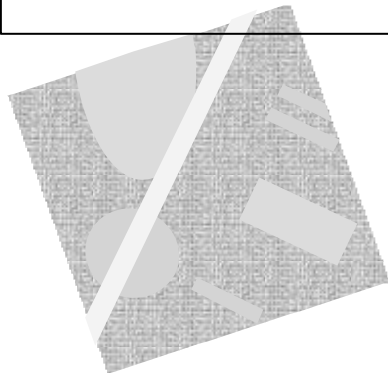


Luento 6

Tiedon esitysmuodot



- Lukujärjestelmät
- Luvut, merkit,
merkkijonot,
totuusarvot, oliot
- Kuvat, äänet, hajut(?)
- Ohjelmat

22.5.2001 Teemu Kerola, K2000 1

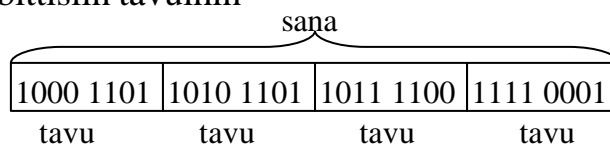
Tiedon tyypit

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

22.5.2001 Teemu Kerola, K2000 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 (byte) 8-bittisiin tavuihin



22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

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

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

4

Tiedon esitys ⁽⁷⁾

- Kysymys: miten esittää eri tyyppisiä tietoja?
- Vastaus: koodataan ne biteiksi
 - kaikki tieto on koneessa bitteinä
- 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

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

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, äänet ja hajut (ei yleensä)
- Muiden tietojen käsittely tapahtuu ohjelmallisesti
 - esim. merkkejä voidaan käsitellä kokonaislukuoperaatioilla ja aliohjelmilla

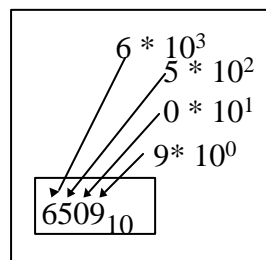
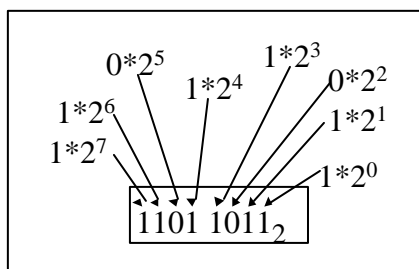
22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

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
 $1=10^0, 10=10^1, 100=10^2, 1000=10^3, \dots$

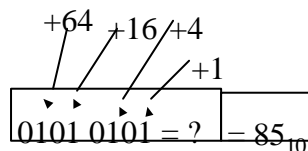
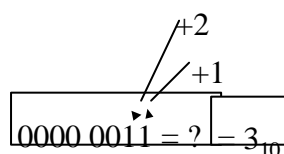
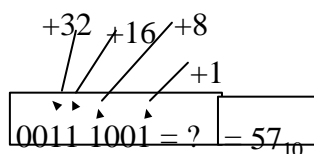


22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

7

Binäärilukuesimerkkejä



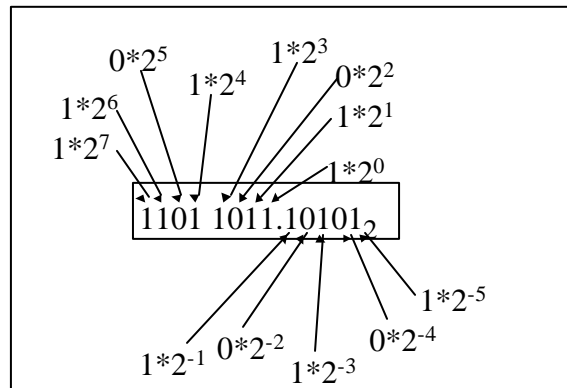
22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

8

Binääripiste (2)

- Binääriluvuilla voi olla myös binääriosa (vrt. desimaaliosa)

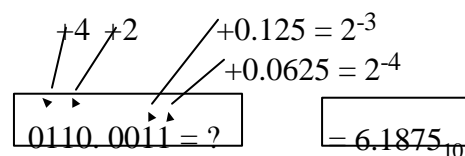
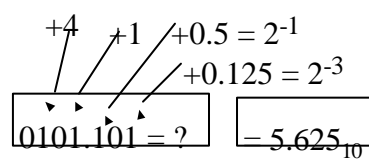


22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

9

Binääripiste-esimerkkejä



22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

10

Muunnokset lukujärjestelmien välillä ⁽⁵⁾

- 2-järjestelmä \Rightarrow 10-järjestelmä
 - esitettiin jo edellä
- 10-järjestelmä \Rightarrow 2-järjestelmä
 - kokonaisosa ja desimaaliosa erikseen
 - kokonaisosa:
 - jaa toistuvasti 2:lla, kunnes 0 jäljellä
 - ota jakojäännökset käännetyssä järjestyksessä

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
11

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

$57_{10} = ?$	$57/2 = 28$ jää 1	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 100px; width: 20px;"></div> <div style="margin: 0 5px;">↑</div> </div>	$= 11\ 1001_2$	
	$28/2 = 14$ jää 0		<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; height: 80px; width: 20px;"></div> <div style="margin: 0 5px;">↑</div> </div>	$= 0011\ 1001_2$
	$14/2 = 7$ jää 0			
	$7/2 = 3$ jää 1			
	$3/2 = 1$ jää 1			
	$1/2 = 0$ jää 1			
	0 jää 1			
	loppu			

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
12

10-järj \Rightarrow 2-järj binääriosalle

- 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

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
13

10-järj \Rightarrow 2-järj binääriosaesimerkki

$0.1875_{10} - ?$	$2 * 0.1875 - 0.375 - 0 + 0.375$
	$2 * 0.375 - 0.75 - 0 + 0.75$
	$2 * 0.75 - 1.5 - 1 + 0.5$
	$2 * 0.5 - 1.0 - 1 + 0.0$

\downarrow loppu

-0.0011_2

$-0.00110000000000000000_2$

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
14

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

10	11	12	13	14	15
----	----	----	----	----	----

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
15

Heksadesimaaliesimerkkejä ⁽¹¹⁾

binääri: 0100 0111 1001 1010 1111

16-järj: 4 7 9 A F = 479AF₁₆

= 0004 79AF₁₆ = 0x 479AF

16-järj: 120ADF₁₆ 1 2 0 A D F

1
2
0
A
D
F

binääri: 0001 0010 0000 1010 1110 1111

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
16

Oktaaliesimerkkejä ⁽¹³⁾

Numerot: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

binääri: 01 000 111 100 110 101 111

8-järj: 1 0 7 4 6 5 7 = 1074657₈

= 0001074657₈ = 01074657

8-järj: 120371₈ 1 2 0 3 7 1

binääri: 001 010 000 011 111 001

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
17

Big vs. Little Endian ⁽³⁾

- Miten monitavuiset arvot talletetaan?

0x1200:

Sanan osoite

talleta 0x11223344 ??

tavuosoitteet

0x1200 0x1201 0x1202 0x1203

Big-Endian: eniten merkitsevä tavu pienimpään osoitteeseen

→ 0x11 0x22 0x33 0x44

Little-Endian: vähiten merkitsevä tavu pienimpään osoitteeseen

→ 0x44 0x33 0x22 0x11

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
18

Big vs. Little Endian ⁽⁵⁾

- Monitavuisen tiedon (sana-) osoite on sama molemmissa tapauksissa
- Tavujen sisäinen järjestys vaihtelee
- Suorittimen suunnittelija päättää
 - Matematiikkapiirien 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

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
19

Kokonaislukujen esitysmuoto ⁽⁸⁾

Kaikki esitetty biteillä 0 ja 1
ei etumerkkejä
ei desimaalipistettä

$+32$
 $+16$
 $+8$
 $+1$

$57 = 0011\ 1001 = 0x39$

- Etumerkittömät kokonaisluvut helppoja esitys
 - hexadesimaali $3 \cdot 16 + 9 \cdot 1$
- Positiiviset luvut helppoja
 - normaali binäärilukuesitys
- Negatiiviset luvut
 - etumerkkibitti erikseen
 - kahden komplementtiesitys

$-57 = 1011\ 1001$

$-57 = 1100\ 0111$

“sign” bit komplementit

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
20

Kahden ja yhden komplementti esitykset

- Kahden komplementti käytössä useimmiten
 - Tilaa 8 bittiä?
 - 7 bittiä datalle
 - 1 bitti ‘etumerkille’

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

- Yhden komplementti:

ones complement: -0 = 1111 1111
 -1 = 1111 1110

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
21

Liukuluvut

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

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
22

Liukulukujen esitys ⁽⁴⁾

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

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

$+123.0 = +1.23 * 10^2$

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

“+”	“14”	“1.23”
sign	exponent	mantissa or significand
	(exponentti)	(mantissa)

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
23

IEEE 32-bit IEEE Standard 754 Floating Point Standard ⁽³⁾

“+”	“14”	“1.1875” = “1.0011”
-----	------	---------------------

sign	exponent	mantissa or significand
	(2:n potenssi)	

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

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
24

IEEE 32-bit FP Standard

“+”	“15”	“1.1875” = “1.0011”
sign	exponent	mantissa or significand

- 8 bittiä eksponentille, lisättynä 127:llä (biased form)

exponent = 5	store	5+127 = 132 = 1000 0100
exponent = -1	store	-1+127 = 126 = 0111 1110
exponent = 0	store	0+127 = 127 = 0111 1111

– eksponentit 0 and 255 erikoistapauksia

- talletettu arvoalue: 1 - 254 ⇒ todellinen arvoalue: -126 - 127

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
25

IEEE 32-bit FP Standard (7)

“+”	“15”	“0.1875” = “0.0011”
sign	exponent	mantissa or significand

$1/8 = 0.1250$
 $1/16 = 0.0625$
 0.1875

- 23 bittiä mantissalle, siten että ...

- 1) Binääripiste (.) on heti ensimmäisen bitin jälkeen
- 2) Mantissa on normalisoitu: vasemmanpuolimmainen bitti on 1
- 3) Vasemmanpuolimmaista (eniten merkitsevä) bittiä (1) ei talleteta (implied bit)

0.0011	“15”
--------	------

1.1000	“12”
--------	------

1000	“12”
------	------

24 bitin mantissa!

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
26

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 exponent mantissa or significand
 1 bit 8 bits 23 bits

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

$$0+127 = 127$$

0	0111 1111	000 0000 0000 0000 0000 0000
---	-----------	------------------------------

sign exponent mantissa or significand
 1 bit 8 bits 23 bits

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
27

IEEE 32-bit FP Values ⁽⁶⁾

0	1000 0000	111 1000 0000 0000 0000 0000
---	-----------	------------------------------

sign exponent mantissa or significand
 1 bit 8 bits 23 bits

$X = ?$	→	$X = (-1)^0 * 1.1111 * 2^{(128-127)}$
		$= 1.1111_2 * 2$
		$= (1 + 1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/16) * 2$
		$= (1 + 0.5 + 0.25 + 0.125 + 0.0625) * 2$
		$= 1.9375 * 2$
		$= 3.875$

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
28

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, osoitusmoodi
 - pitkä tai lyhyt vakio

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

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
29

TTK-91 konekäskyn rakenne

- Käskyn esitys bittitasolla on aina:

OPER käskykoodi 8 bit field	Rj 3 bit	M 2 bit	Ri 3 bit	ADDR osoiteosa 16 bit field
--------------------------------	-------------	------------	-------------	--------------------------------

31
24
21
19
16
15
0

Rj = käskyn ensimmäinen operandi

Ri = indeksirekisteri

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

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
(pienähkö) vakio

(addressing mode)

22.5.2001
Teemu Kerola, K2000
30

Konekäskyn operandit ja tulos

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

Kone-
kielen
tiedon
osoitus-
moodit

- arvo: $R_i + ADDR$
- muistipaikan $M[R_i + ADDR]$ sisältö
- muistipaikan $M[M[R_i + ADDR]]$ sisältö

jos $R_i = R_0$,
niin pelkkä ADDR

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

31

Merkit ⁽⁴⁾

- Yleensä 1 tavu per merkki
- ASCII, 7 bittiä/merkki (+ tark. bitti?)
- EBCDIC, 8 bittiä/merkki
- ISO/IEC 8859-15 ('Latin-9'),
 - 8-bittiä/merkki, 256 eri merkkiä käytössä
 - mukana myös ä, ö, š, €

'A' - 0x41, 'a' - 0x61, LF - 0x0A

Lisää tietoa: ks.

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

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

32

UCS ja Unicode ⁽⁵⁾

- UCS - Universal Character Set
- Samat merkistöt, eri standardit
- 2 tavua eli 16 bittiä per merkki
 - 65536 merkkiä 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?

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

33

UCS ja Unicode

- Merkit välillä 0x0000-00FF samassa järjestyksessä kuin Latin-9 merkistössä
 - 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

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

34

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 aliohjelmissa
 - kokonaisluku- ja bittimanipulointikäskyt

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

35

Totuusarvot ⁽⁴⁾

- Boolean TRUE ja FALSE
- Yleensä koodattu TRUE=1, FALSE=0
 - muttei aina!
- Usein Boolean arvo per sana
 - loput 31 bittiä nolliä
 - ohjelmointikielten Boolean muuttujat
- Joskus pakatussa muodossa 32/arvoa per sana
- Ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmissa
 - kokonaisluku ja bittimanipulointikäskyt

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

36

Taulukot ja tietueet

- Taulukot peräkkäisrakenteena
 - kuten esimerkit aikaisemmin
 - riveittäin tai sarakkeittain
 - ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla tai loopeilla (paitsi ns. vektorikoneet, joilla on omia konekäskyjä vektoriopeeraatioita varten)
- Tietueet peräkkäisrakenteena
 - osoite on jonkin osoitemuuttujan arvo
 - ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla tai kääntäjän generoimien vakiolisäysten avulla

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

37

Oliot

- Oliot
 - kuten tietueet, yleensä varattu kasasta (heap)
 - useat olion kentistä sisältävät vuorostaan osoitteen kasasta suoritusaikana varattuun toiseen olioon
 - metodit ovat aliohjelmien osoitteita
 - ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

38

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

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

39

Kuvat

- **Kuvat ovat yleensä pakattu mahdollisimman vähän tilaa vievään muotoon**
 - purkaminen vaatii laskentaa
- **GIF, JPEG, TIFF, BMP,**
- **Ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla**

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

40

Video kuva

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

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

41

Videostandardit

- MPEG (Moving Pictures Expert Group)
- AVI (Audio Visual Interleave)
- MOV, INDEO, FLI, GL, ...
- ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla (tai erikoisprosessoreilla, joissa erikoiskäskyjä)
 - grafiikkakortit

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

42

Äänet

- Syntetisoitu ääni tai täydellinen äänidata
- Syntetisoitu ääni
 - MIDI-käskyjä
 - Music Instrument Digital Interface
 - ”Soita nuotti N voimakkuudella V”
- ei omia konekäskyjä, manipulointi aliohjelmilla (tai erikoisprosessoreilla, joissa erikoiskäskyjä)
 - äänikortit

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

43

Ääni

- Täydellinen äänidata
 - Perustuu ääninäytteeseen 44.1 KHz taajuudella
 - 44100 näytettä / sek
 - koodataan esim. 16 bitillä (2 tavua): 88KB /sek
- Äänistandardit
 - MIDI, WAV, AU

22.5.2001

Teemu Kerola, K2000

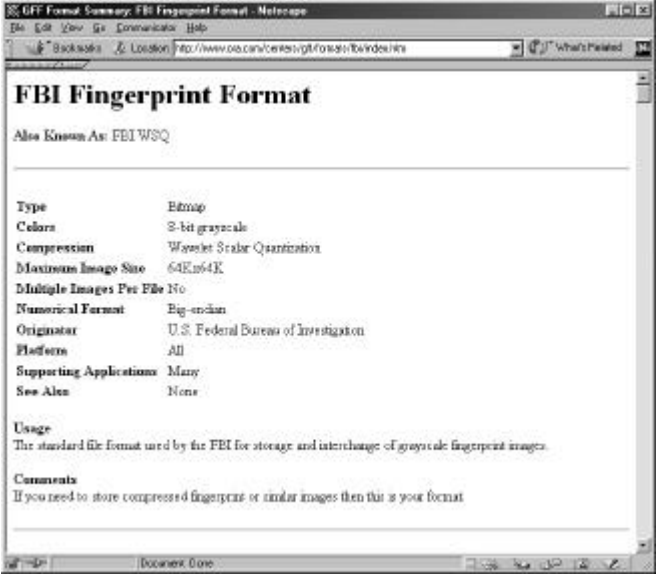
44

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

22.5.2001 Teemu Kerola, K2000 45

-- Jakson 6 loppu --



The screenshot shows a Netscape browser window with the address bar displaying 'http://www.fbi.com/ceres/cgi/forsage/fbindex.htm'. The main content area is titled 'FBI Fingerprint Format' and includes the following information:

Also Known As: FBI WSQ

Type	Bitmap
Colors	8-bit grayscale
Compression	Wavelet Scalar Quantization
Maximum Image Size	64E,64K
Multiple Images Per File	No
Numerical Format	Big-endian
Originator	U.S. Federal Bureau of Investigation
Platform	All
Supporting Applications	Many
See Also	None

Usage
The standard file format used by the FBI for storage and interchange of grayscale fingerprint images.

Comments
If you need to store compressed fingerprint or similar images then this is your format.

22.5.2001 Teemu Kerola, K2000 46