

Tietokoneen rakenne

Luento 7

Käskykannat

Ch 10-11 [Sta06]

- n Operaatioista
- n Operandeista
- n Osoitustavoista
- n Pentium / PowerPC

Instruction fetch

Instruction address calculation

Instruction operation decoding

Operand address calculation

Data Operation

Operand address calculation

Operand store

Multiple results

Memory Address

16

Operand store

Multiple results

Return for string or vector data

Uses registers, if next instruction

1

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen
11/21/2007
Luento 7 - 1

Käskysykli

- n CPU suorittaa ohjelmaa konekielinen "käsky kerrallaan"
- n Käskyn suoritus muodostuu vaiheista, joita CPU toistaa jokaiselle käskylle

Instruction fetch

Instruction address calculation

Instruction operation decoding

Operand address calculation

Data Operation

Operand address calculation

Operand store

Multiple operands

Multiple results

Return for string or vector data

Instruction complete, fetch next instruction

(Sta06 Fig 10.1)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen
11/21/2007
Luento 7 - 2

Konekäsky

- n Käskykanta =
 - u CPU:n tunnistama konekielisten käskyjen kokoelma
- n **Operaatiokoodi**
 - u Mitä käsky tekee?
- n **Viitteet operandeihin (yksi/useita)**
 - u Mistä data, jolle operaatio tehdään?
 - § Rekistereistä, muistista, I/O laitteelta
 - u Minne tulokset talletetaan?
 - § Rekistereihin, muistiin, I/O laitteelle
- n **Mikä käsky seuraavaksi**
 - u Implisiitisesti? Explisiitisesti?
- n **I/O?**
 - u Muistiinkuvattu I/O z samat tavat kuin muistille

Pureskeltu TITO kurssilla
Nopeus?

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen
11/21/2007
Luento 7 - 3

Käskyt ja Data

Address	Contents			
101	0010	0010	0000	0001
102	0001	0010	0000	0010
103	0001	0010	0000	0011
104	0011	0010	0000	0100

Address	Contents
101	2201
102	1202
103	1203
104	3204

(a) Binary program

Address	Instruction	
101	LDA	201
102	ADD	202
103	ADD	203
104	STA	204

(c) Symbolic program

(b) Hexadecimal program

Label	Operation	Operand
I	LDA	I
J	ADD	J
K	ADD	K
N	STA	N

(d) Assembly program

(Sta06 Fig 10.11)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen
11/21/2007
Luento 7 - 4

Millaisia käskyjä tarvitaan?

Sta06 Table 10.3

- n **Siirto muistista rekisteriin / rekisteristä muistiin**
 - u LOAD, STORE, MOVE, PUSH, POP, ...
- n **I/O-laitteen ohjaus**
 - u Kuten yllä (muistiinkuvattu I/O)
 - u Omat I/O-ohjauskäskyt (ei muistiinkuvattu I/O)
- n **Aritmeettiset ja loogiset operaatiot**
 - u ADD, MUL, CLR, SET, COMP, AND, SHR, NOP, ...
- n **Estytyspamuunnokset**
 - u TRANS, CONV, 16bTo32b, IntToFloat, ...
- n **Käskyjen suoritusjärjestyksen ohjaus, ehdoton/ehdollinen**
 - u JUMP, BRANCH, JEQU, CALL, EXIT, HALT, ...
- n **Palvelupyynnöt**
 - u SVC, INT, IRET, SYSETER, SYSEXT, ...
- n **Etuolkeutetut käskyt**
 - u DIS, IEN, flush cache, invalidate TLB, ...

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen
11/21/2007
Luento 7 - 5

Miltä operaatioissa tapahtuu?

(Sta06 Table 10.4)

Data Transfer	Transfer data from one location to another If memory is involved: Determine memory address Perform virtual-to-actual-memory address transformation Check cache Initiate memory read/write
Arithmetic	May involve data transfer, before and/or after Perform function in ALU Set condition codes and flags
Logical	Same as arithmetic
Conversion	Similar to arithmetic and logical. May involve special logic to perform conversion
Transfer of Control	Update program counter. For subroutine call/return, manage parameter passing and linkage
I/O	Issue command to I/O module If memory-mapped I/O, determine memory-mapped address

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen
11/21/2007
Luento 7 - 6

Millaista dataa käsitellään?

- Kokonaislukuja, liukulukuja totuusarvoja**
- Merkkejä, merkkijonoja**
 - IRA (aka ASCII), EBCDIC
- Vektoreita, taulukoita**
 - N kpl alkiota potkossa
- Muistiosoitteita**
- Erikokoisia operandeja**
 - 8 /16/32/ 64b, ...
 - Kutakin tyyppiä/kokoa varten omat operaatiokoodit

Operation Mnemonic	Name	Number of Bits Transferred
L	Load	32
LH	Load Halfword	16
LR	Load	32
LER	Load (Short)	32
LE	Load (Short)	32
LDR	Load (Long)	64
LD	Load (Long)	64
ST	Store	32
STH	Store Halfword	16
STC	Store Character	8
STE	Store (Short)	32
STD	Store (Long)	64

IBM S/390 (Sta06 Table 10.5)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 7

Käskyformaatti

- Paljonko kullekin käskyn osalle bittejä?**
 - Montako erilaista käskykoodia tarvitaan?
 - Montako operandia voi osoittaa yhdessä käskyssä?
 - Onko operandi rekisterissä vai muistissa?
 - Montako rekisteriä osoitettavissa?
- Vakio- vs. vaihtelevanmittaiset käskyt?**

Number of Addresses	Symbolic Representation	Interpretation
3	OP A, B, C	A ← B OP C
2	OP A, B	A ← A OP B
1	OP A	AC ← AC OP A
0	OP	T ← (T - 1) OP T

AC = accumulator T = top of stack
A, B, C = memory or register locations (T - 1) = second element of stack

(Sta06 Table 10.1)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 8

Montako rekisteriä?

- Vähintään 16-32 kpl**
 - Työdata rekistereissä
- Rekisterijoukot omiin tarkoituksiinsa?**
 - Esim. Kokonaisluvuille omansa ja liukuluvuille omansa, indeksoinnille omansa ja datalle omansa
 - Ne voi molemmat numeroida alkaen 0:stä
 - Käskykoodi määrää kumpaa käytettävä
- Enemmän rekistereitä kuin käsky voi viltata?**
 - CPU huolehtii sisäisesti niiden allokoinnista
 - Rekisteri-ikkuna
 - Esim. Aliohjelman parametrit aina rekistereissä
 - Ohjelmoijan mielestä rekistereissä r8-r15, CPU sijoittelee rekisterijoukkoon välille 8-132 (palataan tähän myöhemmin)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 9

Käskyarkkitehtuureja

- Akkukone**
 - Vain yksi rekisteri, implisiittinen osoittaminen
- Pinokone** Ks. Sta06 Appendix 10A
 - Operandit pinossa, implisiittinen osoittaminen
 - PUSH, POP Esim. JVM
- Yleisrekisterikone**
 - Vain yhdenkoon rekistereitä
 - Käskyssä 2 tai 3 operandia
- Load/Store arkkitehtuuri**
 - Vain LOAD/STORE viittaavat muistiin
 - ALU-operaatioissa tav. 3 rekisteriä

```
LOAD R3, C
LOAD R2, B
ADD R1, R2, R3
STORE R1, A
```

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 10

Tavujärjestys: Big vs. Little Endian

Ks. Sta06 Appendix 10B

Kuinka usean tavun kokoinen luku talletetaan?

0x1200:

0x1200	0x1201	0x1202	0x1203
--------	--------	--------	--------

Sanaosoite (Word) / Tavuoitteet (Byte)

Big-Endian: eniten merkittävällä tavulla pienin osoite

→ STORE 0x11223344, 0x1200 ???

0x11	0x22	0x33	0x44
0x1200	0x1201	0x1202	0x1203

Little-Endian: vähiten merkittävällä tavulla pienin osoite

→

0x44	0x33	0x22	0x11
0x1200	0x1201	0x1202	0x1203

0x00000044 =

0x44	0x00	0x00	0x00
------	------	------	------

Sama osoite tavuna ja sanana:

0x1200	0x1201	0x1202	0x1203
--------	--------	--------	--------

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 11

Big vs. Little Endian

- ALU käyttää vain jompaakumpaa**
 - Little-endian: x86, Pentium, VAX
 - Big-endian: IBM 370/390, Motorola 680x0 (Mac), useimmat RI SC-arkkitehtuurin koneet
 - Power-PC kelpuuttaa kummankin
 - Bitti ohjausrekisterissä (MSR, machine status register)
 - Järjestys vaihdetaan tarvittaessa ALUa ennen/jälkeen
- Tavujärjestys huomioitava, kun tietoa siirretään koneesta toiseen**
 - Internet käyttää big-endian muotoa
 - Pistokekirjastossa rutiniit `htonl()` ja `ntohl()` (Host to Internet & Internet to Host)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 12

Datan kohdentaminen (alignment)

- 16b data alkamaan parillisista (tavu)osoitteista **0010...10010**
- 32b data 4:llä jaollisista osoitteista **0010...10100**
- 64b data 8:lla jaollisista osoitteista **0010...11000**
- Kohdennettu data helpompaa käsitellä**
 - esim. 32b data ladattavissa yhdellä muistinoudolla (sanaosoite) **11 22 33 44**
- Kohdentamaton data ei tuota vällin "hukkatavuja"**
 - Esim. 32b kohdentamaton data tarvitsee kaksi muistinoutoa (sanaosoite) ja yhdistämisen

```

load r1, 0(r4)
shl r1, =16
load r2, 1(r4)
shr r2, =16
or r1, r2
    
```

		11	22
33	44		

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 13

Tietokoneen rakenne

Muistin osoitustavat

Ch 11 [Sta06]

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 14

Missä käskyn operandit?

- Muistissa**
 - Ohjelman muuttujat, pino, keko
- Rekistereissä**
 - Käsittelyn aikana (nopeus)
- Käskyn osana**
 - Pienet vakiot
- Miten tuo kerrotaan CPU:lle?**
 - Bitit käskyformatissa
 - Useita osoitusmuotoja

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 15

Tiedon osoitusmuodot

(Sta06 Fig 11.1)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 16

Tiedon osoitusmuodot

Mode	Algorithm	Principal Advantage	Principal Disadvantage
Immediate	Operand = A	No memory reference	Limited operand magnitude
Direct	EA = A	Simple	Limited address space
Indirect	EA = (A)	Large address space	Multiple memory references
Register	Operand = (R)	No memory reference	Limited address space
Register indirect	EA = (R)	Large address space	Extra memory reference
Displacement	EA = A + (R)	Flexibility	Complexity
Stack	EA = top of stack	No memory reference	Limited applicability

- EA = Effective Address
- (A) = Muistipaikan A sisältö
- (R) = Rekisterin R sisältö
- Pinon päällimmäisen alkion osoitteelle oma rekisteri
- Pinon päällimmäinen alkio (tai 2) omassa rekisterissä

(Sta06 Table 11.1)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 17

Siirtymä (Displacement Address)

Effective address = (R1) + A Tehollinen muistiosoite

rekisterin sisältö + käskyssä annettu vakio

- Vakio usein pieni (8 b, 16 b?)**
- Käyttötapa**
 - PC:n suhteen viittaus **JUMP *+5**
 - Base rekisterin suhteen **CALL SP, Summation(BX)**
 - Taulukon indeksointi **ADDF F2,F2, Table(R5)**
 - Tietueen kenttään viittaus **MUL F4,F6, Salary(R8)**
 - Pinoon viittaaminen (aktivoitintietue) **STORE F2, -4(FP)**

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 18

Lisää tiedon osoitustapoja

- Autoincrement (before/after)** $EA = (R), R \leftarrow (R) + S$
 u Esim. CurrIndex=i++;
- Autodecrement (before/after)** $R \leftarrow (R) - S, EA = (R)$
 u Esim. CurrIndex=-i;
- Autoincrement deferred** $EA = Mem(R), R \leftarrow (R) + S$
 u Esim. Sum = Sum + (*ptrX++);
- Autoscale** $EA = A + (R_1) + (R_1) * S$
 u Esim. Double X;
 X=Tbl[i][j];

operandin koko

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 19

Tietokoneen rakenne

Pentium

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 20

Pentium: Rekisterit

- Yleisrekisterit, 32-b**
 - EAX, EBX, ECX, EDX työreisterit
 accu, base, count, data
 - ESI, EDI source & destination index
 - ESP, EBP stack pointer, base pointer
- Niliden loppuosia voi käyttää 16-bittisinä**
 - AX, BX, CX, DX, SI, DI, SP, BP
- Työreistereiden loppuosia 8-bittisinä**
 - AH, AL, BH, BL, CH, CL, DH, DL
- Segmenttirekisterit, 16b**
 - CS, SS, DS, ES, FS, GS
 - § code, stack, data, stack, extra data
- Käskynosoitin**
 - EIP Extended Instruction Pointer
- Statusrekisterit**
 - EFLAGS
 - § overflow, sign, zero, parity, carry,...

General Registers	
EAX	AX
EBX	BX
ECX	CX
EDX	DX
ESP	SP
EBP	BP
ESI	SI
EDI	DI

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 21

Pentium: Datatyytit

PentiumData Type	Description
General	Byte, word (16 bits), doubleword (32 bits), and quadword (64 bits) locations with arbitrary binary contents.
Integer	A signed binary value contained in a byte, word, or doubleword, using twos complement representation.
Ordinal	An unsigned integer contained in a byte, word, or doubleword.
Unpacked binary coded decimal (BCD)	A representation of a BCD digit in the range 0 through 9, with one digit in each byte.
Packed BCD	Packed byte representation of two BCD digits; value in the range 0 to 99.
Near pointer	A 32-bit effective address that represents the offset within a segment. Used for all pointers in a nonsegmented memory and for references within a segment in a segmented memory.
Bit field	A contiguous sequence of bits in which the position of each bit is considered as an independent unit. A bit string can begin at any bit position of any byte and can contain up to $2^{32} - 1$ bits.
Byte string	A contiguous sequence of bytes, words, or doublewords, containing form zero to $2^{32} - 1$ bytes.
Floating point	Single / Double / Extended precision

Ei kohdennettu Little Endian

(Sta06 Table 10.2)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 22

Pentium: Operaatiot (tässä vain osa)

Datasiirrot, aritmetiikka, siirrot, hyppyt, merkijoinot, jne

Instruction	Description
ENTER	Creates a stack frame that can be used to implement the rules of a block-structured high-level language.
LEAVE	Reverses the action of the previous ENTER.
BOUND	Check array bounds. Verifies that the value in operand I is within lower and upper bounds.
Segment Register	
LDS	Load pointer into D segment register.
System Control	
HLT	Halt.
LOCK	Asserts a hold on shared memory so that the Pentium has exclusive use of it during the instruction that immediately follows the LOCK.
ESC	Processor extension escape. An escape code that indicates the succeeding instructions are to be executed by a numeric coprocessor that supports high-precision integer and floating-point calculations.
WAIT	Wait until BUSY# negated. Suspends Pentium program execution until the processor detects that the BUSY pin is inactive, indicating that the numeric coprocessor has finished execution.
Protection	
SGDT	Store global descriptor table.
LSL	Load segment limit. Loads a user-specified register with a segment limit.
VERR/VERW	Verify segment for reading/writing.
Cache Management	
INVD	Flushes the internal cache memory.
WBINVD	Flushes the internal cache memory after writing dirty lines to memory.
INVLPG	Invalidate a translation lookaside buffer (TLB) entry.

(Sta06 Table 10.8)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 23

Pentium: MMX Operaatiot (tässä vain osa)

Category	Instruction	Description
Arithmetic	PADD [B, W, D]	Parallel add of packed eight bytes, four 16-bit words, or two 32-bit doublewords, with wraparound.
	PADDUS [B, W]	Add with saturation. No under/overflow.
	PADDUB [B, W]	Add unsigned with saturation. Use closest representation.
	PSUB [B, W, D]	Subtract with wraparound.
	PSUBS [B, W]	Subtract with saturation.
	PSUBUS [B, W]	Subtract unsigned with saturation.
	PMULHW	Parallel multiply of four signed 16-bit words, with high-order 16 bits of 32-bit result chosen.
	PMULLW	Parallel multiply of four signed 16-bit words, with low-order 16 bits of 32-bit result chosen.
	PMADDWD	Parallel multiply of four signed 16-bit words; add together adjacent pairs of 32-bit results.
	Conversion	PACKUSWB
PACKSS [WB, DW]		Pack words into bytes, or doublewords into words, with signed saturation.
PUNPCKH [BW, WD, DQ]		Parallel unpack (interleaved merge) high-order bytes, words, or doublewords from MMX register.
PUNPCKL [BW, WD, DQ]		Parallel unpack (interleaved merge) low-order bytes, words, or doublewords from MMX register.

(Sta06 Table 10.11)

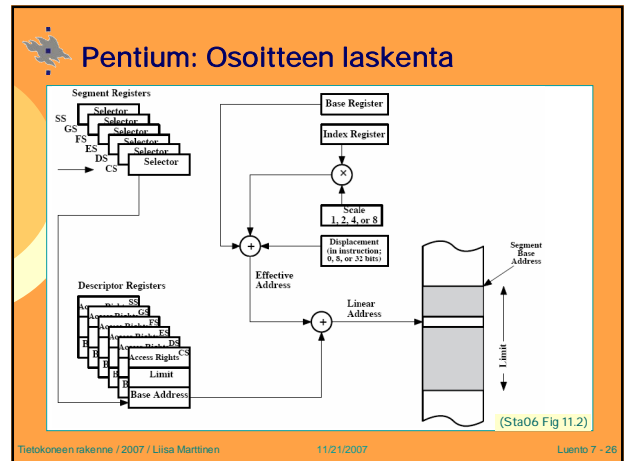
Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 24

Pentium: Osoitustavat

Pentium Addressing Mode	Algorithm	
Immediate	Operand = A	1, 2, 4, 8B
Register Operand	Operand = (R)	Rekisterit: 1, 2, 4, 8B
Displacement	LA = (SR) + A	
Base	LA = (SR) + (B)	
Base with Displacement	LA = (SR) + (B) + A	
Scaled Index with Displacement	LA = (SR) + (I) × S + A	For indexing arrays
Base with Index and Displacement	LA = (SR) + (B) + (I) + A	For arrays in stack or for two dimensional arrays
Base with Scaled Index and Displacement	LA = (SR) + (I) × S + (B) + A	Eri pituisia elementtejä
Relative	LA = (PC) + A	

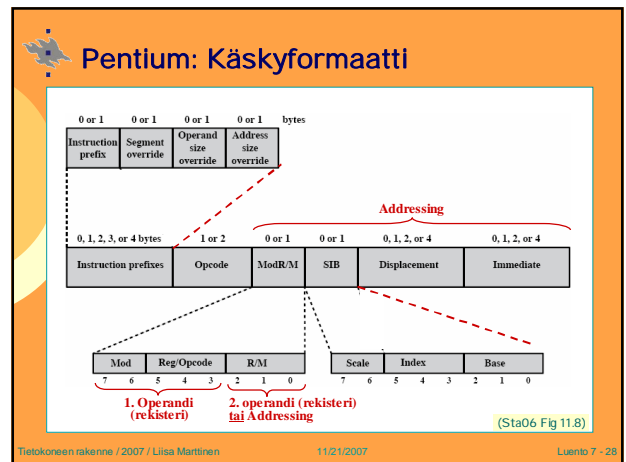
LA = linear address R = register
 (X) = contents of X B = base register
 SR = segment register I = index register
 PC = program counter S = scaling factor
 A = contents of an address field in the instruction

(Sta06 Table 11.2)



Pentium: Käskyformaatti

- CISC**
 - Complex Instruction Set Computer
- Paljon valinnaisia osia**
 - Osio esiintyy käskyn bittijonossa tai ei **Aina vain op-koodi!**
 - Alussa 0-4 prefix tavua
 - Loppuosan tulkinta riippuu aiempien kenttien sisällöistä
- Monipuoliset osoitustavat**
 - Käskyn operandeista korkeintaan yksi muistissa
 - 24 erilaista
- Taaksepäin yhteensopivuus**
 - Icuwanhojen 16-bittisten 8086-ohjelmien pitää toimia
 - § Vanhat käskyt emuloimalla vai simuloimalla?



Pentium: Käskyformaatti

Sta06 Fig 11.8

- Instruction prefix (optional)**
 - LOCK – jakamaton operaatio moniCPU-järjestelmässä
 - REP – toista samaa käskyä merkkijonon kaikille merkeille
- Segment override (optional)**
 - Käytä tässä käskyssä eksplisiittisesti annettua segmenttirekisteriä
 - Käytä muulloin implisiittistä oletusta
- Operand size override (optional)**
 - Onko operandi 16 vai 32 bittinen (toinen oletuksena)
- Address size override (optional)**
 - Onko osoite 16 vai 32 bittinen (toinen oletuksena)

Pentium: Käskyformaatti

Sta06 Fig 11.8

- Opcode**
 - Kullekin käskylle oma bittikombinaatio
 - Bitit kertovat myös operandin koosta (8/16/32b)
- ModRM (optional)**
 - Onko operandi rekisterissä vai muistissa
 - Mitä osoitusmuotoa käytetään
 - Joissakin tapauksissa täsmentää operaatiokoodia
- SIB = Scale/Index/Base (optional)**
 - Joissakin osoitusmuodoissa tarvitaan lisätarkennuksia
 - Scale: alkion koko indeksointia käytettäessä
 - Index: indeksirekisterin numero
 - Base: kantarekisterin numero

Pentium: Käskyformaatti

Sta06 Fig 11.8

- Displacement (optional)
 - Tarvitaan eräissä osoitustavoissa
 - 0, 1, 2 tai 4 tavua
- Immediate (optional)
 - Tarvitaan eräissä osoitustavoissa
 - 0, 1, 2 tai 4 tavua

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 31

Tietokoneen rakenne

PowerPC

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 32

PowerPC: Käskykanta

- RISC
 - Reduced Instruction Set Computer
- Kiinteä käskyntiputus (32b), vähän formaatteja
 - Käskyissä tavallisesti 3 operandia
- Minimijoukko erilaisia käskyjä
 - Helpompi laitteistototeutus, nopeampi suorittaa
 - Pitemmät ohjelmat?
- Vain 2 muistilinosoitusmuotoa
 - Load/Store-arkkitehtuuri
- 32 yleisrekisteriä
- Kiinteä datan koko (32/64)
- Ei esim. merkijono-operaatioita
 - Kirjastoina

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 33

PowerPC: Osoitustavat

Mode	Algorithm	
Load/Store Addressing		
Indirect	EA = (BR) + D	EA = effective address
Indirect Indexed	EA = (BR) + (IR)	(X) = contents of X
Branch Addressing		
Absolute	EA = I	BR = base register
Relative	EA = (PC) + I	IR = index register
Indirect	EA = (L/CR)	L/CR = link or count register
Fixed-Point Computation		
Register	EA = GPR	GPR = general-purpose register
Immediate	Operand = I	FPR = floating-point register
Floating-Point Computation		
Register	EA = FPR	D = displacement
		I = immediate value
		PC = program counter

(Sta06 Table 11.3)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 34

PowerPC: Käskyformaatti

XO=Opcode extension, R=Record condition in CRI, O=Record overflow in XER
S = Part of Shift Amount field, * = 64 bitin arkkitehtuurissa

← 6 bits	← 5 bits	← 5 bits	← 16 bits
Ld/St Indirect	Dest Register	Base Register	Displacement
Ld/St Indirect	Dest Register	Base Register	Index Register
Ld/St Indirect	Dest Register	Base Register	Displacement

(c) Load/store instructions

Arithmetic	Dest Register	Src Register	Src Register	O	Add, Sub, etc.	R
Add, Sub, etc.	Dest Register	Src Register	Src Register		Signed Immediate Value	
Logical	Src Register	Dest Register	Src Register		ADD, OR, XOR, etc.	R
AND, OR, etc.	Src Register	Dest Register	Src Register		Unsigned Immediate Value	
Rotate	Src Register	Dest Register	Shift Amt	Mask Begin	Mask End	R
Rotate or Shift	Src Register	Dest Register	Src Register		Shift Type or Mask	R
Rotate	Src Register	Dest Register	Shift Amt	Mask	XO	S R *
Rotate	Src Register	Dest Register	Src Register	Mask	XO	S R *
Shift	Src Register	Dest Register	Shift Type or Mask			S R *

(d) Integer arithmetic, logical, and shift/rotate instructions

Flt sgl/dbl	Dest Register	Src Register	Src Register	Src Register	Fadd, etc.	R
-------------	---------------	--------------	--------------	--------------	------------	---

(e) Floating-point arithmetic instructions

(Sta06 Fig 11.9)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 35

PowerPC: Käskyformaatti

- Yksinkertaiset hyppykäskyt
 - CR: mitä CR-rekisterin bittejä tutkitaan
 - L (Link): onko kyseessä aliohjelman siirtyminen (Aktivoititietue kuntoon!)
 - A (Absolute): onko annettu hypyn kohdeosoite, vai onko hyppy suhteellinen PC:n suhteen

Branch	Long Immediate			A	L
Br Conditional	Options	CR Bit	Branch Displacement	A	L
Br Conditional	Options	CR Bit	Indirect through Link or Count Register	L	

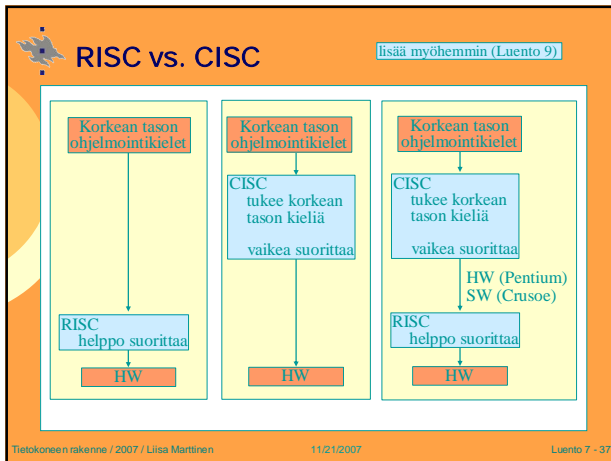
(a) Branch instructions

CR	Dest Bit	Source Bit	Source Bit	Add, OR, XOR, etc.	/
----	----------	------------	------------	--------------------	---

(b) Condition register logical instructions

(Sta06 Fig 11.9)

Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 36



- ### Kertauskysymyksiä
- n Millaisista osista konekielinen käsky muodostuu?
 - n Miten CPU tietää onko sen käsittelemä kokonaisluku 16 bittinen vai 32 bittinen?
 - n Mitä tarkoittaa Big-Endian?
 - n Mitä hyötyä on kiinteästä käskyformaatista verrattuna vaihtelevanpituisen formattiin?
- Tietokoneen rakenne / 2007 / Liisa Marttinen 11/21/2007 Luento 7 - 38