1. **Тооллын систем түүний тухай**

Тоог дүрсэлж бичих бөгөөд тоон дээр үйлдэл хийх дүрмүүдийн системийг тооллын систем гэдэг. Дараах 4 төрлийн тооллын систем байдаг:

Үүнд:

* 2-тын тооллын систем 100011B
* 8-тын тооллын систем O43
* 10-тын тооллын систем 35D
* 16-тын тооллын систем H23

2 –тын тооллын систем гэдэг учир нь 0,1 гэсэн 2 цифрээр тоог дүрсэлдэг учир 2 т.с гэдэг.

8 –тын тооллын систем гэдэг учир нь 0,1,2,........7 гэсэн 8 цифрээр тоог дүрсэлдэг учир 8 т.с гэдэг.

10 –тын тооллын систем гэдэг учир нь 0,1,2,........9 гэсэн 10 цифрээр тоог дүрсэлдэг учир 10 т.с гэдэг.

Компьютер ихэвчлэн 2-тын тооллын системээр илэрхийлэгдэнэ. Зарим тохиолдолд 16-тын тооллын системээр илэрхийлэгдэнэ. Анх компьютерийн багтаамж бага байсан учир 8-тын тооллын системийг ашигладаг байсан.

2-тын тооллын системд арфиметик үйлдэл хийх:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | x | y | x+y | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 1 | | 1 | 0 | 1 | | 1 | 1 | 10 | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | x | y | x-y | | 0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 1 | | 1 | 1 | 0 | | 10 | 1 | 1 | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | x | y | x\*y | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 0 | | 1 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | x | y | x:y | | 0 | 0 | - | | 0 | 1 | 0 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 0 | - | |

Тухайн тоог хэдтийн тооллын системд байгааг нь мэдэхийн тулд:

* Хоёртын тооллын системийн ард B(binary) үсэг тавидаг. 100011B
* Наймтын тооллын системийн эхэнд O(octal) үсэг тавидаг. O43
* Аравтын тооллын системийн ард D(decimal) үсэг тавидаг. 35D
* Арван зургаатын тооллын системийн эхэнд H(hexadecimal) үсэг тавидаг. H23

Тооллын системийн хоорондох хөрвүүлэлт хийх аргууд:

* 10 –тын тооллын системээс 2 –тын тооллын систем рүү хөрвүүлэх
* 2 –тын тооллын системээс буцаад 10 –тын тооллын системрүү хөрвүүлэх
* 2 –тын тооллын системээс 8 –тын тооллын системрүү хөрвүүлэх
* 8 –тын тооллын системээс 2 –тын тооллын системрүү хөрвүүлэх
* 2 –тын тооллын системээс 16 –тын тооллын системрүү хөрвүүлэх
* 16 –тын тооллын системээс 2 –тын тооллын системрүү хөрвүүлэх

Бид нар тооллын системийн хооронд хөрвүүлэлт хийхдээ доорхи үнэний хүснэгтийн талаарх ойлголтыг мэдэх хэрэгтэй.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Dec | Hex | Oct | Bin |
| 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35 | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F 10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  1A  1B  1C  1D  1E  1F  20  21  22  23 | 000  001 002 003 004 005 006 007 010 011 012 013 014 015 016 017  020  021  022  023  024  025  026  027  030  031  032  033  034  035  036  037  040  041  042  043 | 00000000 00000001 00000010 00000011 00000100 00000101 00000110 00000111 00001000 00001001 00001010 00001011 00001100 00001101 00001110 00001111  00010000  00010001 00010010  00010011  00010100  00010101  00010110  00010111  00011000  00011001  00011010  00011011  00011100  00011101  00011110  00011111  00100000  00100001  00100010  00100011 |

10-тын системд хоёртын зэрэг байх тоог 2-тод шууд бичиж болдог.

1=20=1B

2=21=10B

16=24=10000B



Энэ шинжийг ашиглан ямар ч тоог 10-таас 2-т руу хялбархан хөрвүүлж болно.

Жишээ:

300=256+32+8+4=28+25+23+22=100101100B

1015=1024-9=10000000000B-1001B=1111110111B

Урвуугаар 2-тоос 10-т руу тоог хөрвүүлэхэд энэ аргыг хэрэглэж болно.

Жишээ:

1111110111B=1+2+4+16+32+64+128+256+512=1015

1011B=1+2+8=11

* 2-тоос 16-тад хөрвүүлэхийн тулд 2-тын тоог баруун талаас нь дөрөв, дөрвөөр нь бүлэглэж, бүлэг тус бүрийг хүснэгт-1 дэх 16-тын харгалзах тоогоор сольж бичнэ. Жишээ:

100’1111’0110B=H4F6

11’1111’0111B=H3F7

* 16-таас 2-т руу шилжүүлэхдээ 16-тын цифр бүрийг 2-тын харгалзах дөрвөн оронтой тоогоор сольж бичнэ. Жишээ:

H1ABC=1’1010’1011’1100B

H321F=11’0010’0001’1111B

* 2-т ба 8-тын системийн хооронд тоог хөрвүүлэхдээ тоогоо гурав гурваар нь бүлэглэж бүлэг бүрээ харгалзах цифрээр солино.

2-тын тооллын системд байгаа тоог 8-тын тооллын системд шилжүүлэхдээ хойноос нь эхлэн 3 орноор тасалж хэсэг тус бүрт байх тоог дээр үзүүлсэн таблицаас харж шилжүүлнэ.

2-тын тооллын системд байгаа тоог 16-тын тооллын системд шилжүүлэхдээ хойноос нь эхлэн 4 орноор тасалж хэсэг тус бүрт байх тоог дээр үзүүлсэн таблицаас харж шилжүүлнэ.

**Дасгал:**

16333, 8001, 7001, 800, 400, 75555, 9999, 3999, 5999, 1655, 456, 707 гэсэн тоонуудыг 2-т.с, 8-т.с, 16-т.с –д хөрвүүл.

* 16333 = 8192 + 4096 + 2048 +1024 + 512 + 256 + 128 + 64 + 8 + 4 + 1
* 11111111001101**B**
* **O**37715
* **H**3FCD гэх зэргээр хөрвүүл.

1. **Компьютерийн санах ой**

Аливаа компьютер нь мэдээлэл санах, мэдээлэл боловсруулах, мэдээллийг түүнд оруулах ба түүнээс гаргахад зориулагдсан хэсгүүдээс бүтсэн байдаг. Энэ хэсгүүдийг компьютерийн байгууламж гэж нэрлэдэг.

* Компьютерээр боловсруулах бүх төрлийн мэдээллийг санаж хадгалах зориулалттай байгууламжийг компьютерийн санах ой, (main memory) гэнэ.
* Орчин үед үүрийн урт n=8, 16, 32 байх микро компьютер ба n=48, 64 байх том компьютерийг ашигладаг.
* N=16 байх тохиолдлыг жишээ болгож үзье.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

Энэ үүрийн утга

1111101001110110В=65535-(1024+256+128+8+1)=65535-1417=64118

* ТЭМ(*Тооцоолох электрон машин*)-д мэдээлэл дүрсэлж хадгалах үүрийн урт хязгаарлагдпмал учраас компьютерийн ийм үүрэнд санаж болох тоон мэдээлэл мөн заагтай, өөрөөр хэлбэл энэ үүрэнд санах хамгийн бага, мөн хамгийн их тоо гэж байна. Жишээ нь, үүрийн урт 16 байх үед үүрэнд бичиж болох тэмдэггүй (эерэг) бүхэл тооны утга H0000..H0FFFF буюу 0..216 -1=0..65535 байна. Үүрийн урт ямарч байсан энэ үүрэнд санах тооны доод (minint) ба дээд (maxint) зааг болох хоёр тоо оршино. Maxint+1 тоо үүрэнд багтахгүйд хүрдэг. Учир нь:

15 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

+ 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

* Энэ үзэгдлийг орон дүүрэх буюу хэт дүүрэлт (overflow) гэнэ. Үүрийн ахмад оронгийн битийг тооны тэмдэгт зориулж нэмэх тэмдгийг 0-оор, хасах тэмдгийг 1-ээр дүрсэлдэг.

15 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

16 битийн урттай үүрийн хувьд maxint=215-1=32767 (s=0)

Сөрөг бүхэл тоог ямар хэлбэртэй дүрслэх вэ?

а тооны хувьд түүний эсрэг тоог – а гэвэл а+(-a)=0 байх ёстой. а тооны 2-тын бичлэгт 1-ийг 0-оор, 0-ийг 1-ээр сольж түүн дээр 1-ийг нэмэхэд гарах тоог а тооны 2-тын гүйцээлт гэж нэрлэдэг.

Жишээ нь: а =0000000001111011В байг. Тэгвэл түүний гүйцээлт нь 111111110000100+1=1111111110000101В. Энэ тоо хасах тэмдэгтэй тоо байна. Анхны тоо ба түүний хоёртын гүйцээлт хоёрын нийлбэрийг олъё.

15 0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a= | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| + | 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

2-тын гүйцээлт нь а тооны эсрэг тоо –а-тай тэнцүү байна гэсэн дүгнэлт хийж болно. Аливаа тооны эсрэг тоог түүний хоёртын гүйцээлт хэлбэртэй дүрсэлдэг.

Жишээ нь:

5=0000000000000101B

-5=1111111111111011B

1=00000000000000011B

-1=1111111111111111B

a=1100000010010000B

-a=0011111101110000B

1995=0000001111100101B

-1995=1111110000011011B

Одоо 16 битийнг урттай үүрэнд санаж болох хамгийн бага бүхэл тоо ямар байхыг үзье.

-a=1000000000000000B тооны эсрэг тоог олбол

а=1000000000000000B=215=32768 байна.

Иймээс 16 битээр дүрслэх хамгийн бага тоо minint=-32768 байх ба аливаа бүхэл тоо n нь [minint, maxint] завсарт байна. Олон үүрэнд дүрслэгдсэн тоог давхар нарийвчлалтай тоо гэнэ. Жишээ нь 16 битийн 2 үүрэнд санах давхар нарийвчлалтай бүхэл тоо нь завсарт байна. Орчин үед давхар нарийвчлалтай тоог боловсруулдаг нэмэлт байгууламжийг (процессор) компьютерт хэрэглэдэг болсон. Бид зөвхөн бүхэл тоог дүрслэх тухай ярилаа. Компьютерт бутархай хэсэгтэй аравтын бутархайг бодит тоо гэж нэрлээд бүхэл тооноос ялгаатай хэлбэртэй дүрсэлж, мөн ялгаатай аргаар үйлдэл хийж боловсруулдаг гэж ойлгох нь зүйтэй.

* Компьютерийн санах ой нь үүрэнд мэдээлэл бичих, үүрийн утгыг унших гэсэн зөвхөн хоёрхон үйлдэл биелүүлдэг.
* Бичих үйлдлийн үед үүрийн хаяг болон энэ үүрэнд бичих шинэ мэдээлэл шаардагдана.

Бичих үйлдэл биелэгдэхэд үүрийн хуучин утга устаж зөвхөн шинэ утга хадгалагдана. Бичих үйлдийг програмчлалд хаяг=утга гэсэн хэлбэртэй бичдэг. Унших үлйдлийн үед үүрийн хаягийг өгөхөд л хангалттай. i хайоцаганд байгаа утгыг уншиж 1-ийг нэмэх гэсэн үйлдийг шууд i+1 гэж бичнэ. i=i+1 гэсэн бичлэг утгатай бөгөөд i үүрийн утгыг 1-ээр нэмэгдүүлэх үйлдэл болно. Санах ойн үүрийн тоог ТЭМ (*Тооцоолох электрон машин*)-ы санах ойн багтаамж гэнэ.

*Мэдээллийг хэмжих нэгж*

* Утга нь хоёртын нэг цифрээр илэрхийлэгдэх мэдээллийг 1 бит(binary digit) мэдээлэл гэнэ.
* 8 бит урттай, өөрөөр хэлбэл утга нь хоёртын найман оронтой тоогоор илэрхийлэгдэх мэдээллийг нэг байт (byte) гэнэ. 8 бит=1 байт

Processor or Virtual Storage Disk Storage

|  |  |
| --- | --- |
| **1 Bit = Binary Digit · 8 Bits = 1 Byte · 1024 Bytes = 1 Kilobyte  · 1024 Kilobytes = 1 Megabyte  · 1024 Megabytes = 1 Gigabyte  · 1024 Gigabytes = 1 Terabyte  · 1024 Terabytes = 1 Petabyte  · 1024 Petabytes = 1 Exabyte · 1024 Exabytes = 1 Zettabyte  · 1024 Zettabytes = 1 Yottabyte  · 1024 Yottabytes = 1 Brontobyte · 1024 Brontobytes = 1 Geopbyte** | **· 1 Bit = Binary Digit · 8 Bits = 1 Byte · 1000 Bytes = 1 Kilobyte  · 1000 Kilobytes = 1 Megabyte  · 1000 Megabytes = 1 Gigabyte  · 1000 Gigabytes = 1 Terabyte  · 1000 Terabytes = 1 Petabyte  · 1000 Petabytes = 1 Exabyte · 1000 Exabytes = 1 Zettabyte  · 1000 Zettabytes = 1 Yottabyte  · 1000 Yottabytes = 1 Brontobyte · 1000 Brontobytes = 1 Geopbyte** |