

Luento 10 Käännös, linkitys ja lataus

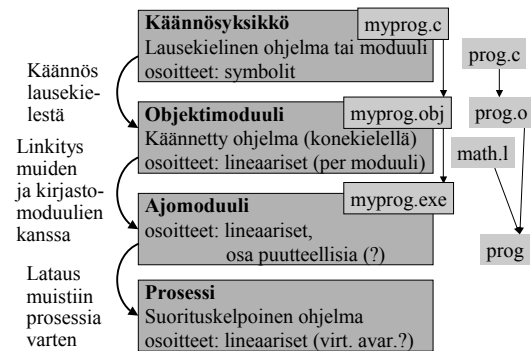
Käännös
Linkitys
Dynaaminen linkitys
Lataus

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

1

Lausekielestä suoritukseen (3)



26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

2

Käännösyksikkö (4)

- Jollain ohjelmointikielillä kuvattu eheä kokonaisuus, joka halutaan aina kääntää yhdessä
 - kaikki yhteen liittyvät aliohjelmat
 - olioperustainen luokka
- Liian suuri kokonaisuus?
 - turhaa aikaa kääntämiseen joka muutoksen jälkeen
- Liian pieni kokonaisuus?
 - turhaa aikaa liitoksien suunnitteluun ja toteutukseen muiden moduulien kanssa
- Käännösyksikön ohjelmointikieli ei ole tärkeä
 - niiden sitominen yhteen tapahtuu objektimoduulien tasolla

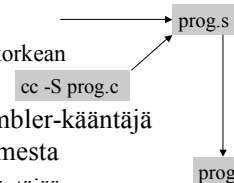
26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

3

Assembler-kielinen käännösyksikkö (2)

- Käännösyksikkö voi olla myös suoraan k.o. koneen symbolisella konekielellä kirjoitettu
 - suoraan käsin
 - kääntäjän generoimana korkean tason kielestä
- Käännöksen tekee assembler-kääntäjä tavallisen kääntäjän asemesta
 - yleensä osa tavallista kääntäjää



26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

4

Objektimoduuli (8)

- Konekielinen koodi
 - moduulin sisäiset viitteet paikallaan (lineaarisisä muistiavaruudessa)
 - moduulin ulkopuoliset viitteet merkitty
- Linkitystä varten:
 - tiedot niiden osoitteiden sijainneista, jotka täytyy päivittää, kun moduulin osoiteavaruus yhdistetään jonkin toisen moduulin osoiteavaruuden kanssa linkityksessä **RELOCATION TABLE**
 - tiedot viittauksista moduulin ulkopuolelle **IMPORT**
 - tiedot kohdista, joista tähän moduuliin saa viitata ulkopuolelta **EXPORT**
 - symbolitaulu **SYMBOL TABLE**

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

5

Symbolitaulu

- Kääntäjä generoi
- Ylläpidetään linkityksen aikana
- Joskus ylläpidetään myös latauksen jälkeen virheilmoitusten tekemistä varten
 - ohjelmien kehitysympäristöt ylläpitävät symbolitaulua koko ajan
- Jätetään pois valmiista ohjelmasta
 - vie turhaa tilaa

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

6

Lähdekieli vs. konekieli ⁽³⁾

- Pascal lauseke: $N := I+J;$
- C lauseke: $N = I+J$
- Java lauseke: $N = I+J;$

TTK-91 symbolinen
konekieli:

I	DC	3
J	DC	4
N	DC	0
FORMULA		
	LOAD R1, I	
	ADD R1, J	
	STORE R1, N	

Pentium II, Motorola 680x0 ja
SPARC symbolinen konekieli:

ks. Fig. 7-2 [Tane99]

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

7

(Assembler) kääntäjän ohjauskäskyt ⁽⁴⁾

- Eivät varsinaista koodia
– niistä ei tule konekäskyjä
- Ohjaavat käännöstä

TTK-91: DC
DS
EQU

Pentium II: ks. Fig. 7-3 [Tane99]

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

8

Makrot ⁽⁶⁾

- Helpottavat ohjelmointia
- Usein toistuville koodisarjoille annetaan nimi
⇒ makro
- Makroilla voi olla parametreja
– useimmiten nimiparametreja (call-by-name)
- Makrot käsitellään ennen kääntämistä
– eivät kuulu konekieleen
– makron "kutsu" (käyttö) korvataan makron rungolla
- Esimerkkejä ks. Fig. 7-4 ja 7-6 [Tane99]
 - swap
 - aliohjelmien prologi ja epilogi
 - itse tehdyt, kääntäjän käyttämät
- Erot aliohjelmiin ks. Fig. 7-5 [Tane99]

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

9

Literaalit ⁽⁵⁾

- Vakioita
- Niin suuria, että eivät mahdu konekäskyn vakio-osaan ...
ttk-91: käskyn vakiot 2-tavuisia, arvoalue: -32767 ... 32767
- ... tai muuten vain halutaan pitää datan joukossa eikä käskyjen yhteyteen talletettuna

Pi	DC	3.14159265 ; (!!??)
One	DC	1 vrt. One EQU 1
OneMeg	DC	1024576
- Niitä ei saisi muuttaa

LOAD R1, One
ADD R1,=1
STORE R1, One ; ask for trouble

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

10

Literaalit ⁽²⁾

- Korkean tason kielissä kaikki isot vakiot ovat literaaleja $N := 35000;$ $\text{var myStr} = \text{"literal"}$
– kääntäjän pitäisi estää literaalien muuttamisen
FortranX: $5 = 6;$ LOAD R1, six STORE R1, five $???$
– literaalia ei saisi välittää viiteparametrina
• aliohjelma voisi muuttaa sen arvoa? Java string?
- Myös joissakin assemblerkielissä literaalien implisiittinen (automaattinen) määrittely
– helpommin luettavaa koodia $\text{Load R14, =F'234567'}$
– literaalin 234567 tilanvaraus automaattisesti

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

11

Assembler käännös ⁽¹⁰⁾

- 1. vaihe:
 - laske käskyjen tilanvaraukset
 - ttk-91 helppoa, koska kaikki käskyt 4 tavua!
 - generoi symbolitaulu ks. Kuva 6.2 [Häk98]
 - arvot, arvon vaatima tavumäärä
 - uudelleensijoitustiedot (omana tauluna?)
 - generoi tai käytä muita tauluja
 - literaalitaulu (tilanvaraus lopuksi)
 - kääntäjän ohjauskäskytaulu
 - operaatiokooditaulu

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

12

Assembler käänös (8)

- 2. vaihe
 - generoi lopullinen objektimoduuli ks. Kuva 6.3 [Hakk98]
 - tulosta symbolinen konekielinen listaus ks. Fig. 7-16 [Tane99]
 - generoi taulut linkitystä varten
 - osana objektimoduulia
 - anna virheilmoitukset
- 3. vaihe
 - koodin optimointi
 - voi olla oikeasti ennen 2. vaihetta tai sen yhteydessä

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

13

TTK-91 Assembler käänös, 1. vaihe

```

s DC 0
i DC 1
0: Taas LOAD R1, i
1:      MUL R1, R1
2:      ADD R1, s
3:      STORE R1, s
4:      LOAD R1, i
5:      ADD R1, =1
6:      STORE R1, i
7:      COMP R1, =21
8:      JLES Taas
9:      SVC SP, =HALT
    
```

Diagram showing symbol resolution: **tunnetaan** points to **Taas = 0**, **i = ?**, and **s = ?**.

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

14

Symbolitaulu 1. vaiheen aikana ks. kalvo 14

Symboli	tyyppi	arvo	uud. sij.tietoa
s	data	?	2, 3
i	data	?	0, 4, 6
Taas	viite	0	8
HALT	vakio	11	

Konekäskeyt 2 ja 8

	OPER	Rj	M	Ri	ADDR
2:	ADD	1	1	0	?
8:	JLES	0	0	0	0

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

15

Koodi & data 1. vaiheen jälkeen

```

s DC 0
i DC 1

0: Taas LOAD R1, i
1:      MUL R1, R1
2:      ADD R1, s
3:      STORE R1, s
4:      LOAD R1, i
5:      ADD R1, =1
6:      STORE R1, i
7:      COMP R1, =21
8:      JLES Taas
9:      SVC SP, =HALT
10:     0      ; siis s = 10
11:     1      ; i = 11
    
```

Kaikilla symboleilla tunnettu arvo

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

16

Symbolitaulu 1. vaiheen jälkeen: ks. kalvo 16

Symboli	tyyppi	arvo	uud. sij.tietoa
s	data	10	2, 3
i	data	11	0, 4, 6
Taas	viite	0	8
HALT	vakio	11	

Koodi 2. vaiheen jälkeen:

	OPER	Rj	M	Ri	ADDR
2:	ADD	1	1	0	10
8:	JLES	0	0	0	0

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

17

TTK-91 objektimoduuli

Moduulin otsake	(Kuva 6.3 [Hakk98])
EXPORT-hakemisto	
IMPORT-hakemisto	
Uudelleensijoitushakemisto	
Koodi ja alustettu data	
Moduulin lopuke	

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

18

TTK-91 objektimoduuli

- Moduulin otsakeosa
 - moduulin nimi
 - linkittäjän tarvitsemia tietoja
 - objektimoduulin osien pituudet
 - käännös päivämäärä
 - kääntäjän nimi ja versio
 - ensimmäisen suoritettavan käskyn osoite
 - ellei aina 0

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

19

TTK-91 objektimoduuli

- EXPORT-hakemisto
 - tunnukset, joihin voidaan viitata muista moduuleista
 - rutiinit, aliohjelmat, (oliot, metodit)
 - yhteiskäyttöinen data
 - tunnuksen osoite (= symbolin arvo)
 - mahdollinen käyttöoikeus
 - R/W/E/RW

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

20

TTK-91 objektimoduuli

- IMPORT-hakemisto
 - muissa moduuleissa määritellyt tunnukset
 - tunnus
 - niiden käskyjen osoitteet, jossa tunnus esiintyy
 - Koodi ja alustettu data
 - alustamattomille muuttujille ei tarvitse varata (vielä) tilaa, mutta ne on otettava huomioon data-alueen koossa

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

21

TTK-91 objektimoduuli

- Uudelleensijoitushakemisto
 - niiden käskyjen osoitteet, joiden osoiteosaa on korjattava, kun siirrytään moduulien yhteiseen osoitevaruuteen
 - suoraviivainen lisäys (joka käskyyn) ei toimi, sillä käskyn osoiteosa voi olla vakio, jota ei saa muuttaa
 - erikseen (a) paikalliseen dataan viittaavat ja (b) hyppykäskyt, sillä linkittäessä yhdistetään erikseen data- ja koodialueet

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

22

Korkean tason kielen käännös ⁽⁷⁾

- Enemmän vaiheita
 - Syntaktisten alkioiden etsintä (front end)
 - Syntaksipuun generointi ja jäsennyys
 - Lauseiden tunnistaminen syntaksipuun avulla
 - Välikielen (välikoodin) generointi (ei aina)
 - Välikieliesitys ja symbolitaulut
 - Koodin generointi (back end)
 - ei (yleensä) Java-ohjelmille

Lisää tietoa?



Kääntäjien ja ohj. kielten kurssit

ks. syntaksipuun jäsennyyspuun esimerkit

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

23

Linkitys

- Uudelleensijoitusongelma (relocation problem)
 - jokaisen objektimoduulin osoitteet alkavat 0:sta
 - tulosmoduulissa kaikki yhdessä lineaarisessa osoitevaruudessa
 - useimpien moduulien kaikkia osoitteita täytyy muuttaa
 - käskyjen osoitteet
 - datan osoitteet

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

24

Linkitys esimerkki ⁽⁴⁾

- Neljä moduulia: A, B, C ja D ks. Fig. 7-14 [Tane99]
- Laske joka modululle uudelleen-sijoitusvakio (moduulin alkuosoite) (relocation constant)
- Lisää k.o. vakio kunkin moduulin sisäisiin viitteisiin
- Etsi kaikki moduulien väliset viitteet, ks. Fig. 7-15 (a) [Tane99] ja aseta kyseisten viitteiden osoitteet oikein ks. Fig. 7-15 (b) [Tane99]

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

25

Muuttujan X viittausten päivitys ⁽³⁾

- Miten löytää linkityksen aikana kaikki kohdat, jossa muuttujaan X viitataan?
- Vastaus 1: taulukko, jossa kaikki kohdat listattu
 - taulukko voi olla hyvin iso
 - kaikille muuttujille tilaa maksimitarpeen verran?
- Vastaus 2: Muuttujan X viittaukset on linkitetty keskenään linkitetyksi listaksi objektimoduulissa
 - vain linkitetyn listan alkuosoite taulukossa (tarvitaan vain yksi osoite per muuttuja)
 - X:n osoitteen paikalla aluksi linkki seuraavaan käskyyn, missä X:ään viitataan
 - listan voi käyttää vain yhden kerran?

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

26

Muuttujan X viittaukset linkitettyinä listana ⁽¹⁾

lähdekoodi, moduuli ABC				symbolitaulu, moduuli ABC			
23:	Load	R1, X		Symb	sij	1. viittaus	
...	...	...		X	700	23	
34	Store	R3, X(R1)		objektimoduuli			
...	...	...		23:	Load	1 0	34
555	Add	R4, X		...	...	...
...	...	...		34:	Store	3 1	555
700	DC	0 ; X		...	...	...
				555:	Add	4 0	-1

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

27

Staattinen linkitys ⁽⁵⁾

- Tavallinen (staattinen) linkitys vaatii, että kaikki ohjelmakoodissa viitattut moduulit ja kirjastorutiinit on linkitetty ennen suoritusta
- Ajomoduulista tulee hyvin iso
 - mukana myös paljon moduuleja, joihin ei yhellä suorituskerralla tule lainkaan viittauksia
 - esim: kääntäjässä koodin optimointikoodi, vaikka koodin optimointia ei suoriteta joka kerta
 - esim: pelissä tasojen 8-22 moduulit, kun aloittelija ei pääse tasoa 3 ylemmäksi vielä kuukausiin

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

28

Dynaaminen linkitys ⁽³⁾

- Jätetään linkityksessä kutsukohdat muihin moduuleihin auki
- Pienempi ajomoduuli, mutta hitaampi suorittaa
- Viittaus ”ratkaisemattomaan” (eli ei-linkitettyyn) moduuliin ratkotaan suoritusajana
 - suoritus keskeytyy ja puuttuva moduuli linkitetään paikalleen (kaikki viittaukset siihen korjataan kuntoon)

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

29

Windows DLL ⁽⁴⁾

- DLL - Dynamically Linked Library
 - koodia, dataa tai molempia .dll yleinen tapaus
- Säästää tilaa myös yhteiskäytön vuoksi .drv driver .fon font
- Helpompi korjata virheitä ks. Fig. 7.19 [Tane99]
 - ei tarvita uutta käännöstä eikä lähdekielistä koodia!
 - riittää kun DLL vaihdetaan uuteen
 - seuraavassa suorituksessa uusi versio käyttöön
- Ajomoduuli kootaan kuten tavallinen objektimoduuli
 - DLL moduulit ja DLL viittaukset merkitty erikoislipukkeella (huomioidaan linkityksen yhteydessä)

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

30

Windows DLL:n linkityksen kaksi tapaa ⁽³⁾

- Epäsuora dynaaminen linkitys
- Suora dynaaminen linkitys
- DLL:ssä oleva koodi suoritetaan osana kutsuvaa prosessia käyttäen sen omaa aktivointitietuepinoa

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

31

DLL:n epäsuora dynaaminen linkitys

(implicit linking)

- Kaikki viitatus moduulit ladataan (lataus aloitetaan) virtuaalimuistiin ja niihin viitataan staattisesti linkitetyn pienemmän liitospalikan (import library) avulla

```
...
call stubS
...
stubS: "wait until load S done"
call S
exit
```

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

32

DLL:n suora dynaaminen linkitys

(explicit linking)

- Koodiin generoidaan suoraan viitepaikalle käskyt, joiden avulla linkitys tapahtuu tarvittaessa
- DLL ladataan vain jos siihen tulee viittaus

```
...
"link S"
"load S"
call S
...
```

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

33

Nimien sidonta ⁽²⁾

(name binding)

- Milloin symbolin L suoritusaikainen muistiosoite tai muu lopullinen arvo sidotaan (lasketaan valmiiksi)?
 - ohjelman kirjoitusaikana?
 - käännösaikana?
 - linkityksessä?
 - latauksessa?
 - kantarekisterin asetuksen aikana?
 - osoitteen sisältämän konekäskyn suoritusaikana?
- Jos muuttujan sijaintipaikkaa siirretään sitomisen jälkeen, mennään metsään ...

virtuaaliosoite

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

34

Sijainnista riippumaton koodi ⁽³⁾

(position independent code)

- Jos koodi siirretään toiseen paikkaan, niin mitään osoitetta ei tarvitse päivittää
- Kaikki muistiviittaukset ovat
 - absoluuttisia (esim. keskeytys käsittelijän osoite),
 - suhteessa PC:hen, tai
 - pinossa
- Siellä ei ole viittauksia mihinkään koodiin tai tietorakenteeseen suorien (fyysisten) muistiosoitteiden avulla (tähän koodisegmenttiin)

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

35

Lataus ⁽⁴⁾

- Ajomodulista luodaan suorituskelpoinen prosessi (rakennetaan PCB ja sen viitteet kuntoon)
- Prosessin koodialueet (tai ainakin sen pääohjelma) ja tarvittava data-alue ladataan muistiin, prosessi siirretään R-to-R jonoon
- Sitten kun prosessi saa suoritusvuoron suorittimella, MMU ja laiterekisterit ladataan PCB:n avulla tämän prosessin tiedoilla
 - virtuaalimuistia käytettäessä joidenkin nimien sidonta tehdään viime hetkellä (konekäskyn suoritusaikana) MMU:n avulla

26.8.2002

Teemu Kerola, Copyright 2002

36

-- Luennon 10 loppu --

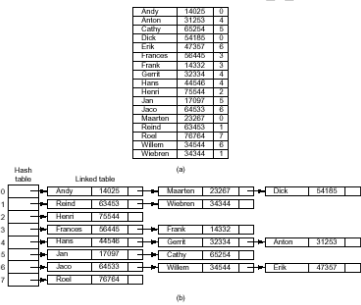


Figure 7-12. Hash coding. (a) Symbols, values, and the hash codes derived from the symbols. (b) Eight-entry hash table with linked lists of symbols and values.

[Tane99]