**Wartość liczby w naturalnym kodzie dwójkowym**

Naturalny system dwójkowy (ang. NBS - Natural Binary System) jest najprostszym systemem pozycyjnym, w którym podstawa p = 2. System posiada dwie cyfry 0 i 1, zatem można je kodować bezpośrednio jednym bitem informacji. Wartość liczby obliczamy zgodnie ze wzorem podanym w rozdziale o [systemach pozycyjnych](http://eduinf.waw.pl/inf/alg/006_bin/0002.php#wzor).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **dziesiętnie** | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| **dwójkowo** | 0 | 1 | 10 | 11 | 100 | 101 | 110 | 111 | 1000 | 1001 | 1010 | 1011 | 1100 | 1101 | 1110 | 1111 |

|  |
| --- |
| **Zapamiętaj:**  Wartość dziesiętna liczby zapisanej w naturalnym kodzie binarnym    bn-1bn-2...b2b1b0 = bn-12n-1 + bn-22n-2 + ... + b222 + b121 + b020  gdzie  b - bit, cyfra dwójkowa 0 lub 1 n - liczba bitów w zapisie liczby |

**Przykład:**

Obliczyć wartość liczby dwójkowej 11100101(2).

11100101(2) = 1 × 27 + 1 × 26 + 1 × 25 + 0 × 24 + 0 × 23 + 1 × 22 + 0 × 21 + 1 × 2011100101(2) = 1 × 128 + 1 × 64 + 1 × 32 + 0 × 16 + 0 × 8 + 1 × 4 + 0 × 2 + 1 × 1  
11100101(2) = 128 + 64 + 32 + 4 + 1  
11100101(2) = 229(10)

Jeśli dokładnie przyjrzysz się powyższym obliczeniom, to na pewno zauważysz, iż w systemie binarnym w celu obliczenia wartości liczby wystarczy po prostu zsumować wagi pozycji, na których cyfry przyjmują wartość 1.

**Przykład:**

101011(2) = 25 + 23 + 21 + 20 = 32 + 8 + 2 + 1 = 43(10)

Jest to znaczne uproszczenie w stosunku do innych systemów, gdzie musimy wykonywać mnożenia cyfr przez wagi pozycji. Tutaj albo dana waga występuje w wartości liczby (cyfra 1), albo nie występuje (cyfra 0). Nie na darmo system binarny jest najprostszym systemem pozycyjnym.

Bardzo ważne dla informatyka i programisty jest nauczenie się na pamięć pierwszych szesnastu liczb binarnych:

**Zakres liczby dwójkowej**

Określmy, jaką największą liczbę dwójkową możemy zapisać za pomocą n bitów (czyli cyfr binarnych). Największa liczba musi posiadać same cyfry 1, czyli w wartości liczby muszą uczestniczyć wszystkie wagi pozycji. Zatem:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| dla 1b mamy | 1(2) | = 1(10) |
| dla 2b mamy | 11(2) | = 2 + 1 = 3(10) |
| dla 3b mamy | 111(2) | = 4 + 2 + 1 = 7(10) |
| dla 4b mamy | 1111(2) | = 8 + 4 + 2 + 1 = 15(10) |
| ... |  |  |

Otrzymujemy kolejne liczby:

|  |  |
| --- | --- |
| dla 1b mamy  dla 2b mamy dla 3b mamy dla 4b mamy ... | 1 3 7 15 |

Liczby te tworzą prosty ciąg potęgowy:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| dla 1b mamy | 1 | = 21 - 1 |
| dla 2b mamy | 3 | = 22 - 1 |
| dla 3b mamy | 7 | = 23 - 1 |
| dla 4b mamy | 15 | = 24 - 1 |
| ... |  |  |

Wykładnik potęgowy liczby 2 jest równy ilości bitów, zatem dla n bitów otrzymujemy wzór:

|  |
| --- |
| **Zapamiętaj:**  Zakres n bitowej liczby w naturalnym kodzie dwójkowym wynosi  Z(2) = 0 ... 2n - 1 |

**Przykład:**

Jaką największą liczbę dziesiętną można przedstawić przy pomocy 64 bitów?

Odp.

264 - 1 = 18446744073709551616 - 1 = **18446744073709551615**

**Przeliczanie liczb dziesiętnych na dwójkowe**

Kolejne od końca cyfry binarne zapisu liczby w systemie dwójkowym otrzymamy jako reszty z dzielenia tej liczby przez 2. Metoda ta została dokładnie opisana w rozdziale poświęconym [przeliczaniu liczb dziesiętnych na zapis w innych systemach liczbowych](http://eduinf.waw.pl/inf/alg/006_bin/0004.php#Metoda).

**Przykład:**

Przeliczyć na system dwójkowy liczbę 582642(10).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 582642 **div** 2 = | 291321 | i reszta 0 |
| 291321 **div** 2 = | 145660 | i reszta 1 |
| 145660 **div** 2 = | 72830 | i reszta 0 |
| 72830 **div** 2 = | 36415 | i reszta 0 |
| 36415 **div** 2 = | 18207 | i reszta 1 |
| 18207 **div** 2 = | 9103 | i reszta 1 |
| 9103 **div** 2 = | 4551 | i reszta 1 |
| 4551 **div** 2 = | 2275 | i reszta 1 |
| 2275 **div** 2 = | 1137 | i reszta 1 |
| 1137 **div** 2 = | 568 | i reszta 1 |
| 568 **div** 2 = | 284 | i reszta 0 |
| 284 **div** 2 = | 142 | i reszta 0 |
| 142 **div** 2 = | 71 | i reszta 0 |
| 71 **div** 2 = | 35 | i reszta 1 |
| 35 **div** 2 = | 17 | i reszta 1 |
| 17 **div** 2 = | 8 | i reszta 1 |
| 8 **div** 2 = | 4 | i reszta 0 |
| 4 **div** 2 = | 2 | i reszta 0 |
| 2 **div** 2 = | 1 | i reszta 0 |
| 1 **div** 2 = | 0 | i reszta 1 - koniec, wynik odczytujemy w kierunku z dołu do góry |

582642(10) = 10001110001111110010(2)