

**Zadanie 35.**

Jeden ze sposobów zapisania niezerowej liczby rzeczywistej  $x$  w pamięci komputera polega na:

- 1) przedstawieniu tej liczby w postaci iloczynu trzech liczb:

$(-1)^S$  — przy czym  $S$  jest równe 0 lub 1 i nazywa się *znakiem*,

$M$  — *mantysy*, która jest liczbą z przedziału  $[1;2)$ ,

$2^C$  — przy czym  $C$  jest liczbą całkowitą zwaną *cechą*,

$$x = (-1)^S * M * 2^C.$$

- 2) zapisaniu w pamięci oddzielnie: znaku, mantysy i cechy.

**Przykład**

$$5.5 = 2.75 * 2^1 = \underbrace{1.375}_{\text{mantysa}} * 2^{\text{cecha } 2}$$

Przyjmijmy, że każdą liczbę rzeczywistą zapisujemy na **8 bitach**.

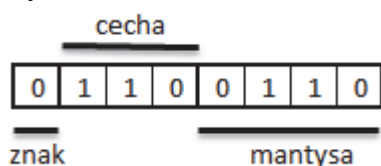
Najstarszy bit (pierwszy z lewej) jest **bitem znaku**: 0 oznacza liczbę dodatnią, 1 — ujemną.

Następne 3 bity reprezentują **cechę** — liczbę całkowitą z zakresu od  $-4$  do  $3$ , reprezentowaną przez trzy cyfry binarne następująco:

-4	000	0	100
-3	001	1	101
-2	010	2	110
-1	011	3	111

Do zapisu **mantysy** pozostają ostatnie 4 bity. Część całkowita mantysy będzie zawsze równa 1, więc wystarczy zapisać tylko jej część ułamkową. Ułamek przedstawiamy w postaci binarnej i zapisujemy cztery pierwsze cyfry rozwinięcia, o wagach:  $2^{-1}$ ,  $2^{-2}$ ,  $2^{-3}$  i  $2^{-4}$ .

### Przykład



Bit znaku ma wartość 0, więc liczba jest dodatnia

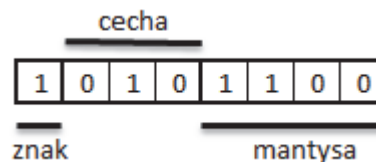
$$C = 110_2 - 4 = 6 - 4 = 2$$

$$M = 1.0110_2 = 1 + 0.25 + 0.125 = 1.375$$

$$x = M \cdot 2^C = 1.375 \cdot 2^2 = 5.5$$

### 35a.

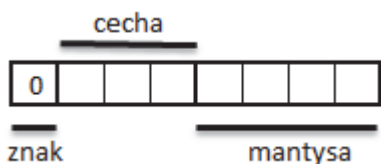
Oceń, czy podane poniżej zdania dotyczące liczby rzeczywistej zapisanej obok w postaci binarnej są prawdziwe, czy fałszywe, stawiając znak X w odpowiedniej kolumnie poniższej tabeli:



		P	F
A	Liczba jest dodatnia.		
B	Cecha ma wartość dziesiętną równą $-2$ .		
C	Mantysa ma wartość dziesiętną równą $0.75$ .		
D	Liczba ma wartość dziesiętną równą $-0.4375$ .		

### 35b.

Jaką największą liczbę rzeczywistą  $x$  można zapisać, wykorzystując 8 bajtów w sposób opisany wyżej? Wypełnij bity reprezentacji binarnej tej liczby i podaj jej wartość dziesiętną.



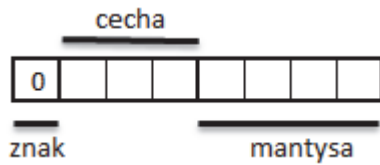
$$C = \dots\dots\dots$$

$$M = \dots\dots\dots$$

$$x = \dots\dots\dots$$

**35c.**

Jaką najmniejszą liczbę nieujemną można zapisać w opisanej wyżej reprezentacji 8-bitowej? Wypełnij bity jej reprezentacji binarnej i podaj jej wartość dziesiętną.



$C = \dots\dots\dots$   
 $M = \dots\dots\dots$   
 $x = \dots\dots\dots$

**Komentarz do zadania**

Zauważ, że w przyjętej reprezentacji:

- można zapisać jedynie wybrane liczby z przedziału od  $-15.5$  do  $15.5$ ,
- nie da się zapisać liczby dokładnie równej zero,
- kolejne dwie liczby mogą różnić się od siebie nie mniej niż o  $0.125$ .

W praktyce liczby rzeczywiste zapisywane są na większej liczbie bitów: 32 (w pojedynczej precyzji) lub 64 (w podwójnej precyzji). Szerokości cechy i mantysy są więc dużo większe. Nie zmienia to jednak istoty problemu: zakres wartości liczbowych możliwych do zapisania jest ograniczony, a wielu wartości należących do tego zakresu nie da się dokładnie zapisać.

Publikacja opracowana przez zespół koordynowany przez **Renatę Świrko** działający w ramach projektu *Budowa banków zadań* realizowanego przez Centralną Komisję Egzaminacyjną pod kierunkiem Janiny Grzegorek.

### **Autorzy**

dr Lech Duraj  
dr Ewa Kołczyk  
Agata Kordas-Łata  
dr Beata Laszkiewicz  
Michał Malarski  
dr Rafał Nowak  
Rita Pluta  
Dorota Roman-Jurdzińska

### **Komentatorzy**

prof. dr hab. Krzysztof Diks  
prof. dr hab. Krzysztof Loryś  
Romualda Laskowska  
Joanna Śmigielska

### **Opracowanie redakcyjne**

Jakub Pochrybniak

### **Redaktor naczelny**

Julia Konkołowicz-Pniewska

*Zbiory zadań* opracowano w ramach projektu *Budowa banków zadań*,  
Działanie 3.2 Rozwój systemu egzaminów zewnętrznych,  
Priorytet III Wysoka jakość systemu oświaty,  
Program Operacyjny Kapitał Ludzki