

T-106.3100,
Ohjelmoinnin jatkokurssi T2

Bittien käsittelyä

Petri Ihantola

Binääriluvuista, kokonaisluvuista

10-järjestelmä --> 2-järjestelmä:

$$1204 = 1024 + 128 + 32 + 16 + 4$$

$$= 1024 + 0 + 0 + 128 + 0 + 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 0$$

$$= 1 \cdot 2^{10} + 0 \cdot 2^9 + 0 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

$$= 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \text{ (bin)}$$

$$= 10010110100 \text{ (bin)}$$

2-järjestelmä --> 10-järjestelmä:

$$1001011 \text{ (bin)} = 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

$$= 1 \cdot 64 + 0 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1$$

$$= 64 + 0 + 0 + 8 + 0 + 2 + 1$$

$$= 75$$

Binääriluvuista, kokonaisluvuista

- Muistiin tallennetuilla binääriluvuilla on pituus
 - Esim. 00000001, eikä 1
- Etumerkillisissä luvuissa ensimmäinen bitti kertoo yleensä onko luku negatiivinen
 - Yleensä käytetään kahden komplementtia (ts. Vastaluku muodostetaan kääntämällä bitit ja lisäämällä 1)
 - Kolmibittiset kokonaisluvut kahden komplementtiesiyyksessä:
 - | | |
|-----|----|
| 011 | 3 |
| 010 | 2 |
| 001 | 1 |
| 000 | 0 |
| 111 | -1 |
| 110 | -2 |
| 101 | -3 |
| 111 | -4 |
- Negatiivisia lukuja on yksi enemmän

Binääriluvuista, kokonaisluvuista

011	3
010	2
001	1
000	0
111	-1
110	-2
101	-3
111	-4

- Ylivuoto
- Tyypillisiä arvovälejä
 - -128..127 (8-bittiset luvut)
 - 32768..32767 (16-bittiset)

Binääriluvuista, kokonaisluvuista

- Tavu on yleensä pienin muistiyksikkö
 - Eri muuttujatyyppeiden tarvitsema muistimäärä on tavun monikerta
- Missä järjestyksessä tavut ovat
- Endians

Arvo 0x12345678 tallennettuna eri endian-formaateissa

	big endian	little endian
	12 34 56 78	78 56 34 12
	-----	-----
byte #	1 2 3 4	1 2 3 4

- Bittitason endian harvoin mielekäs käsite

Liukuluvuista

- Tietokoneissa reaalilukuja kutsutaan liukuluvuiksi (floating point number)
- Liukulukujen esittämiseen tarvitaan:
 - Etumerkki (s)
 - Mantissa (m)
 - Eksponenttiosa (c)
- float, double ja long double eroavat desimaali-osan ja eksponenttiosan pituudessa.
- $= (-1)^s * m * k^c$
 - k on kantaluku
 - IEEE 754 on yleisin standardi
 - k=2
 - Määrittelee myös m:n ja c:n pituudet
- Liukuluvuilla myös alivuoto (tuplamääritelmä) on mahdollista (C:n standardi ei kerro mitä tehdä, mutta yleensä tuloksena on 0)

Yksittäisten bittien käsittelyä

Takaisin kokonaislukuihin

Yksittäisten bittien käsittelyä

Joskus yksittäiset bitit voivat olla mielenkiintoisia, esimerkiksi:

- Laittajurit
- Tiedon tiivistäminen
- Tietoliikenneprotokollat

Yksittäisten bittien käsittelyä

- Bittitason operaatiot (esim. bittitason and operaatio) määritelty kokonaislukutyypeille
- Yleensä käytetään etumerkittämiä lukuja
- Ja heksadesimaalilukuja

Heksadesimaaliluvuista

- 16-kantainen järjestelmä
 - 0,1,2, ..., 9, A, B, C, D, E, F, 10, 11, ...
 - Luvun alussa käytetään merkintää 0x kertomaan, että kyseessä on heksaluku
 - Vrt. 0x10 ja 10
- Muunnokset binääri ja heksajärjestelmän välillä ovat helppoja
 - Heksadesimaaliesityksen yksi merkki vastaa täsmälleen neljää bittiä
 - Esimerkiksi tavu 0x8F on kymmenjärjestelmässä (143) ja sen binääriesitys on...

Bittioperaattorit

- & and (&& on looginen operaattori)
- | or (|| on looginen operaattori)
- ^ xor (muista, että tämä ei ole potenssiin korotus)
- ~ not (! on looginen operaattori)

Bittioperaattorit

- `&` and (`&&` on looginen operaattori)
- `|` or (`||` on looginen operaattori)
- `^` xor (muista, että tämä ei ole potenssiin korotus)
- `~` not (`!` on looginen operaattori)

- Mitä näillä operaattoreilla sitten yleensä tehdään
 - Yleensä käytetään bittimaskia, esim:
 - `a & 0x10` (kertoo onko viidenneksi merkitsevin bitti päällä)
 - `a | 0x10` (asettaa samaisen bitin päälle)

Bittioperaattorit

- Siirto-operaattorit
 - `<<` vierittää vasemmalle
 - `>>` vierittää oikealle
 - Määritelty kokonaisluville, mutta yksikäsitteisesti vain etumerkittömille luvuille
 - Bitit tippuvat jono päästä pois
 - Tyhjä tila täytetään nolllalla
 - `char a = 1; a << 3; /* a = 8 */`

Projektityöstä

Yleisiä operaatioita

- Tietyn bitin arvon selvittäminen
- Tietyn bitin asettaminen päälle/pois