

Kevyttä ohjelmointikielten analyysiä

TIEA255 Tietotekniikan teemaseminaari —
ohjelmointikielet ja kehitysalustat

Antti-Juhani Kaijanaho



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
TIETOTEKNIIKAN LAITOS

16. helmikuuta 2011

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

Sisällys

Mikä se on?

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

Mitä ne ovat
syöneet?

Sisällys

Kevyttä
ohjelmointikielten
analyysiä

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

programming language *n.* a system of precisely defined symbols and rules devised for writing computer programs

Programming, *n.*, in the Oxford English Dictionary. Third edition, October 2009; online version

November 2010. <http://www.oed.com:80/Entry/152232>; accessed 15 February 2011. An entry for this word was first included in A Supplement to the OED III, 1982.

- ▶ syntaksi (kielioppi)
 - ▶ ohjelmointikieli formaalina kielenä
 - ▶ tunnistetaan kieleen kuuluvat ohjelmat
 - ▶ ks. TIEA241 Automaatit ja kieliopit
- ▶ semantiikka (merkitysoppi)
 - ▶ kieleen kuuluvien ohjelmien käyttäytyminen
 - ▶ yleensä toteutuksesta riippumaton (abstrakti?)
 - ▶ ks. TIES542 Ohjelmointikielten periaatteet
- ▶ pragmatiikka (käytäntö)
 - ▶ miten kieltä käytännössä käytetään
 - ▶ ks. kielikohtaiset oppikirjat ja kurssit

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

Sisällys

Kevyttä
ohjelmointikielten
analyysiä

Mikä se on?

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

**Minkälaisia ne
ovat?**

Mitä ne ovat syöneet?

Mitä ne ovat
syöneet?

Ohjelmointikielten sukupolvet

Kyseenalainen mutta usein käytetty jaottelu!

- I konekielet
- II symboliset konekielet (assembly)
- III yleiskäyttöiset (tavanomaiset)
ohjelmointikiellet
- IV tietyille sovellusalueelle räätälöidyt
ohjelmointikiellet (domain-specific
languages, DSL)
- V ongelman kuvaukseen (ei sen ratkaisuun)
keskittyvät kielet

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

paradigm, *n.*

1. A pattern or model, an exemplar; (also) a typical instance of something, an example.
2. ...
3. ...
4. A conceptual or methodological model underlying the theories and practices of a science or discipline at a particular time; (hence) a generally accepted world view.

The Oxford English Dictionary. Third edition, October 2009; online version November 2010.

<http://www.oed.com:80/Entry/137329>; accessed 15 February 2011. An entry for this word was first included in New English Dictionary, 1904.

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

Ohjelmointiparadigma on nimetty kokoelma ohjelmointikäytänteitä, joiden taustalla on enemmän tai vähemmän yhtenäinen näkemys siitä, mitä ohjelmoinnin ja ohjelmien tulisi olla. Ohjelmointiparadigmat ovat yleensä toisensa poissulkevia (vaikkakin niissä voi olla yhteisiä piirteitä).

Ohjelmointiparadigmoja

olio-ohjelmointi (object-oriented programming) Ohjelma on olioiden keskustelukerho.

funktio-ohjelmointi (functional programming) Ohjelma on matemaattinen kuvaus syötteeltä tulosteelle.

logiikkaohjelmointi (logic programming) Ohjelma on looginen pähkinä, jonka tietokone ratkaisee.

käskyohjelmointi (imperative programming) Ohjelma on käskyjono.

toiminto-ohjelmointi (procedural programming) Ohjelma koostuu toiminnoista (procedures), jotka voivat koostua muista toiminnoista.

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

$$\text{hello}(_) = \text{"Hello, World!"}$$
$$\text{sum1}(\[]) = 0$$
$$\text{sum1}(x : r) = x + \text{sum1}(r)$$
$$\text{add}(a, b) = a + b$$
$$\text{sum2}(\[]) = 0$$
$$\text{sum2}(x : r) = \text{add}(x, \text{sum1}(r))$$
$$\text{foldr}(f, z, \[]) = z$$
$$\text{foldr}(f, z, (x : r)) = f(x, \text{foldr}(f, z, r))$$
$$\text{sum3}(\ell) = \text{foldr}(\text{add}, 0, \ell)$$

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

Funktio-ohjelmoinnin piirteitä

- ▶ ohjelma rakentuu yhdistelemällä funktioita isommiksi funktioiksi
- ▶ funktiot voivat ottaa parametrikseen ja palauttaa funktioita
 - ▶ tällaiset funktiot ovat funktionaaleja (engl. higher-order functions, HOFs)
- ▶ silmukatkin ilmaistaan rekursiona tai funktionaaleina (esim. *foldr*)
- ▶ puutietorakenteet
- ▶ funktioiden määrittely paloittain yhtälöillä

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

lapsi(vappuTuomioja, erkkiTuomioja).

lapsi(hellaWuolijoki, vappuTuomioja).

lapsi(taunoPalo, eskoSalminen).

lapsi(eskoSalminen, kristoSalminen).

lapsi(eskoSalminen, kreettaSalminen).

lapsi(rafaelPaasio, perttiPaasio).

lapsi(perttiPaasio, heliPaasio).

lapsenlapsi(X, Y) \Leftarrow lapsi(X, Z), lapsi(Z, Y).

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

Kiitokset muutamalle Facebook-tuttavalleni esimerkki-ihmisten ehdottamisesta.

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

$lapsenlapsi(taunoPalo, X) \implies X = kristoSalminen;$
 $X = kreetaSalminen.$

$lapsenlapsi(X, heliPaasio) \implies X = rafaelPaasio.$

$lapsenlapsi(X, Y) \implies X = hellaWuolijoki,$
 $Y = erkkiTuomioja;$
 $X = taunoPalo,$
 $Y = kristoSalminen;$
 $X = taunoPalo,$
 $Y = kreetaSalminen;$
 $X = rafaelPaasio,$
 $Y = heliPaasio.$

- ▶ ohjelma rakentuu faktatietokannasta ja joukosta päättelysääntöjä
- ▶ päättelysäännöillä määritellään "aliohjelmia"
- ▶ ohjelma on väite, ja sen suoritus on yritys todistaa se oikeaksi
- ▶ aliohjelmassa syöte- ja tulostiedot riippuvat käyttötavasta, ei (yleensä) määritelmästä
- ▶ puutitetorakenteet

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

- ▶ Kieliparadigma on ohjelmointikielten joukko, jonka alkioita yhdistää jonkin merkityksellinen samankaltaisuus.
- ▶ Kieliparadigmassa on yleensä paradigmaattinen kieli, jota pidetään kyseisen paradigman esimerkillisenä edustajana.
- ▶ Usein (mutta ei aina) paradigman paradigmaattinen kieli on ollut muiden paradigmaan kuuluvien kielten esikuva.
- ▶ Kieliparadigmaan liittyy usein jokin ohjelmointiparadigma.
- ▶ Jos paradigmaattinen kieli on muiden paradigman kielten esikuva, puhutaan tavallisesti kieliperheestä tai -suvusta.

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

- ▶ **Algol**, Pascal, C, ...
- ▶ **C**, C++, Java, C#, ...
- ▶ Simula, **Smalltalk**, Objective-C, C++, Java, C#, Delphi, ...
- ▶ **Lisp**, Scheme, Clojure, ...
- ▶ **ML**, SML, O'Caml, Haskell, Miranda, Clean, ...
- ▶ Lazy ML, Miranda, Clean, **Haskell**, ...
- ▶ **Prolog**, Mercury, ...

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

Sisällys

Kevyttä
ohjelmointikielten
analyysiä

Mikä se on?

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

Mitä ne ovat
syöneet?

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

- ▶ syntaksi eli kielioppi määrittelee, mitkä merkkijonot ovat kielen ohjelmia
- ▶ (dynaaminen) semantiikka kertoo, mitä kielen ohjelmat tekevät
- ▶ välissä on ns. staattinen semantiikka eli rajoitteet (constraints)
 - ▶ Pitääkö muuttujat esitellä ennen käyttöä?
 - ▶ Pitääkö ohjelma todistaa tyyppiviheettömäksi ennen suoritusta?

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

- ▶ Ohjelman ominaisuus on staattinen (eli käännösaikainen), jos se on selvitettävissä ennen suorituksen alkua.
 - ▶ ohjelmatekstin koko
 - ▶ muuttujan nimi
 - ...
- ▶ Ohjelman ominaisuus on dynaaminen (eli suoritusaikainen), jos se riippuu ohjelman suorituskerrasta ja sen etenemisestä
 - ▶ ohjelman suorituksen kesto
 - ▶ muuttujan arvo (yleensä)
 - ...

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

- ▶ arvo on muuttumaton, ajaton, identiteetiton, reagoimaton
- ▶ oliolla on
 - ▶ tila, joka voi muuttua
 - ▶ identiteetti, joka erottaa sen muista olioista muutoksista huolimatta
 - ▶ käyttäytyminen, sillä se reagoi sille tuleviin ärsykkeisiin

- ▶ olion tyyppi kertoo, mihin ärsykkeisiin se osaa reagoida
- ▶ arvon tyyppi kertoo, mitä arvolle voi tehdä
- ▶ niiden olioiden ja arvojen joukkoa, joilla on yhteinen tyyppi, sanotaan tuon tyyppin ekstensioksi
- ▶ tyypivirhe on ohjelman suorituksen aikana esiintyvä tilanne, jossa oliolle annetaan sellainen ärsyke, johon se ei osaa reagoida, tai jossa arvolle tehdään jotain sellaista, jota sille ei voi tehdä
 - ▶ tyyppivirhe aiheuttaa ohjelman sekoamisen

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

- ▶ Kieli on
 - ▶ vahvasti tyypitetty, jos se estää kaikki tyyppivirheet
 - ▶ heikosti tyypitetty, jos se estää vain osan tyyppivirheistä
 - ▶ tyypitön jos se ei estä mitään tyyppivirhettä
- ▶ Usein myös vertaillaan kahden heikosti tyypitetyn kielen vahvuutta.
- ▶ Vahva tai heikko tyypitys voi olla
 - ▶ staattinen, jos se estää kaikki tyyppivirheet ennen suorituksen alkua
 - ▶ dynaaminen, jos se estää tyyppivirheen silloin kun se tulee suorituksen aikana käsille
- ▶ Kieli voi olla yhtä aikaa staattisesti ja dynaamisesti tyypitetty.

Mikä se on?

Minkälaisia ne ovat?

Mitä ne ovat syöneet?

Mikä se on?

Minkälaisia ne
ovat?

Mitä ne ovat
syöneet?

- ▶ Jotkut tarkoittavat vahvalla tyypityksellä staattista tyypitystä.
- ▶ Jotkut tarkoittavat tyypittömyydellä dynaamista tyypitystä.
- ▶ Jotkut tarkoittavat staattisella tyypityksellä, että muuttujan tyyppi on staattinen ominaisuus.