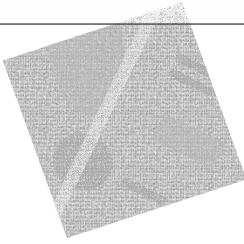


Jakso 6

Tiedon esitysmuodot



Lukujärjestelmät
Kokonaisluvut
Liukuluvut
Merkit, merkkijonot
Totuusarvot
Kuvat, äänet, hajut(?)
Ohjelman esitysmuoto

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

1

Tiedon tyypit

- Kommunikointi ihmisen kanssa
 - kuva, ääni, merkit, ...
- Laitteiston sisäinen talletus
 - kuvaformatit, ääniformatit, pakkausstandardit, ...
 - kokonaisluvut, liukuluvut, merkit, merkkistöt
 - ohjelmat
- Suorittimen omana lajinaan ymmärtämät tyypit
 - on olemassa konekäskyjä tälle tietotyypille
 - kokonaisluvut
 - liukuluvut (useimmat suorittimet nykyään)
 - totuusarvot (jotkut suorittimet)
 - merkit (jotkut suorittimet)
 - konekäsky

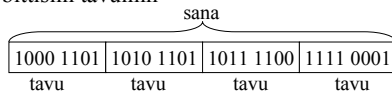
25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

2

Tiedon esitys laitteistossa (4)

- Kaikki tieto koneessa on binääribitteinä (0 tai 1)
 - binäärijärjestelmän numerot: 0, 1
 - helppo toteuttaa piireillä
 - helppo suunnitella logiikkaa Boolean algebran avulla
- Muisti jaettu tasapituisiin sanoihin (word)
 - sana = word = 32 bittiä (16 bittiä, 64 bittiä, ...)
- Usein sana on jaettu tasapituisiin 8-bittisiin tavuihin (byte)



25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

3

Tiedon esitys laitteistossa (4)

- Tietoa siirretään muistiväylää pitkin sanoina
 - joskus useampi kuin yksi sana kerrallaan (lohko)
- Prosessorin rekisterit ovat yleensä yhden tai kahden sanan mittaisia
 - 1 sana: kokonaisluku, pieni liukuluku
 - 1 sana: 1 merkki tai 4 merkkiä
 - 2 sanaa: pitkä kokonaisluku, iso liukuluku

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

4

Tiedon esitys (7)

- Kysymys: miten esittää eri tyyppisiä tietoja?
- Vastaus: koodataan ne biteiksi
 - kaikki tieto on koneessa biteinä
- Kaikelle käsitellylle tiedolle on omat koodausmenetelmänsä
 - kaikkia koodausmenetelmiä ei ole standardoitu
 - samalla tietotyypille voi olla useita koodausmenetelmiä
 - kokonaisluvut, liukuluvut, merkit, merkkijonot, kuvat, ...
 - ongelma: ymmärtävätkö koneet toisiaan?
 - tiedon esitysmuotoa voidaan joutua muuttamaan kun tietoa siirretään koneelta toiselle

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

5

Suorittimen ymmärtämä tieto (9)

- Kaikki tieto koneessa on koodattuna biteiksi
- Muistissa voidaan esittää kaikki tieto sovitulla esitystavalla (koodauksella)
- Suoritin osaa tehdä operaatioita joillakin esitystavoilla koodatuille tiedoille (TTK-91: kokonaisluvut)
 - kokonaisluvut ja liukuluvut (aina)
 - totuusarvot, merkit ja merkkijonot (joskus)
 - kuvat ja äänet (ei yleensä ellei erikoistunut suoritin)
 - hajut (ei vielä)
- Muiden tietojen käsittely tapahtuu ohjelmallisesti
 - esim. merkkejä voidaan käsitellä kokonaislukuoperaatioilla ja aliohjelmilla

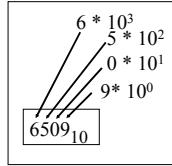
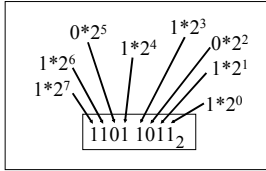
25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

6

Binäärijärjestelmä (2)

- Kantaluku 2, numerot 0 ja 1
 - numeroiden painoarvot oikealta vasemmalle:
 $1=2^0, 2=2^1, 4=2^2, 8=2^3, 16=2^4, 32=2^5, \dots$
 - kymmenjärjestelmässä painoarvot ovat
 $1=10^0, 10=10^1, 100=10^2, 1000=10^3, \dots$

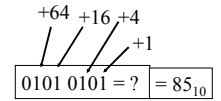
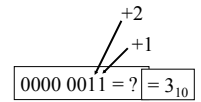
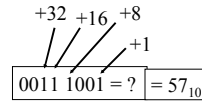


25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

7

Binäärilukuesimerkkejä



25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

8

Bonäärilukujen laskutoimitukset

+	0	1
0	0	1
1	1	10

1	1				
1	0	1	1	0	1
+	1	1	0	0	
---	---	---	---	---	
1	1	1	0	0	1

45
+ 12

57

*	0	1
0	0	0
1	0	1

1	0	1		
*	1	0	1	
---	---	---	---	
1	0	1		
+	1	0	1	
---	---	---	---	
1	1	0	0	1

5
* 5

= 25

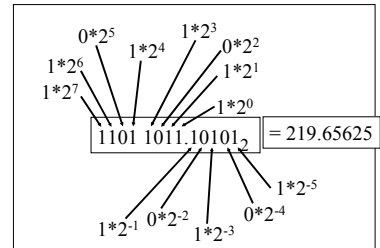
25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

9

Binääripiste (2)

- Binääriluvuilla voi olla myös binääriosia (vrt. desimaaliosa)

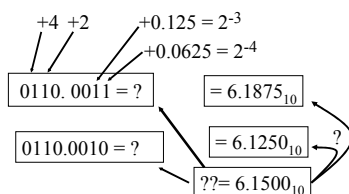
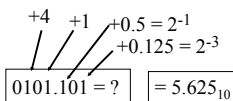


25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

10

Binääripiste-esimerkkejä



25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

11

Muunnokset lukujärjestelmien välillä (5)

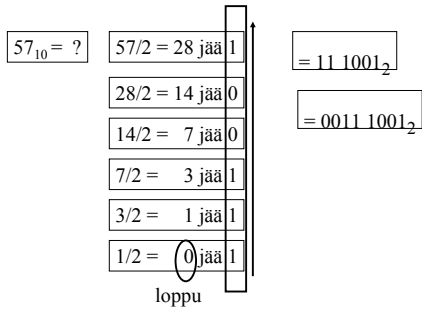
- 2-järjestelmä \Rightarrow 10-järjestelmä
 - esitettiin jo edellä
- 10-järjestelmä \Rightarrow 2-järjestelmä
 - kokonaissosa ja desimaaliosa erikseen
 - kokonaissosa:
 - jaa toistuvasti 2:lla, kunnes 0 jäljellä
 - ota jakoäännökset kääntäessä järjestyksessä

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

12

10-järj \Rightarrow 2-järj kokonaislukuesimerkki ⁽¹¹⁾



25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

13

10-järj \Rightarrow 2-järj desimaaliosa \Rightarrow binääriosia

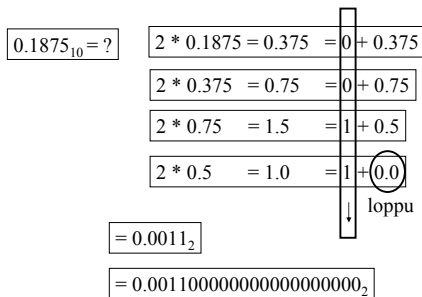
- Kerrotaan toistuvasti desimaaliluvun desimaaliosa 2:lla, kunnes
 - desimaaliosa = 0 (tarkka binääriesitys)
 - tarpeeksi numeroita haluttuun tarkkuuteen
- Tulos saadaan ottamalla saatujen desimaalilukujen kokonaisosat (0 tai 1) lasketussa järjestyksessä

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

14

10-järj \Rightarrow 2-järj binääriosaesimerkki



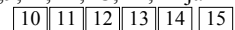
25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

15

Heksadesimaaliesitys ⁽⁶⁾

- Binäärilukuja käyttö on tarpeellista, mutta niitä on ikävä kirjoittaa
 - liikaa numeroita
- Kirjoitetaan ne 16-järjestelmässä eli heksadesimaalijärjestelmässä
- 4 bittiä vastaa aina yhtä 16-järjestelmän numeroa
- Yksi 16-järjestelmän numero vastaa aina 4 bittiä
- 16-järjestelmän numerot ovat:
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E ja F

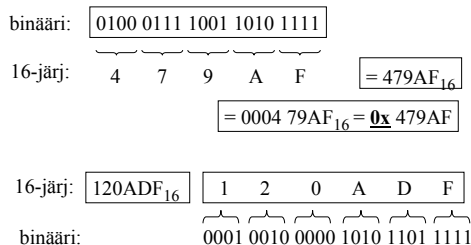


25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

16

Heksadesimaaliesimerkkejä ⁽¹¹⁾

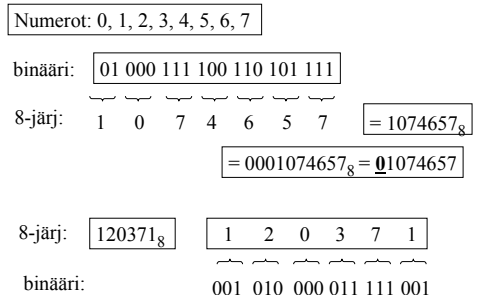


25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

17

Oktaaliesimerkkejä ⁽¹³⁾



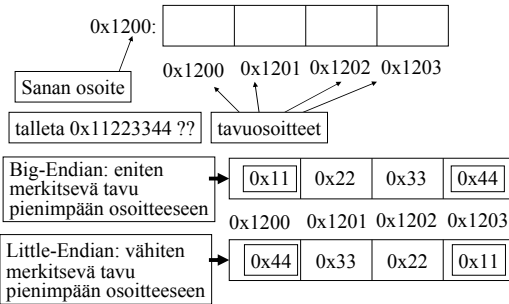
25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

18

Big vs. Little Endian (3)

- Miten monitavuiset arvot talletetaan?



25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

19

Big vs. Little Endian (5)

- Monitavuuden tiedon (sana-) osoite on sama molemmissa tapauksissa
- Tavujen sisäinen järjestys vaihtelee
- Suorittimen suunnittelija päättää
 - Matematiikkapiiriin tulee tietää miten luvut esitetty
 - Täytyy ottaa huomioon siirrettäessä tietoa verkon yli
- Power-PC: bi-endian - molemmat moodit käytössä
 - voidaan valita ohjelmakohtaisesti
 - etuoikeutetussa tilassa voidaan vielä valita erikseen
 - suoritin osaa laskea kummallakin tavalla talletetuilla luvuilla

TTK-91: big-endian

25/05/2004

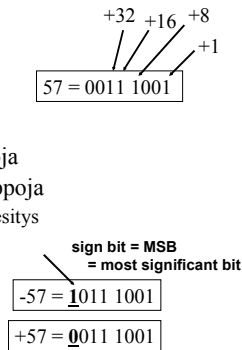
Copyright Teemu Kerola, K2003

20

Kokonaislukujen esitysmuoto (8)

Kaikki esitetty biteillä 0 ja 1
ei etumerkkejä
ei desimaalipistettä

- Etumerkittömät kokonaisluvut helppoja
- Positiiviset luvut helppoja
 - normaali binäärilukuesitys
- Negatiiviset luvut**
 - 57, -256 ???
 - Eräs tapa



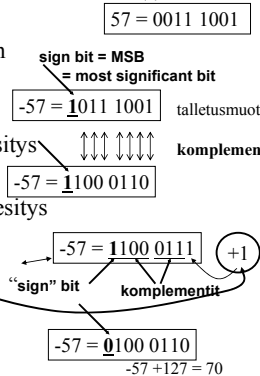
25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

21

Negatiiviset luvut (8)

- Etumerkkibitti erikseen
- Yhden komplementtiesitys
- Kahden komplementtiesitys**
- Vakiolisäys
 - lisää 127 (= 2**8-1)
 - tai jokin muu luku



25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

22

Yhden ja kahden komplementti

- Yhden komplementti:
 - ykköset nolliksi ja nollat ykkösiksi

ones complement: -0 = 1111 1111
-1 = 0000 0000
-57 = 1100 0110

- Kahden komplementti
 - ykköset nolliksi ja nollat ykkösiksi
 - ja lisätään vielä ykkönen

57 = 0011 1001
-57 = 1100 0110
+ 1

1100 0111

+2 = 0000 0010
+1 = 0000 0001
+0 = 0000 0000
-0 = 0000 0000
-1 = 1111 1111
-2 = 1111 1110

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

23

Kahden komplementti

- Useimmiten käytössä
- Etu: vain yksi nolla
 - Yhden komplementtissa 2 nollassa
 - +0 = 0000 0000 -0 = 1111 1111
- Helpot muunnokset: arvo ↔ esitysmuoto
 - Miten arvo -75 esitetään?
 - 75 = 0100 1011 =>
 - 75 = 1011 0100 + 0000 0001 = 1011 0101
 - Mitä arvoa esitysmuoto 1100 1100 tarkoittaa?
 - 1100 1100 - 1 = 1100 1011 => 0011 0100 = 52 (eli 52 = 0011 0100, kahden komplementtimuodossa = 1100 1011 + 1 = 1100 1100)
 - tai: -(1100 1100) = 0011 0011 + 1 = 0011 0100 = 52

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

24

- Kahden komplementtimuodossa vähennyslasku korvautuu yhteenlaskulla

$$- 57 - 52 = 57 + (-52); \quad -57 + 52$$

$$\begin{array}{r} 57: 0011\ 1001 \\ -52: 1100\ 1100\ + \\ \hline 1\ 0000\ 0101 = 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -57: 1100\ 0111 \\ 52: 0011\ 0100\ + \\ \hline 1111\ 1011 = -5 \end{array}$$

Liukuluvut

- Tietokoneessa ei ole realilukuja tai rationaalilukuja (matemaattiset käsitteet)
- Aina rajallinen esityksen tarkkuus
 - lukuja π , $\text{SQRT}(2)$ tai $1/3$ ei voi esittää tarkasti
 - luvut 1.000000000 ja luvut 1.000000001 ovat yhtäsuuria (joissakin esityksissä)
- Yleinen realilukuja vastaava esitysmuoto on liukulukesitysmuoto float, double, real
 - 32 bittiä, noin 7-8 desimaalinumeron tarkkuus
 - 64 bittiä, noin 16-17 desimaalinumeron tarkkuus

Liukulukujen esitys ⁽⁴⁾

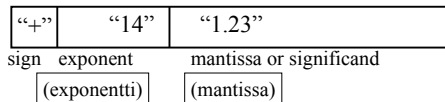
$$+1.23 = +1.23 * 10^0$$

$$+123.0 = +1.23 * 10^2$$

$$+0.123 = +1.23 * 10^{-1}$$

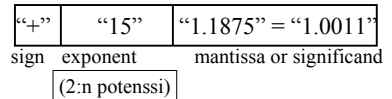
$$-0.000\ 000\ 000\ 123 = -1.23 * 10^{-10}$$

$$+123\ 000\ 000\ 000\ 000 = +1.23 * 10^{14}$$



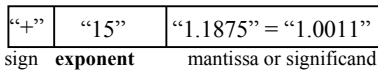
IEEE 32-bit Floating Point Standard ⁽³⁾

IEEE
Standard 754



- Etumerkki
 - 1 bitti etumerkille, $1 \Rightarrow “-”$, $0 \Rightarrow “+”$
 - etumerkkibitti $S \Rightarrow$ etumerkin arvo = $(-1)^S$

IEEE 32-bit FP Standard



8 bittiä eksponentille, lisättyä 127:llä (biased form)

$$\text{exponent} = 5 \xrightarrow{\text{store}} 5 + 127 = 132 = 1000\ 0100$$

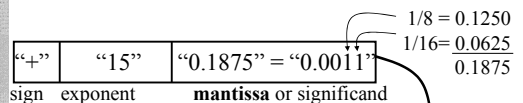
$$\text{exponent} = -1 \xrightarrow{\text{store}} -1 + 127 = 126 = 0111\ 1110$$

$$\text{exponent} = 0 \xrightarrow{\text{store}} 0 + 127 = 127 = 0111\ 1111$$

esitysmodot 0 and 255 erikoistapauksia: hyvin pieni, ääretön, ei luku
– talletettu arvoalue: $1 - 254 \Rightarrow$ todellinen arvoalue: $-126 - +127$

Entä kun eksponentti on **15?** 127 + 15 = 142 = 1000\ 1110

IEEE 32-bit FP Standard ⁽⁷⁾



- 23 bittiä mantissalle, siten että ...

- 1) Binääripiste (.) on heti ensimmäisen bitin jälkeen mantissa eksponentti
0.0011 “15”
 - 2) Mantissa on normalisoitu: vasemmanpuolimmäinen bitti on 1 1.1000 “12”
 - 3) Vasemmanpuolimmäista (eniten merkitsevä) bittiä (1) ei talleteta (implied bit, piilobitti) 1000 “12”
- 24 bitin mantissa!

IEEE 32-bit FP Values (8)

$$23.0 = +10111.0 * 2^0 = +1.0111 * 2^4 = ?$$

$$4+127=131$$

0	1000 0011	011 1000 0000 0000 0000 0000
sign 1 bit	exponent 8 bits	mantissa or significand 23 bits

$$1.0 = +1.0000 * 2^0 = ?$$

$$0+127 = 127$$

0	0111 1111	000 0000 0000 0000 0000 0000
sign 1 bit	exponent 8 bits	mantissa or significand 23 bits

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

31

IEEE 32-bit FP Values (6)

0	1000 0000	111 1000 0000 0000 0000 0000
sign 1 bit	exponent 8 bits	mantissa or significand 23 bits

$$X = ?$$

$$X = (-1)^0 * 1.1111 * 2^{(128-127)}$$

$$= +1.1111_2 * 2$$

$$= (1 + 1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16) * 2$$

$$= (1 + 0.5 + 0.25 + 0.125 + 0.0625) * 2$$

$$= 1.9375 * 2 = 3.875$$

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

32

Merkit (4)

- Yleensä 1 tavu per merkki
- ASCII, 7 bittiä/merkki (+ tark. bitti?)

$$'A' = 0x41, 'a' = 0x61, LF = 0x0A$$

- EBCDIC, 8 bittiä/merkki
- ISO/IEC 8859-15 ('Latin-9'),
 - 8-bittiä/merkki, 256 eri merkkiä käytössä
 - mukana myös ä, ö, š, €

Lisää tietoa: kts.
<http://www.tieke.fi/edisty/edis699/stand699.htm>

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

33

UCS ja Unicode (5)

- UCS - Universal Character Set
- Samat merkit, eri standardit
- 2 tavua eli 16 bittiä per merkki
 - 65536 merkkiä koko maailmassa käytössä oleville n. 200000 symbolille
- Kontrollimerkit
 - 0x0000-001F and 0x0080-009F
 - 0x007F = DELETE, 0x0020 = SPACE
- UCS:ssä myös 8-bittiset koodi ”rivit”
 - eri alueille tai tarkoituksiin (zone) omat 8-bittiset koodinsa

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

34

UCS ja Unicode

- Merkit välillä 0x0000-00FF samassa järjestyksessä kuin Latin-9 merkitöissä
 - 16-bittisen UCS:n ”rivi 00” = 8-bittinen Latin-9
- Myös muut aakkoset:
 - I-zone = Kanji (0x4E00-9FFF, 20992 merkkiä)
- Ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

35

Merkkijonot

- Yleensä peräkkäin talletettu joukko tavuja
- Lisäksi tarvitaan jollain tavalla koodata merkkijonon pituus
 - laitetaan loppuun erikoismerkki
 - C-kieli: '\0' = 0x00
 - toteutetaan tietueena

20

 ”Ei yleensä nyt enää!”

pituus merkkijono
 - ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla
 - kokonaisluku- ja bittimanipulointikäskyt
 - joissakin koneissa ”strcpy”- ja ”strepn”-käskyt

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

36

Totuusarvot ⁽⁴⁾

- Boolean TRUE ja FALSE
- Yleensä koodattu TRUE=1, FALSE=0
 - muttei aina!
 - totuusarvolauseke **A and B** = kokonaislukulauseke **A*B**
- Usein Boolean arvo per sana
 - loput 31 bittii nollia
 - ohjelmointikielten Boolean-muuttujat
- Joskus pakatussa muodossa 32/arvoa per sana
- Ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmissa
 - kokonaisluku ja bittimanipulointikäskyt
 - haluttu käsky ”**JTRUE ...**” voidaan toteuttaa käskynä ”**JPOS ...**” (jos TRUE =1)

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

37

Kuvat

- Monta kuvastandardia
 - yleisyys, siirrettävyys, pakkaustiheys
 - näyttöä varten tarvittavan laskennan määrä
- Kuvatiedoston alussa otsake kertoo talletusformaatin
- Viiva- ja vektorikuvat
 - kuva koodattuna objekteina
 - ympyrä, monikulmio, käyrä, alueen väri
- Rasterikuvat
 - kuva koodattuna pisteinä
 - kunkin pisteen väri koodattu esim. 24 bitillä

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

38

Kuvat

- Kuvat ovat yleensä pakattu mahdollisimman vähän tilaa vievää muotoon
 - optimoitu tilan, ei laskennan mukaan
 - purkaminen voi vaatia paljon laskentaa
- GIF, JPEG, TIFF, BMP,
- Ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmissa

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

39

Videokuva

- Vie hyvin paljon muistitilaa
- Talletus kuva kerrallaan, esim. 25 kuvaa/sek
 - 1 sekunti hyvälaatuista videokuva pakkaamattomassa muodossa 20 MB
- Talletus ”**incrementaalisesti**”
 - kun seuraava kuva poikkeaa edellisestä vain vähän
 - talleta vain muutokset edelliseen

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

40

Videostandardit

- MPEG (Moving Pictures Expert Group)
- AVI (Audio Visual Interleave)
- MOV, INDEO, FLI, GL, DVD, ...
- ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmissa
- tai erikoisproessoreilla (GPU), joiden käskykanta suunniteltu (jonkin standardin mukaisten kuvien) kuvankäsittelyyn
 - grafiikkakorteilla

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

41

Grafiikkakortit

- Esim. 4-64 MB (dual-port) muistia
 - 2 lukua/kirjoitusta samanaikaisesti
 - tai 'tavallista', mutta hyvin nopeaa RAMia
- Nopea väylä (ennen PCI, nyt AGP) suorittimelle
- Näytönohjaus monitoristandardien (VGA, XGA, RGB, ..) mukaisesti
- Oma suoritin (GPU)
 - lukee videodataa ja generoi näytettävän kuvan näyttöpuskuriin, josta monitori sen näyttää
- Voi olla integroitu emolevyn kanssa

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

42

Äänet

- Täydellinen äänidata
 - 44100 näytettä/sek, 16 b/näyte, 88KB/sek
- Syntetisoitu ääni
 - MIDI-käskyjä
 - Music Instrument Digital Interface
 - ”Soita nuotti N voimakkuudella V”
- ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla
- tai erikoisprosessoreilla, joiden käskykanta suunniteltu äänen käsittelyyn
 - äänikortit

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

43

Äänikortit

- Esim. 4-64 MB VRAM- tai RAM-muistia
- nopea väylä (esim. PCI) suorittimelle
- oma suoritin, joka lukee äänidataa ja generoi äänet kaiuttimille tai vahvistimeen
 - kaiuttimet tai vahvistin kiinni äänikortilla
- Voi olla integroitui emolevyn tai grafiikkakortin kanssa

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

44

Maku, haju, tunto ja muu data ⁽³⁾

- Tähtien kirkkaus, hajut, ks. HS artikkeli 5.5.2000
veneen tyyppi, tunteen palo,
- Sovelluskohtaisesti, ei vielä yleisiä standardeja
 - kokonaisluvut (diskreetti data)
 - liukuluvut (jatkuva data)
- Ei omia konekäskyjä, manipulointi omilla aliohjelmilla

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

45

Konekäskyjen esitysmuoto muistissa ⁽⁴⁾

- Konekohtainen, jokaisella omansa
- Käskyt ovat 1 tai useamman tavun mittaisia
 - SPARC, kaikki käskyt: 1 sana eli 4 tavua
 - PowerPC, kaikki käskyt: 1 sana eli 4 tavua
 - Pentium II: 1-16 tavua, paljon variaatioita
- Käskyillä on yksi tai useampi muoto, kussakin tietty määrä erilaisia kenttiä
 - opcode, Ri, Rj, Rk, osoitusmoodit
 - pitkä tai lyhyt vakio

TTK-91, kaikki käskyt: 1 sana, 1 muoto

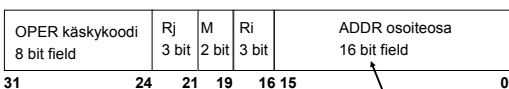
25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

46

TTK-91 konekäskyn rakenne

- Käskyn esitys bittitasolla on aina:



Rj = käskyn ensimmäinen operandi

Ri = indeksirekisteri

M = muistinoutojen määrä toiseen operandiin (ennen mahdollista muistiin talletusta) (addressing mode)

00 eli 0 kpl, rekisteri tai välitön osoitus

01 eli 1 kpl, suora osoitus

10 eli 2 kpl, epäsuora osoitus

(11 eli 3 kpl, epäkelpo arvo → poikkeustilanne)

muistiosoite tai (pienehkö) vakio

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

47

Konekäskyn operandit ja tulos

- Tulos: rekisteri Rj
 - paitsi WRITE- tai PUSH-käskyissä muistipaikan sisältö
- Ensimmäinen operandi: rekisteri Rj
- Toinen operandi
 - laske ensin arvo Ri+ADDR ja käytä sitä sellaisenaan tai käytä sitä muistiosoitteena

Konekielen tiedon osoitusmoodit

– arvo: Ri + ADDR ←

– muistipaikan M[Ri+ADDR] sisältö

– muistipaikan M[M[Ri+ADDR]] sisältö

jos Ri = R0, niin pelkkä ADDR

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

48

Taulukkojen esitysmuoto

- Peräkkäisrakenteena, kuten esimerkit aikaisemmin
- riveittäin tai sarakeittain
- ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla tai loopeilla
 - paitsi ns. vektorikoneet, joilla on omia konekäskyjä vektoriopeeraatioita varten
- Indeksoitu tiedonosoitusmoodi tukee yksilotteisten taulukoiden käyttöä

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

49

Tietueiden esitysmuoto

- Tietueet peräkkäisrakenteena
- Osoite on jonkin osoitemuuttujan arvo
- Ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla tai kääntäjän generoimien vakiolisäysten avulla
- Indeksoitu tiedonosoitusmoodi tukee tietueiden käyttöä

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

50

Olioiden esitysmuoto

- Kuten tietueet, yleensä varattu keosta (heap)
- Useat oliion kentistä sisältävät vuorostaan osoitteen keosta suoritusaikana varattuun toiseen oliioon
- Metodit ovat aliohjelmien osoitteita
- Ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla

25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

51

-- Jakson 6 loppu --



25/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

52