

Imperatiivisten ohjelmien organisointiparadigmojen historia

Timo Tapanainen
Helsingin yliopisto, tietojenkäsittelytieteen laitos
Tietojenkäsittelytieteen historia -seminaari, kevät
2007



Sisältö

- Paradigma, ohjelmointiparadigma?
- Imperatiivinen paradigma
- Imperatiivisten ohjelmien organisointiparadigmojen historia
 - Rakenteeton ohjelmointi / lauseohjelmointi
 - Proseduraalinen ohjelmointi
 - Rakenteinen ohjelmointi
 - Modulaarinen ohjelmointi
 - Olio-ohjelmointi



Paradigma, ohjelmointiparadigma?

- Paradigma
 - Nykyinen merkitys Thomas Kuhnilta, "The Structure of Scientific Revolutions" (1962)
 - paradigma = ajattelun kaava, kysymättä hyväksytty periaate tai katsomus
 - Tiede edistyy paradigman vaihdoksina
- Ohjelmointiparadigma
 - Robert W Floyd, "The Paradigms of Programming" (1978)
 - Useita merkityksiä



Ohjelmointiparadigmalla voidaan tarkoittaa:

- Ajatusmalli laskennasta
 - Imperatiivinen, funktionaalinen, logiikkaohjelmointi ...
- Ajatusmalli siitä, mistä ohjelma koostuu (rakenteen organisointimalli)
 - Olio-ohjelmointi, proseduraalinen ohjelmointi, ...
- ...



Sisältö

- Paradigma, ohjelmointiparadigma?
- Imperatiivinen paradigma
- Imperatiivisten ohjelmien organisointiparadigmojen historia
 - Rakenteeton ohjelmointi / lauseohjelmointi
 - Proseduraalinen ohjelmointi
 - Rakenteinen ohjelmointi
 - Modulaarinen ohjelmointi
 - Olio-ohjelmointi



Imperatiivinen paradigma

- Ensimmäiset ohjelmoitavat tietokoneet perustuivat von Neumannin konearkkitehtuuriin
- Imperatiivinen ohjelmointi = von Neumannin koneen ohjelmointia
- Laskennan mallina konkreettinen kone (vrt. funktionaalinen ohjelmointi)
- Menestynein laskennan malli
- Konekielet ovat ensimmäisiä imperatiivista ohjelmointia tukevia kieliä



Imperatiivisen ohjelmoinnin haasteet

- Tietokoneiden teho ja käyttäjäkunta laajenee
 - Prosessorien teho tuplaantuu 18 kuukauden välein (Mooren laki)
 - Keskuskoneet, minikoneet, pc, ...
- Tehokkaammilla koneilla voidaan ratkaista monimutkaisempia ongelmia
 - ⇒ Ohjelmien koko ja monimutkaisuus kasvaa
- Ennen: tietokoneet kyvyttömiä suorittamaan ihmisten antamia käskyjä
- Nyt: ihmiset kyvyttömiä käskyttämään konetta
- Tarvitaan menetelmiä monimutkaisuuden ja laajuuden hallintaan

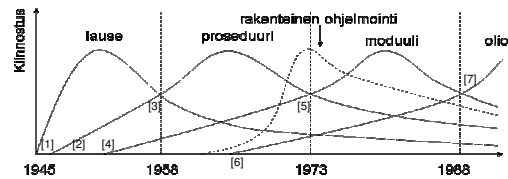
Sisältö

- Paradigma, ohjelmointiparadigma?
- Imperatiivinen paradigma
- Imperatiivisten ohjelmien organisointiparadigmojen historia
 - Rakenteeton ohjelmointi / lauseohjelmointi
 - Proseduraalinen ohjelmointi
 - Rakenteinen ohjelmointi
 - Modulaarinen ohjelmointi
 - Olio-ohjelmointi

Ohjelman rakennetta organisoivat paradigmat

- Yrityksiä hallita ohjelmien monimutkaisuutta ja laajuutta
- Organisointiparadigmat ohjaavat ohjelman toiminnallisuuden ja tiedon organisointia
- Paradigmat perustuvat yleensä yhden abstraktion varaan: lause > proseduri > moduuli > luokka
- Paradigmojen kehitys on kulkenut:
 - Koneen toiminnan ohjauksesta enemmän ongelma-alueen kuvaamiseen (deklaratiivinen)
 - Ohjelmointiin suuressa mittakaavassa

Organisointiparadigmojen historia



1. Konekieleet
2. Fortran
3. Funktiot Algolin
4. Ensimmäiset assemblerit ja linkittäjät

5. C-kieli
6. Simula
7. C++

Lähde: Racocon, L. B. 1997. Fifty years of progress in software engineering. SIGSOFT Softw. Eng. Notes 22, 1 (Jan. 1997), 88-104

Rakenteeton ohjelmointi

- ~ 1945 – 1958
- Rakenteeton ohjelma koostuu:
 - yhdestä toiminnallisuuden sisältävästä pääohjelmasta
 - julkisesta tiedosta
- Ohjelmointi koneläheisillä abstraktioilla esim. goto-lauseet (helppo toteuttaa kääntäjiä)
- Rakenteettoman ohjelmoinnin ongelmia:
 - Saman toiminnallisuuden käyttö edellytti kopiointia
 - "matala" rakenne ei sovellu laajojen ohjelmien toteuttamiseen

Rakenteettoman ohjelman rakenne

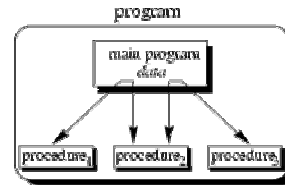


Lähde: <http://www.zib.de/Visual/people/mueller/Course/Tutorial/node3.html>

Proseduraalinen ohjelmointi

- ~ 1958 – 1972
- Korjaa rakenteettomien ohjelmien ongelmia
 - Samaa toiminnallisuutta voidaan käyttää ilman kopioimista
 - Proseduurikutsut korvaavat hyppy toimitoihin => ohjelman toimintaa helpompi seurata
- Ensimmäisiä proseduraalisia kieliä olivat Fortran ja Algol
- Proseduraalisen ohjelman toiminnallisuus jaetaan proseduureihin, jotka käsittelevät julkista tai parametrina välitettyä tietoa
- Toiminnallisuuden asteittainen osittaminen proseduureiksi

Proseduraalisen ohjelman rakenne



Proseduraalisen ohjelmoinnin ongelmat

- Suurissa ohjelmissa paljon pieniä proseduureja
- Proseduurien välinen yhteistyö globaalin tiedon avulla
 - Vaikea jäljittää mitkä proseduurit käyttävät mitään globaalia tietoa
 - Tiedon suojaus heikkoa
- ⇒ Laajojen proseduraalisten ohjelmien ylläpito hankalaa
- Heikko tuki työn osittamiselle

Goto-lauseet

- Imperatiivisissa ohjelmissa keskeisessä roolissa on ohjelman kontrollin ohjaus
- Kontrollia voidaan ohjata erilaisilla rakenteilla:
 - Erittäin monikäyttöisillä hyppy- ja Goto-lauseilla
 - Rajoitetumilla rakenteilla: for, if – else, while ...
- Hyppylauseet ainoa tapa ohjata kontrollia konekielissä
- Fortran jäljitteli hyppylauseita Goto-lauseella (muut korkean tason kielet seurasivat perässä)
- Joissakin ohjelmointikielissä Goto-lause oli ainoa tapa hoitaa:
 - Ennenaikaiset poistumiset funktioista
 - Poikkeuskäsittely
 - Silmukan keskeytys

Goto-lauseiden ongelma

- Goto-lauseiden holtiton käyttö johti vaikeasti ymmärrettävään "spagettikoodiin"

```
GOTO 10 ! jump forward
23 CONTINUE
   i = i - 1
   IF (i .eq. 0) GOTO 99
10 PRINT*, "Line 10"
69 j = j - 1 ! loop
   ...
   IF (j .ne. 0) GOTO 69
   GOTO 23 ! jump back
099 CONTINUE
```

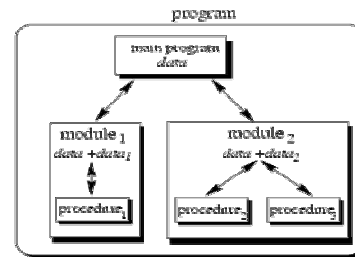
Rakenteinen ohjelmointi

- 70-luvun vaihde
- Tavoitteena helposti ymmärrettävät ja ylläpidettävät ohjelmat
- Ohjelmointi ilman goto-lauseita
- Käytetään rajoitetumpia, mutta helpommin ymmärrettäviä rakenteita: if – else, do – while, for ...
- Rakenteilla yksi sisäänmeno ja yksi ulostulo
- Ohjelman kontrollivuota voidaan seurata lukemalla ohjelmatekstiä ylhäältä alas
- Edsger Dijkstralla merkittävä rooli
 - 1968, "Go To Statement Considered Harmful"
 - Piti goto-lauseita haitallisena ohjelman ymmärtämisen kannalta
 - Osoitti että goto-lauseita ei tarvittu, sillä kontrolli voidaan hoitaa pelkästään peräkkäisyyden, toiston ja valinnan mahdollistavilla rakenteilla
 - 1969, "Notes on Structured Programming"

Modulaarinen ohjelmointi

- ~ 1972 – 1988
- Korjaa monia proseduraalisen ohjelmoinnin ongelmia
- Tieto ja sitä käsittelevät proseduurit samaan rakenteeseen = moduuli.
- Moduuli peittää sisältämänsä tiedon esitystavan
- Moduulit erillään käännettäviä rajapintojen asiasta
=> Työ voidaan osittaa moduulitasolla
- Suunnittelun lähtökohtana on tieto
- Modulaarisia kieliä: C, Clu, Modula-2, Ada 83, ML ...
- Moduulityyppi / moduuli manageri

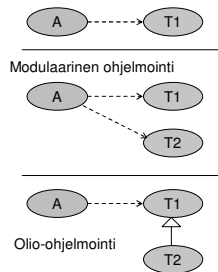
Modulaarisen ohjelman rakenne



Modulaarisen ohjelmoinnin ongelmat

- Algoritmit eivät ole avoimia laajennoksille

```
toimintoX() {
  switch (type)
  case T1 ...
  case T2 ...
}
```



Olio-ohjelmointi

- Nousi esiin C++:an myötä 80-luvun loppupuolella
- Simula 60- ja Smalltalk 70-luvulla
- Korjaa modulaarisen ohjelmoinnin ongelmia
- Uusi rakenneyksikkö: luokka
- Laajentaa modulaarista ohjelmointia perinnällä ja monimuotoisuudella
- Tiedon ositus monella tasolla: globaali, moduuli (luokkataso), olio ja proseduurit
- Ongelmana läpileikkaavat näkökulmat (aspektiohjelmointi)

Yhteenveto

- Laskentakyvyn kasvu on johtanut monimutkaisempiin ja laajempiin ohjelmiin
- Ohjelmien monimutkaisuutta on hallittu erilaisilla organisointiparadigmoilla
- Organisointiparadigmat ohjaavat ohjelman toiminnallisuuden ja tiedon organisointia

Paradigma	Rakenneyksikkö
Rakenteeton	-
Proseduraalinen	Proseduuri
Rakenteinen	Kontrollirakenteet
Modulaarinen	Moduuli
Olio-ohjelmointi	Luokka