

Begrepps-inläring

1 Begrepp och Hypoteser

- Definitioner
- Exempel
- Hypoteser

2 Inläring genom sökning

- Find-S
- List-then-Eliminate
- Candidate Elimination

3 Objektiv inläring

- Bias
- Unbiased Learner

1 Begrepp och Hypoteser

- Definitioner
- Exempel
- Hypoteser

2 Inläring genom sökning

- Find-S
- List-then-Eliminate
- Candidate Elimination

3 Objektiv inläring

- Bias
- Unbiased Learner

Begrepps-inläring

Begrepps-inläring (*Concept Learning*)

Inläring av en **boolsk funktion** från exempel

Begreppsinnläring

Begreppsinnläring (*Concept Learning*)

Inläring av en **boolsk funktion** från exempel

Kategorier

- “Vackert väder”
- “Hundar”
- “Motorfordon”
- “Lagbrott”

Begrepps-inläring

Begrepps-inläring (*Concept Learning*)

Inläring av en **boolsk funktion** från exempel

Kategorier

- “Vackert väder”
- “Hundar”
- “Motorfordon”
- “Lagbrott”

Delmängd av någon överordnad mängd X

Beteckningar

c Begreppet som ska läras

h Hypotes

H Hypotesrummet

D Mängden tillgängliga träningsexempel

Beteckningar

c Begreppet som ska läras

$$c(x) \rightarrow 0/1, \quad x \in X$$

h Hypotes

H Hypotesrummet

D Mängden tillgängliga träningsexempel

Beteckningar

c Begreppet som ska läras

$$c(x) \rightarrow 0/1, \quad x \in X$$

h Hypotes, Resultatet av inläringen ("gissad c ")

$$h(x) \rightarrow 0/1, \quad x \in X$$

H Hypotesrummet

D Mängden tillgängliga träningsexempel

Beteckningar

c Begreppet som ska läras

$$c(x) \rightarrow 0/1, \quad x \in X$$

h Hypotes, Resultatet av inläringen ("gissad c ")

$$h(x) \rightarrow 0/1, \quad x \in X$$

H Hypotesrummet, Alla tänkbara hypoteser

$$h \in H$$

D Mängden tillgängliga träningssexempel

Beteckningar

c Begreppet som ska läras

$$c(x) \rightarrow 0/1, \quad x \in X$$

h Hypotes, Resultatet av inläringen ("gissad c ")

$$h(x) \rightarrow 0/1, \quad x \in X$$

H Hypotesrummet, Alla tänkbara hypoteser

$$h \in H$$

D Mängden tillgängliga träningsexempel

$$D \subseteq X$$

Beteckningar

Två sorters träningsexempel

Positiva exempel:

$$x : c(x) = 1, \quad x \in D$$

Negativa exempel:

$$x : c(x) = 0, \quad x \in D$$

Exempel på ett *begrepp**"Vackert Väder"*

Låt "väderinstanserna" x_i vara sammansatta av fyra **attribut**:

$x_1 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt>

$x_2 =$ <Molnigt, Varmt, Stilla, Torrt>

$x_3 =$...

Exempel på ett *begrepp*

"Vackert Väder"

Låt "väderinstanserna" x_i vara sammansatta av fyra **attribut**:

$x_1 =$ <Soligt, Varmt, Blåsigt, Torrt>

$x_2 =$ <Molnigt, Varmt, Stilla, Torrt>

$x_3 = \dots$

Generellt: *Himmel* \times *Temp* \times *Vind* \times *Fukt*

Antag att attributen bara kan anta speciella diskreta värden:

Himmel $\in \{ \text{Soligt, Molnigt, Regnigt} \}$

Temp $\in \{ \text{Varmt, Kallt} \}$

Vind $\in \{ \text{Blåsig, Stilla} \}$

Fukt $\in \{ \text{Torr, Fuktig} \}$

Antag att attributen bara kan anta speciella diskreta värden:

Himmel $\in \{ \text{Soligt, Molnigt, Regnigt} \}$

Temp $\in \{ \text{Varmt, Kallt} \}$

Vind $\in \{ \text{Blåsigt, Stilla} \}$

Fukt $\in \{ \text{Torr, Fuktigt} \}$

Antal möjliga väder: $|X| = 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 24$

Typiska träningsexempel

$x_1 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt> → Vackert

$x_2 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Fuktigt> → Vackert

$x_3 =$ <Regnigt, Kallt, Blåsig, Fuktigt> → Usch

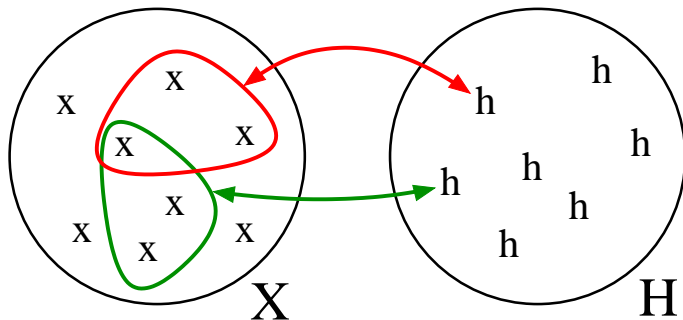
$x_4 =$ <Soligt, Varmt, Stilla, Fuktigt> → Vackert

Hur ser hypotesmängden H ut?

Hur ser hypotesmängden H ut?

Varje hypotes h motsvaras av en **delmängd** av X

Hur ser hypotesmängden H ut?



Varje hypotes h motsvaras av en **delmängd** av X

Hur många hypoteser finns det att välja bland?

Hur många hypoteser finns det att välja bland?
Hur många delmängder av X finns det?

Hur många hypoteser finns det att välja bland?
Hur många delmängder av X finns det?

$$|H| = 2^{|X|}$$

$$|H| = 2^{24} = 16777216$$

Hur många hypoteser finns det att välja bland?
Hur många delmängder av X finns det?

$$|H| = 2^{|X|}$$

$$|H| = 2^{24} = 16777216$$

Man måste göra begränsande antaganden!

Begränsande antagande

Begreppen är alltid konjunktioner av attributvärden

Begränsande antagande

Begreppen är alltid konjunktioner av attributvärden

Exempel på begrepp c av denna typ

Soligt & Varmt

Kallt & Vindstillt & Torrt

Begränsande antagande

Begreppen är alltid konjunktioner av attributvärden

Exempel på begrepp c av denna typ

Soligt & Varmt

Kallt & Vindstillt & Torrt

Hur många hypoteser finns det nu?

Begränsande antagande

Begreppen är alltid konjunktioner av attributvärden

Exempel på begrepp c av denna typ

Soligt & Varmt
Kallt & Vindstilla & Torrt

Hur många hypoteser finns det nu?

Himmel	Temp	Vind	Fukt
Soligt			
Molnigt	Varmt	Blåsig	Torrt
Regnigt	Kallt	Stilla	Fuktigt
★	★	★	★

Begränsande antagande

Begreppen är alltid konjunktioner av attributvärden

Exempel på begrepp c av denna typ

Soligt & Varmt

Kallt & Vindstilla & Torrt

Hur många hypoteser finns det nu?

Himmel	Temp	Vind	Fukt
Soligt			
Molnigt	Varmt	Blåsig	Torrt
Regnigt	Kallt	Stilla	Fuktigt
★	★	★	★

$$4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 = 108$$

1 Begrepp och Hypoteser

- Definitioner
- Exempel
- Hypoteser

2 Inläring genom sökning

- Find-S
- List-then-Eliminate
- Candidate Elimination

3 Objektiv inläring

- Bias
- Unbiased Learner

Inläring \equiv sök efter en hypotes som stämmer med exemplen

Inläring \equiv sök efter en hypotes som stämmer med exemplen

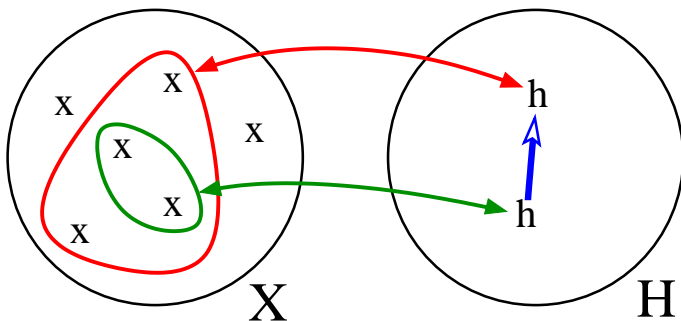
Utnyttja strukturen hos H för att söka snabbare

Vissa hypoteser är **generellare** än andra

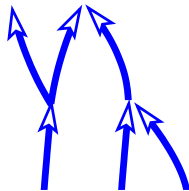
Partiell ordning mellan hypoteserna

Vissa hypoteser är **generellare** än andra

Partiell ordning mellan hypoteserna



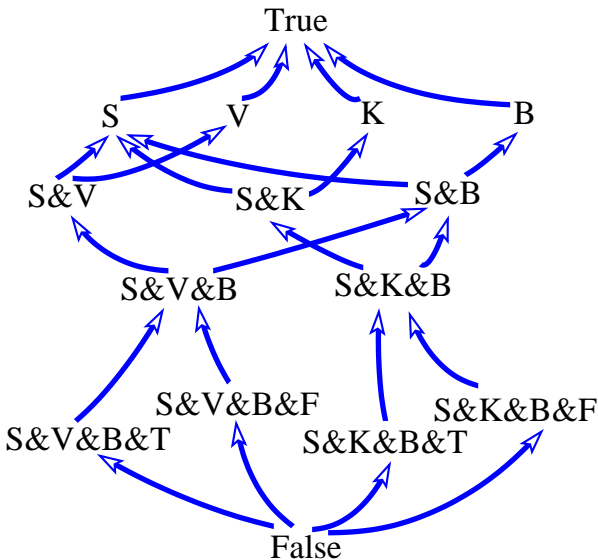
Generella hypoteser



Speciella hypoteser

Generellast i vårt exempel: "Alla väder är vackra"

Speciellast i vårt exempel: "Inga väder är vackra" (!)



Find-S algoritmen

Starta med den/de mest speciella hypoteserna och generalisera succesivt vid behov.

Find-S algoritmen

Starta med den/de mest speciella hypoteserna och generalisera succesivt vid behov.

$\hat{h} \leftarrow$ mest speciella hypotesen i H

for $e \leftarrow$ nästa exempel:

if positivt exempel:

 generalisera \hat{h} så att även e täcks in

Find-S algoritmen

Starta med den/de mest speciella hypoteserna och generalisera succesivt vid behov.

$\hat{h} \leftarrow$ mest speciella hypotesen i H

for $e \leftarrow$ nästa exempel:

if positivt exempel:

 generalisera \hat{h} så att även e täcks in

Ger den mest speciella hypotesen som är **konsistent** med alla exemplen.

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Starthypotes: $\langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle$ (Maximalt pessimistisk)

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Starthypotes: $\langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle$ (Maximalt pessimistisk)

Träningsexempel:

$x_1 = \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsigt, Torrt} \rangle \rightarrow \text{Vackert}$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Aktuell hypotes: <Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt>

Träningsexempel:

$x_1 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt> \rightarrow Vackert

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Aktuell hypotes: <Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt>

Träningsexempel:

$x_1 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt> \rightarrow Vackert

$x_2 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Fuktigt> \rightarrow Vackert

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Aktuell hypotes: <Soligt, Varmt, Blåsigt, ★ >

Träningsexempel:

$x_1 =$ <Soligt, Varmt, Blåsigt, Torrt> → Vackert

$x_2 =$ <Soligt, Varmt, Blåsigt, Fuktigt> → Vackert

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Aktuell hypotes: <Soligt, Varmt, Blåsig, ★ >

Träningsexempel:

$x_1 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt> → Vackert

$x_2 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Fuktigt> → Vackert

$x_3 =$ <Regnigt, Kallt, Blåsig, Fuktigt> → Usch

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Aktuell hypotes: <Soligt, Varmt, Blåsig, ★ >

Träningsexempel:

- $x_1 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt> → Vackert
- $x_2 =$ <Soligt, Varmt, Blåsig, Fuktigt> → Vackert
- $x_3 =$ <Regnigt, Kallt, Blåsig, Fuktigt> → Usch
- $x_4 =$ <Soligt, Varmt, Stilla, Fuktigt> → Vackert

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Aktuell hypotes: <Soligt, Varmt, *, * >

Träningsexempel:

- | | | |
|---------|-----------------------------------|-----------|
| $x_1 =$ | <Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt> | → Vackert |
| $x_2 =$ | <Soligt, Varmt, Blåsig, Fuktigt> | → Vackert |
| $x_3 =$ | <Regnigt, Kallt, Blåsig, Fuktigt> | → Usch |
| $x_4 =$ | <Soligt, Varmt, Stilla, Fuktigt> | → Vackert |

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

Aktuell hypotes: $\langle \text{Soligt, Varmt, } *, * \rangle$

Träningsexempel:

- | | | | |
|---------|--|---------------|---------|
| $x_1 =$ | $\langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt} \rangle$ | \rightarrow | Vackert |
| $x_2 =$ | $\langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Fuktigt} \rangle$ | \rightarrow | Vackert |
| $x_3 =$ | $\langle \text{Regnigt, Kallt, Blåsig, Fuktigt} \rangle$ | \rightarrow | Usch |
| $x_4 =$ | $\langle \text{Soligt, Varmt, Stilla, Fuktigt} \rangle$ | \rightarrow | Vackert |

Slutlig hypotes: "Vackert väder" \equiv Soligt \wedge Varmt

Problem med Find-S

Problem med Find-S

- Omöjligt att veta ifall endast en unik hypotes återstår.

Problem med Find-S

- Omöjligt att veta ifall endast en unik hypotes återstår.
- Varför skulle vi föredra den mest specifika hypotesen?

Problem med Find-S

- Omöjligt att veta ifall endast en unik hypotes återstår.
- Varför skulle vi föredra den mest specifika hypotesen?
- Vi kan inte upptäcka inkonsistenta indata eftersom alla negativa exempel ignoreras.

Problem med Find-S

- Omöjligt att veta ifall endast en unik hypotes återstår.
- Varför skulle vi föredra den mest specifika hypotesen?
- Vi kan inte upptäcka inkonsistenta indata eftersom alla negativa exempel ignoreras.
- Vad händer ifall det finns fler lika specifika hypoteser?

Version Space (VS)

Alla hypoteser som är konsistenta med de exempel man hittills har sett.

Version Space (VS)

Alla hypoteser som är konsistenta med de exempel man hittills har sett.

- $VS \subseteq H$

Version Space (VS)

Alla hypoteser som är konsistenta med de exempel man hittills har sett.

- $VS \subseteq H$
- $|VS| = 1$ En unik lösning

Version Space (VS)

Alla hypoteser som är konsistenta med de exempel man hittills har sett.

- $VS \subseteq H$
- $|VS| = 1$ En unik lösning
- $VS = \emptyset$ Inkonsistenta exempel

List-then-Eliminate algoritmen

Direkt representation av Version Space (VS)

List-then-Eliminate algoritmen

Direkt representation av Version Space (VS)

$VS \leftarrow H$

for $e \leftarrow$ nästa exempel:

tag bort alla hypoteser ur VS som inte
är konsistenta med e

List-then-Eliminate algoritmen

Direkt representation av Version Space (VS)

$VS \leftarrow H$

for $e \leftarrow$ nästa exempel:

tag bort alla hypoteser ur VS som inte
är konsistenta med e

Problem: H är oftast för stor!

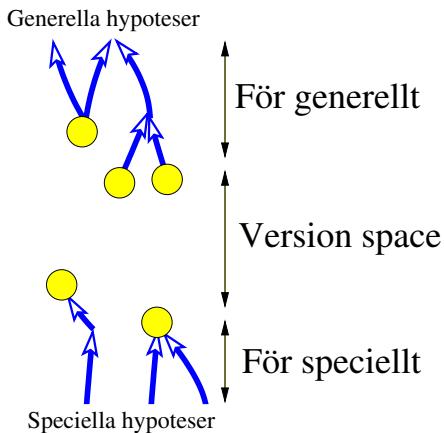
Candidate Elimination

Candidate Elimination

- Effektiv representation av Version Space

Candidate Elimination

- Effektiv representation av Version Space
- Utnyttjar den partiella ordningen mellan hypoteserna



$G \leftarrow$ generellaste hypoteserna i H

$S \leftarrow$ speciellaste hypoteserna i H

for $e \leftarrow$ nästa exempel:

if positivt exempel:

$G \leftarrow G - \{\text{hypoteser som inte omfattar } e\}$

$S \leftarrow$ generalisera S att omfatta e

Städa S från "generella varianter"

else:

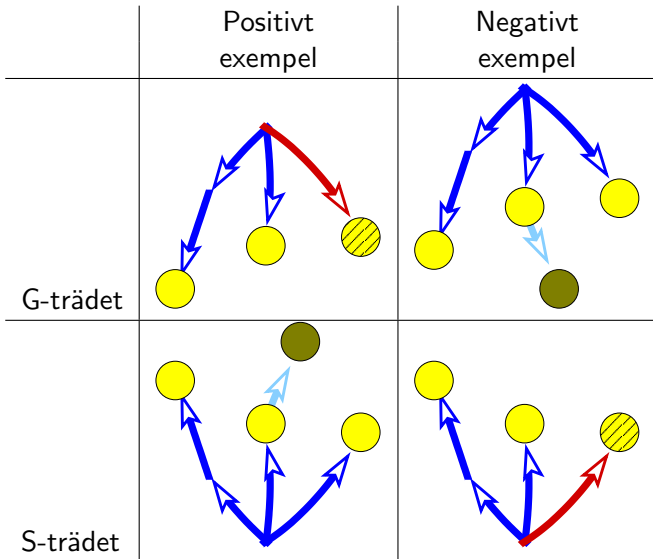
$S \leftarrow S - \{\text{hypoteser som omfattar } e\}$

$G \leftarrow$ specialisera G att inte omfatta e

Städa G från "speciella varianter"

Städa G från hypoteser som inte är generellare än något i S

Städa S från hypoteser som inte är speciellare än något i G



Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$x_1 = \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt} \rangle \rightarrow \text{Vackert}$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$x_1 = \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt} \rangle \rightarrow \text{Vackert}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$x_2 = \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Fuktigt} \rangle \rightarrow \text{Vackert}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$x_2 = \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Fuktigt} \rangle \rightarrow \text{Vackert}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, } * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, } * \rangle \}$$
$$S = \{ \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt} \rangle \}$$
$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$x_3 = \langle \text{Regnigt, Kallt, Blåsig, Fuktigt} \rangle \rightarrow \text{Usch}$

$$S = \{ \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, } * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt, Varmt, Blåsig, Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle \text{Molnigt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle, \langle *, *, \text{Stilla}, * \rangle, \langle *, *, *, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$x_3 = \langle \text{Regnigt}, \text{Kallt}, \text{Blåsigt}, \text{Fuktigt} \rangle \rightarrow \text{Usch}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsigt}, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsigt}, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle \text{Molnigt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle, \langle *, *, \text{Stilla}, * \rangle, \langle *, *, *, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle \text{Molnigt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle, \langle *, *, \text{Stilla}, * \rangle, \langle *, *, *, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle \text{Molnigt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle, \\ \langle *, *, \text{Stilla}, * \rangle, \langle *, *, *, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle \}$$

$$x_4 = \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Stilla}, \text{Fuktigt} \rangle \rightarrow \text{Vackert}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle \text{Molnigt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle, \langle *, *, \text{Stilla}, * \rangle, \langle *, *, *, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle \}$$

$$x_4 = \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Stilla}, \text{Fuktigt} \rangle \rightarrow \text{Vackert}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, *, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

Konkret exempel: "Vackert väder" med antagandet att begreppet är en konjunktion av attributvärden.

$$G = \{ \langle *, *, *, * \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle \text{Molnigt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle, \langle *, *, \text{Stilla}, * \rangle, \langle *, *, *, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$G = \{ \langle \text{Soligt}, *, *, * \rangle, \langle *, \text{Varmt}, *, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, *, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, * \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \text{Soligt}, \text{Varmt}, \text{Blåsig}, \text{Torrt} \rangle \}$$

$$S = \{ \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle \}$$

- 1 Begrepp och Hypoteser
 - Definitioner
 - Exempel
 - Hypoteser
- 2 Inläring genom sökning
 - Find-S
 - List-then-Eliminate
 - Candidate Elimination
- 3 Objektiv inläring
 - Bias
 - Unbiased Learner

Bias

Inlärningsalgoritmen är inte "helt objektiv" eftersom den inte tillåts välja bland alla tänkbara hypoteser.

Bias

Inlärningsalgoritmen är inte "helt objektiv" eftersom den inte tillåts välja bland alla tänkbara hypoteser.

Induction Bias — Inlärningsmetodens påverkan på resultatet

Bias

Inlärningsalgoritmen är inte "helt objektiv" eftersom den inte tillåts välja bland alla tänkbara hypoteser.

Induction Bias — Inlärningsmetodens påverkan på resultatet

Unbiased Learner En inlärningsalgoritm som är helt neutral

Restriction Bias Begränsning av vilka hypoteser som kan komma ifråga

Preference Bias Styrning av vilka hypoteser som väljs i första hand

Är en *Unbiased Learner* bättre?

Är en *Unbiased Learner* bättre?

Alla delmängder av X är lika rimliga.

Är en *Unbiased Learner* bättre?

Alla delmängder av X är lika rimliga.

Kunskap om x_1, x_2, \dots, x_n säger inget om x_{n+1}

Är en *Unbiased Learner* bättre?

Alla delmängder av X är lika rimliga.

Kunskap om x_1, x_2, \dots, x_n säger inget om x_{n+1}

Utan bias är det **omöjligt att generalisera** till $x \notin D$.