\}, \{1\}, \{1\} \rangle$

$\langle \{2\}, \{3\} \rangle$

$\langle \{4\}, \{4\}, \{1\} \rangle$

# Utvinning av sekventiella mönster

- Objektsekvens är transaktionslistan som förknippas med ett objekt/individ
- Ex. Tabellen på nästa sida innehåller 5 objektsekvenser
- Support av  $S$  är andelen objektsekvenser som innehåller  $S$ .
- Hitta alla sekvenser som har  $s(S) \geq \text{minsup}$

# Utvinning av sekventiella mönster

Object	Time-stamp	Events
A	1	1, 2, 4
A	2	2, 3
A	3	5
B	1	1, 2
B	2	2, 3, 4
C	1	1, 2
C	2	2, 3, 4
C	3	2, 4, 5
D	1	2
D	2	3, 4
D	3	4, 5
E	1	1, 3
E	2	2, 4, 5

**Beräkna:**

$$\langle \{1, 2\} \rangle \quad s = 0.6$$

$$\langle \{1\}, \{2\} \rangle \quad s = 0.8$$

$$\langle \{2\}, \{2\} \rangle \quad s = 0.6$$

# Brute Force metodik

- Uppräkna alla möjliga sekvenser och beräkna supportnivån för varje blir dyrt!
  - ▶ 1-sekvenser  
 $\langle i_1 \rangle, \langle i_2 \rangle, \dots, \langle i_n \rangle$
  - ▶ 2-sekvenser  
 $\langle \{i_1, i_2\} \rangle, \langle \{i_1, i_3\} \rangle, \dots, \langle \{i_{n-1}, i_n\} \rangle$
  - ▶  $\langle \{i_1\}, \{i_1\} \rangle, \langle \{i_1\}, \{i_3\} \rangle, \dots, \langle \{i_{n-1}\}, \{i_n\} \rangle$
  - ▶ 3-sekvenser...

# Brute Force problem

- Det finns betydligt fler kandidatsekvenser än kandidatenheter vid analys av frekventa enhetsmängder eftersom:
  - ▶ En sekvens kan innehålla ett element flera gånger
  - ▶ Elementföljden spelar roll, permutation istället för kombination.
- Detta innebär ännu större problem med dimensionalitet och transaktionsstorlek än icke-sekventiella metodiken.

# Apriori-like algorithm

- Apriori-like algoritmen är utvecklad för sekvensanalys

---

**Algorithm 7.1** *Apriori-like algorithm for sequential pattern discovery.*

---

```
1:  $k = 1$ .
2:  $F_k = \{ i \mid i \in I \wedge \frac{\sigma(\{i\})}{N} \geq \text{minsup} \}$ .    {Find all frequent 1-subsequences.}
3: repeat
4:    $k = k + 1$ .
5:    $C_k = \text{apriori-gen}(F_{k-1})$ .    {Generate candidate  $k$ -subsequences.}
6:   for each data sequence  $t \in T$  do
7:      $C_t = \text{subsequence}(C_k, t)$ .    {Identify all candidates contained in  $t$ .}
8:     for each candidate  $k$ -subsequence  $c \in C_t$  do
9:        $\sigma(c) = \sigma(c) + 1$ .    {Increment the support count.}
10:    end for
11:  end for
12:   $F_k = \{ c \mid c \in C_k \wedge \frac{\sigma(c)}{N} \geq \text{minsup} \}$ .    {Extract the frequent  $k$ -subsequences.}
13: until  $F_k = \emptyset$ 
14: Answer =  $\bigcup F_k$ .
```

---

- Candidate generation: liknar metoden som används för Apriori-algoritmen



# Apriori-like algorithm

## Exempel

### Frekventa 3-sekvenser

$\langle \{1\} \{2\} \{3\} \rangle$

$\langle \{1\} \{2, 5\} \rangle$

$\langle \{1\} \{5\} \{3\} \rangle$

$\langle \{2\} \{3\} \{4\} \rangle$

$\langle \{2, 5\} \{3\} \rangle$

$\langle \{3\} \{4\} \{5\} \rangle$

$\langle \{5\} \{3, 4\} \rangle$

### Kandidat- framställning

$\langle \{1\} \{2\} \{3\} \{4\} \rangle$

$\langle \{1\} \{2, 5\} \{3\} \rangle$

$\langle \{1\} \{5\} \{3, 4\} \rangle$

$\langle \{2\} \{3\} \{4\} \{5\} \rangle$

$\langle \{2, 5\} \{3, 4\} \rangle$

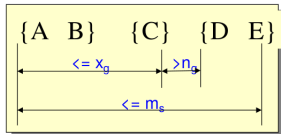
### Kandidat- beskränning

$\langle \{1\} \{2, 5\} \{3\} \rangle$

# Tidsbegränsningar

- **Maxspan** – största tillåtna avstånd mellan första och sista händelsen i sekvensen
- **Mingap** – minsta tillåtna avståndet mellan intilliggande element
- **Maxgap** – största tillåtna avståndet mellan intilliggande element

# Tidsbegränsningar



$x_g$ : maxgap

$n_g$ : mingap

$m_s$ : maxspan

$x_g = 2, n_g = 0, m_s = 4$

Objektsekvens	Delsekvens	Stödjer?
$\langle \{2,4\} \{3,5,6\} \{4,7\} \{4,5\} \{8\} \rangle$	$\langle \{6\} \{5\} \rangle$	Yes
$\langle \{1\} \{2\} \{3\} \{4\} \{5\} \rangle$	$\langle \{1\} \{4\} \rangle$	No
$\langle \{1\} \{2,3\} \{3,4\} \{4,5\} \rangle$	$\langle \{2\} \{3\} \{5\} \rangle$	Yes
$\langle \{1,2\} \{3\} \{2,3\} \{3,4\} \{2,4\} \{4,5\} \rangle$	$\langle \{1,2\} \{5\} \rangle$	No

# Projekt

- Se dokument för detaljer
- Ni ska analysera riktig data med metoder från kursen

# Avslut

- Kurshemsidan
- Labben