# Abstraktsete domeenide omaduspõhine testimine

## Bakalaureusetöö

Simmo Saan

Tartu Ülikool, arvutiteaduse instituut

Juuni, 2018

# Ülesehitus

# Eesmärk

# Intervallid

- Täisarvude staatiliseks analüüsiks saab kasutada **intervalle**
  - Näiteks $[0, 3]$, $[-1, 5]$, $[2, 2]$, $[1, +\infty]$, $[-\infty, +\infty]$

# Intervallid

- Täisarvude staatiliseks analüüsiks saab kasutada **intervalle**
  - Näiteks $[0,3],\ [-1,5],\ [2,2],\ [1,+\infty],\ [-\infty,+\infty]$
- Aritmeetilised tehted intervallidel
  - Näiteks liitmine $[0,3]+[-1,5]=[-1,8]$

# Intervallid

- Täisarvude staatiliseks analüüsiks saab kasutada **intervalle**
  - Näiteks $[0, 3]$, $[-1, 5]$, $[2, 2]$, $[1, +\infty]$, $[-\infty, +\infty]$
- Aritmeetilised tehted intervallidel
  - Näiteks liitmine $[0, 3] + [-1, 5] = [-1, 8]$
- Osalise järjestuse seos sisalduvuse kaudu
  - Näiteks $[2, 2] \sqsubseteq [0, 3] \sqsubseteq [-1, 5] \sqsubseteq [-\infty, +\infty]$
  - Kokkuleppeliselt väiksem tähendab täpsemat

# Intervallid

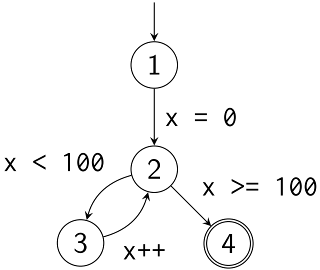
- Täisarvude staatiliseks analüüsiks saab kasutada **intervalle**
  - Näiteks $[0, 3]$, $[-1, 5]$, $[2, 2]$, $[1, +\infty]$, $[-\infty, +\infty]$
- Aritmeetilised tehted intervallidel
  - Näiteks liitmine $[0, 3] + [-1, 5] = [-1, 8]$
- Osalise järjestuse seos sisalduvuse kaudu
  - Näiteks $[2, 2] \sqsubseteq [0, 3] \sqsubseteq [-1, 5] \sqsubseteq [-\infty, +\infty]$
  - Kokkuleppeliselt väiksem tähendab täpsemat
- Ühendamise tehe ühendi kaudu
  - Näiteks $[0, 3] \sqcup [5, 7] = [0, 7]$

# Intervallid

- Täisarvude staatiliseks analüüsiks saab kasutada **intervalle**
  - Näiteks $[0, 3]$, $[-1, 5]$, $[2, 2]$, $[1, +\infty]$, $[-\infty, +\infty]$
- Aritmeetilised tehted intervallidel
  - Näiteks liitmine $[0, 3] + [-1, 5] = [-1, 8]$
- Osalise järjestuse seos sisalduvuse kaudu
  - Näiteks $[2, 2] \sqsubseteq [0, 3] \sqsubseteq [-1, 5] \sqsubseteq [-\infty, +\infty]$
  - Kokkuleppeliselt väiksem tähendab täpsemat
- Ühendamise tehe ühendi kaudu
  - Näiteks $[0, 3] \sqcup [5, 7] = [0, 7]$
- Suurim intervall
  - $\top = [-\infty, +\infty]$

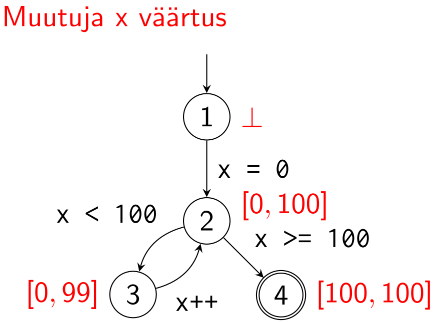
# Näidisanalüüs intervallidega

```
int x = 0;
while (x < 100)
    x++;
```



# Näidisanalüüs intervallidega

```
int x = 0;
while (x < 100)
    x++;
```



# Täielikud võred

Domeen peab moodustama **täieliku võre**:

- Elementide hulk $\mathbb{D}$
- Osalise järjestuse seos $\sqsubseteq$
- Ülemise raja tehe $\sqcup$
- Alumise raja tehe $\sqcap$
- Suurim element $\top$
- Vähim element $\bot$

# Domeenide omadused

Olgu $\mathbb{D}$ täielik võre, siis iga $a, b, c \in \mathbb{D}$ korral:

# Domeenide omadused

Olgu $\mathbb{D}$ täielik võre, siis iga $a, b, c \in \mathbb{D}$ korral:

- $a \sqsubseteq a$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq c$, siis $a \sqsubseteq c$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq a$, siis $a = b$

# Domeenide omadused

Olgu $\mathbb{D}$ täielik võre, siis iga $a, b, c \in \mathbb{D}$ korral:

- $a \sqsubseteq a$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq c$, siis $a \sqsubseteq c$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq a$, siis $a = b$

- $a \sqsubseteq a \sqcup b$ ja $b \sqsubseteq a \sqcup b$
- $a \sqcap b \sqsubseteq a$ ja $a \sqcap b \sqsubseteq b$
- kui $a \sqsubseteq c$ ja $b \sqsubseteq c$, siis $a \sqcup b \sqsubseteq c$
- kui $c \sqsubseteq a$ ja $c \sqsubseteq b$, siis $c \sqsubseteq a \sqcap b$

# Domeenide omadused

Olgu $\mathbb{D}$ täielik võre, siis iga $a, b, c \in \mathbb{D}$ korral:

- $a \sqsubseteq a$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq c$, siis $a \sqsubseteq c$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq a$, siis $a = b$

- $a \sqsubseteq a \sqcup b$ ja $b \sqsubseteq a \sqcup b$
- $a \sqcap b \sqsubseteq a$ ja $a \sqcap b \sqsubseteq b$
- kui $a \sqsubseteq c$ ja $b \sqsubseteq c$, siis $a \sqcup b \sqsubseteq c$
- kui $c \sqsubseteq a$ ja $c \sqsubseteq b$, siis $c \sqsubseteq a \sqcap b$

- $(a \sqcup b) \sqcup c = a \sqcup (b \sqcup c)$
- $a \sqcup b = b \sqcup a$
- $a \sqcup a = a$
- $a \sqcup (a \sqcap b) = a$

- $(a \sqcap b) \sqcap c = a \sqcap (b \sqcap c)$
- $a \sqcap b = b \sqcap a$
- $a \sqcap a = a$
- $a \sqcap (a \sqcup b) = a$

# Domeenide omadused

Olgu $\mathbb{D}$ täielik võre, siis iga $a, b, c \in \mathbb{D}$ korral:

- $a \sqsubseteq a$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq c$, siis $a \sqsubseteq c$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq a$, siis $a = b$

- $\bot \sqsubseteq a$
- $a \sqsubseteq \top$
- $a \sqcup \bot = a$
- $a \sqcap \top = a$

- $a \sqsubseteq a \sqcup b$ ja $b \sqsubseteq a \sqcup b$
- $a \sqcap b \sqsubseteq a$ ja $a \sqcap b \sqsubseteq b$
- kui $a \sqsubseteq c$ ja $b \sqsubseteq c$, siis $a \sqcup b \sqsubseteq c$
- kui $c \sqsubseteq a$ ja $c \sqsubseteq b$, siis $c \sqsubseteq a \sqcap b$

- $(a \sqcup b) \sqcup c = a \sqcup (b \sqcup c)$
- $a \sqcup b = b \sqcup a$
- $a \sqcup a = a$
- $a \sqcup (a \sqcap b) = a$

- $(a \sqcap b) \sqcap c = a \sqcap (b \sqcap c)$
- $a \sqcap b = b \sqcap a$
- $a \sqcap a = a$
- $a \sqcap (a \sqcup b) = a$

# Domeenide omadused

Olgu $\mathbb{D}$ täielik võre, siis iga $a, b, c \in \mathbb{D}$ korral:

- $a \sqsubseteq a$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq c$, siis $a \sqsubseteq c$
- kui $a \sqsubseteq b$ ja $b \sqsubseteq a$, siis $a = b$

- $a \sqsubseteq a \sqcup b$ ja $b \sqsubseteq a \sqcup b$
- $a \sqcap b \sqsubseteq a$ ja $a \sqcap b \sqsubseteq b$
- kui $a \sqsubseteq c$ ja $b \sqsubseteq c$, siis $a \sqcup b \sqsubseteq c$
- kui $c \sqsubseteq a$ ja $c \sqsubseteq b$, siis $c \sqsubseteq a \sqcap b$

- $\bot \sqsubseteq a$
- $a \sqsubseteq \top$
- $a \sqcup \bot = a$
- $a \sqcap \top = a$

Samaväärsed:

1. $a \sqsubseteq b$
2. $a \sqcup b = b$
3. $a \sqcap b = a$

- $(a \sqcup b) \sqcup c = a \sqcup (b \sqcup c)$
- $a \sqcup b = b \sqcup a$
- $a \sqcup a = a$
- $a \sqcup (a \sqcap b) = a$

- $(a \sqcap b) \sqcap c = a \sqcap (b \sqcap c)$
- $a \sqcap b = b \sqcap a$
- $a \sqcap a = a$
- $a \sqcap (a \sqcup b) = a$