

Funktsionaalprogrammeerimine

Kontrolltöö 1 (näidis): lahendused

1. Avaldise väärtus

```
sum [ x-y | (x,y) <- zip [3,4] [1..6] ]
```

zip lõpetab lühema listi lõpus, seega

$$\text{zip } [3,4] \ [1..6] = [(3,1), (4,2)].$$

Listikomprehensioon annab [2,2] ning selle summa on $\boxed{4}$.

2. Funktsiooni rakendamine

```
f [(5,"a"), (6,"b")] ""  
  = f [(6,"b")] ""  
  = "b"
```

Esimesel sammul rakendub kolmas võrrand, sest listis on kaks elementi. Seejärel rakendub teine võrrand, mis tagastab ainsa paari teise komponendi. Vastus on "b".

3. Alfa-ekvivalentsus

Alfa-ekvivalentsus lubab seotud muutujaid ümber nimetada, kuid peab säilitama vabade muutujate nimed ja muutujate seosed neid siduvate lambda-dega.

- (a) $\lambda x. \text{add } x \ x$ ja $\lambda y. \text{add } x \ x$: **ei**. Esimeses termis on x seotud, teises vaba.
- (b) $\lambda x. \text{add } x \ y$ ja $\lambda y. \text{add } y \ x$: **ei**. Esimese termi vaba muutuja on y , teise oma x (lisaks ühisele vabale nimele add).
- (c) $\lambda xy. \text{add } x \ y$ ja $\lambda yx. \text{add } y \ x$: **jah**. Mõlemas termis on esimene argument seotud välimise ning teine argument sisemise lambda-daga. Mõlemad saab ümber nimetada kujule $\lambda uv. \text{add } u \ v$.
- (d) $\lambda x. g \ x$ ja g : **ei**. Esimeses termis on lambda-abstraktsioon, teises seda pole. Need on eta-ekvivalentsed, kuid pole alfa-ekvivalentsed.

4. Vabad muutujad

$$\text{FV}((\lambda x. \lambda y. y \ x) \ x \ y \ (\lambda y. x \ y)) = \boxed{\{x, y\}}.$$

Esimeses abstraktsioonis pole vabu muutujaid. Sellele järgnevad argumentid x ja y on vabad. Viimases abstraktsioonis $\lambda y. x \ y$ on x vaba ning y seotud.

5. Redutseerimine normaalkujule normaaljärjekorras

(a)

$$\begin{aligned} & \text{cond (iszero (sub 4 3)) 2 1} \\ & \longrightarrow \text{cond (iszero 1) 2 1} \\ & \longrightarrow \text{cond False 2 1} \\ & \longrightarrow \boxed{1}. \end{aligned}$$

Tingimuse väärtuse leidmiseks tuleb arvutada sub 4 3. Kuna tulemus pole null, valib cond teise haru.

(b)

$$\begin{aligned} & (\lambda f x. f (f x)) (\text{add 2}) 2 \\ & \longrightarrow (\lambda x. (\text{add 2}) ((\text{add 2}) x)) 2 \\ & \longrightarrow \text{add 2 (add 2 2)} \\ & \longrightarrow \text{add 2 4} \\ & \longrightarrow \boxed{6}. \end{aligned}$$

Kõigepealt redutseeritakse välimised beetareedeksid. Seejärel tuleb välimise liitmise jaoks arvutada sisemine summa.