

Uzupełnienia

Uzupełnienia są używane dla uproszczenia operacji odejmowania i dla operacji logicznych. W każdym systemie liczbowym o podstawie r istnieją dwa rodzaje uzupełnień (uzupełnienie r -te i uzupełnienie $(r-1)$ -sze). I tak w przypadku systemu binarnego ($r=2$) otrzymujemy uzupełnienie dwójkowe oraz uzupełnienie jedyńkowe.

Uzupełnienie do jeden (U1)

Niech liczba dodatnia N o podstawie 2 posiada część całkowitą n cyfrach.

Uzupełnienie jedyńkowe liczby N z definicji $2^n - 1 - N$ dla $N <> 0$ i 0 dla $N = 0$.

Przykład:

Uzupełnienie jedyńkowe liczby binarnej **101100** wynosi:

$$(2^6 - 1 - 101100)_2 = (111111 - 101100)_2 = \mathbf{010011}$$

Wobec tego uzupełnienie jedyńkowe może być utworzone poprzez zamianę wszystkich jedynek na zera i zer na jedyńki.

Warto zauważyć, że podwójne uzupełnienie jedyńkowe danej liczby daje w wyniku pierwotną wartość.

Uzupełnienie do dwóch (UD lub U2)

Niech liczby dodatnia N o podstawie 2 posiada część całkowitą o n cyfrach. Uzupełnienie dwójkowe liczby N z definicji $2^n - N$ dla $N <> 0$ i 0 dla $N = 0$.

Przykład:

Uzupełnienie dwójkowe liczby binarnej **101100** wynosi:

$$(2^6)_{10} - (101100)_2 = (1000000 - 101100)_2 = \mathbf{010100}$$

Wobec tego uzupełnienie dwójkowe może zostać utworzone przez pozostawienie wszystkich najmniej znaczących zer i pierwszej cyfry niezerowej bez zmian, a następnie zamianę jedynek na zera i zer na jedyńki na wszystkich bardziej znaczących pozycjach (np. **101100** \rightarrow **010100**).

Porównanie uzupełnienia jedynekowego z dwójkowym

Uzupełnienie jedynekowe ma tę zaletę, iż jest prostsze do realizacji, ponieważ jedyną operacją jaką należy wykonać jest negacja bitów danej liczby. W przypadku uzupełnienia dwójkowego jego realizacja może być dokonana na dwa sposoby:

- przez dodanie 1 do najmniej znaczącej pozycji uzupełnienia jedynekowego;
- przez pozostawienie wszystkich najmniej znaczących zer i pierwszej jedynki bez zmian, a następnie przez zamianę na wszystkich bardziej znaczących pozycjach 1 na 0 i 0 na 1.

Przy odejmowaniu dwóch liczb za pomocą uzupełnień, uzupełnienie dwójkowe ma tę zaletę, że wymaga stosowania tylko jednej operacji dodawania. W przypadku uzupełnienia jedynekowego wymagane są dwie operacje dodawania w przypadku wystąpienia przeniesienia cyklicznego. Dodatkową wadą uzupełnienia jedynekowego jest występowanie dwu arytmetycznych zer (*jedno z samymi zerami i jedno z samymi jedynekami*).

Ponadto uzupełnienie jedynekowe jest stosowane w operacjach logicznych, gdyż zamiana 1 na 0 i odwrotnie równoważna jest logicznej operacji inwersji.