Ukryty język komputerów

KOD

Charles Petzold

Helion

Tytuł oryginału: Code: The Hidden Language of Computer Hardware and Software

Tłumaczenie: Krzysztof Sawka

ISBN: 978-83-283-7912-1

Authorized translation from the English language edition, entitled CODE:
THE HIDDEN LANGUAGE OF COMPUTER HARDWARE AND SOFTWARE,
by Charles Petzold, published by Pearson Education, Inc, publishing as Microsoft Press,
Copyright © 2000 Charles Petzold.

Helion S.A.
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: *helion@helion.pl*
WWW: *http://helion.pl* (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
http://helion.pl/user/opinie/kodukr
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

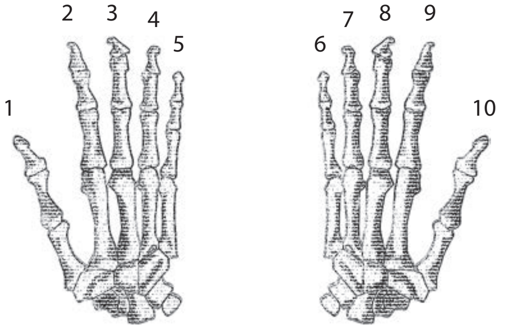
Spis treści

	Przedmowa	*iv*
Rozdział 1.	**Najlepsi kumple**	**1**
Rozdział 2.	**Kody i kombinacje**	**7**
Rozdział 3.	**Kod Braille'a a kod binarny**	**13**
Rozdział 4.	**Anatomia latarki**	**20**
Rozdział 5.	**Tam sięgaj, gdzie wzrok nie sięga**	**30**
Rozdział 6.	**Telegrafy i przekaźniki**	**38**
Rozdział 7.	**Naszych dziesięć cyfr**	**45**
Rozdział 8.	**Jeśli nie system dziesiętny, to co?**	**52**
Rozdział 9.	**Bit bita bitem pogania**	**67**
Rozdział 10.	**Logika i przełączniki**	**84**
Rozdział 11.	**Bramki**	**100**
Rozdział 12.	**Binarna maszyna sumująca**	**129**
Rozdział 13.	**A co z odejmowaniem?**	**142**
Rozdział 14.	**Sprzężenie zwrotne i przerzutniki**	**154**
Rozdział 15.	**Bajty i system szesnastkowy**	**179**
Rozdział 16.	**Czas sklecić pamięć**	**189**
Rozdział 17.	**Automatyzacja**	**205**
Rozdział 18.	**Od liczydła do scalaka**	**242**
Rozdział 19.	**Dwa klasyczne mikroprocesory**	**264**
Rozdział 20.	**Kod ASCII i galeria znaków**	**290**
Rozdział 21.	**Magistrala komunikacyjna**	**305**
Rozdział 22.	**System operacyjny**	**324**
Rozdział 23.	**Liczby stało- i zmiennoprzecinkowe**	**339**
Rozdział 24.	**Języki wysokiego i niskiego poziomu**	**352**
Rozdział 25.	**Rewolucja graficzna**	**366**
	Podziękowania	*384*
	Bibliografia	*384*

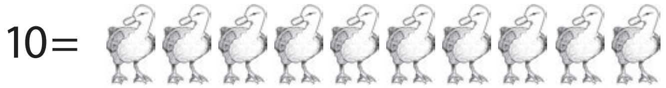
Rozdział 8.

Jeśli nie system dziesiętny, to co?

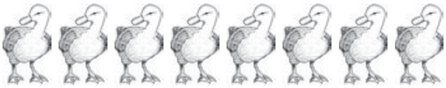
Dla nas, ludzi, dziesiątka jest niezwykle ważną liczbą. Większość z nas ma dziesięć palców u rąk i u nóg i jest to dla nas całkiem naturalny stan rzeczy. Nasze palce nadają się znakomicie do liczenia, dlatego opracowaliśmy system liczbowy bazujący na dziesięciu cyfrach.



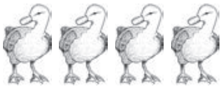
Jak już wspomniałem w poprzednim rozdziale, stosowany przez nas system jest nazywany **dziesiętnym** lub **decymalnym**. Jest on dla nas tak intuicyjny, że początkowo aż trudno sobie wyobrazić inne systemy liczbowe. Rzeczywiście gdy widzimy liczbę 10, z miejsca przychodzi do głowy następująca liczba kaczek:



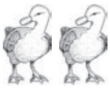
Jedynym powodem, dla którego liczba 10 oznacza dla nas tyle kaczek, jest tylko i wyłącznie taka sama liczba palców u naszych rąk lub nóg. Gdyby w wyniku ewolucji człowiek miał inną liczbę palców, nasz sposób liczenia mógłby być inny, a liczba 10 oznaczałaby coś innego. Ta sama liczba mogłaby oznaczać tyle kaczek:

10= 

albo tyle:

10= 

albo nawet tyle kaczuch:

10= 

Gdy dotrzemy do punktu, w którym liczba 10 oznacza dwie kaczki, będziemy mogli przyjrzeć się sposobowi reprezentowania liczb za pomocą przełączników, przewodów, żarówek i przekaźników (a zatem i komputerów).

Jak potoczyłaby się historia systemów liczbowych, gdyby człowiek dysponował jedynie czterema palcami u każdej ręki, na podobieństwo bohaterów kreskówek? Prawdopodobnie nie zaistniałaby potrzeba, aby kiedykolwiek wymyślić system dziesiętny. Natomiast byłoby dla nas całkowicie naturalne, normalne, rozsądne, nieuniknione, niepodważalne i niewątpliwie właściwe opracować system liczbowy bazujący na ósemce. Takiego systemu nie nazywalibyśmy już **dziesiętnym**, lecz **ósemkowym** (lub **oktalnym**).

Gdyby nasz system liczbowy bazował nie na dziesiątce, lecz na ósemce, nie potrzebowalibyśmy już tego symbolu:

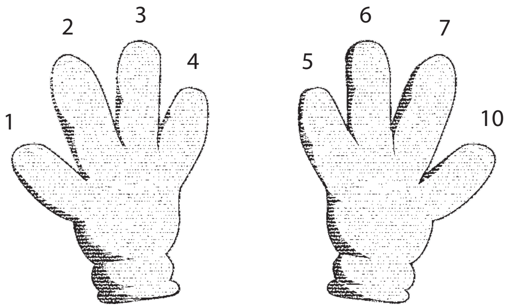
9

Pokaż go dowolnej postaci kreskówek, to zapyta Cię: „A co to? Czym to się je?". Jeśli zastanowić się nieco dłużej, doszlibyśmy do wniosku, że nie potrzebujemy również następującego znaku:

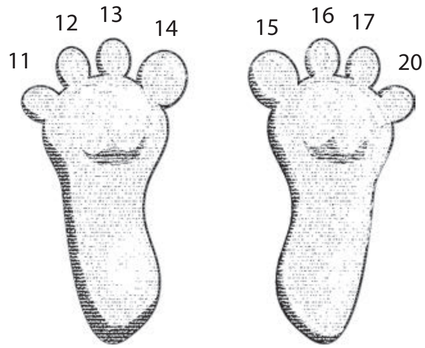
22

W systemie dziesiętnym nie używamy osobnego symbolu reprezentującego liczbę 10, zatem w systemie ósemkowym nie potrzebujemy cyfry 8.

W systemie dziesiętnym występuje następująca numeracja: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Z kolei w systemie ósemkowym występują liczby 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 i co dalej? Skończyły nam się symbole. Jedyną logiczną możliwością jest 10 i tak też jest w istocie. W systemie ósemkowym liczbą występującą po siódemce jest 10. Liczba ta nie oznacza jednak liczby palców zwykłego człowieka. Określa ona w tym przypadku liczbę palców u bohaterów kreskówek.



Doliczmy do tego jeszcze palce u kreskówkowych stóp:



Podczas korzystania z systemów innych od dziesiątkowego możesz (w celu unikania pomyłek) wymawiać liczbę 10 jako *jeden zero*. Na drodze analogii 13 to *jeden trzy*, a 20 to *dwa zero*. Żeby sytuacja była jeszcze bardziej zrozumiała, możesz mówić *dwa zero w systemie ósemkowym* albo *dwa zero oktalne*.

Mamy tylko po osiem palców rąk i nóg, mimo to możemy dalej liczyć w systemie ósemkowym. Nie różni się to tak bardzo od liczenia w systemie dziesiętnym, musimy jedynie pomijać każdą liczbę zawierającą cyfrę 8 lub 9. Oczywiście, otrzymane liczby mają inne wartości niż w systemie dziesiętnym:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22,
23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43,
44, 45, 46, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64,
65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 100…

Ostatnią liczbę wymawiamy jako *jeden zero zero*. Jest ona równa kwadratowi liczby palców obu dłoni u postaci kreskówkowych.

Podczas zapisywania liczb w systemie dziesiętnym i ósemkowym możemy unikać nieporozumień, określając używany system za pomocą indeksu dolnego. Indeks $_{(10)}$ oznacza system dziesiętny, a $_{(8)}$ określa system ósemkowy.

Zatem w bajce o Królewnie Śnieżce występuje $7_{(10)}$ lub $7_{(8)}$ krasnoludków.

Bohaterowie kreskówek mają $8_{(10)}$ lub $10_{(8)}$ palców.

Beethoven skomponował $9_{(10)}$ lub $11_{(8)}$ symfonii.

Ludzie mają $10_{(10)}$ lub $12_{(8)}$ palców.

Rok składa się z $12_{(10)}$ lub $14_{(8)}$ miesięcy.

Dwa tygodnie to inaczej $14_{(10)}$ lub $16_{(8)}$ dni.

Człowiek osiąga dorosłość w wieku $18_{(10)}$ lub $22_{(8)}$ lat.

W jednej dobie mieszczą się $24_{(10)}$ godziny lub $30_{(8)}$ godzin.

Alfabet łaciński zawiera $26_{(10)}$ lub $32_{(8)}$ litery.

Jedna kwarta amerykańska płynu składa się z $32_{(10)}$ lub $40_{(8)}$ uncji.

W jednej talii znajdziemy $52_{(10)}$ lub $64_{(8)}$ karty.

Szachownica składa się z $64_{(10)}$ lub $100_{(8)}$ pól.

W najsłynniejszym adresie bulwaru Sunset Streep występuje numer $77_{(10)}$ lub $115_{(8).}$

Długość pola gry na boisku futbolu amerykańskiego wynosi $100_{(10)}$ lub $144_{(8)}$ jardów.

Liczba zawodniczek przystępujących do zawodów singlowych w Wimbledonie jest równa $128_{(10)}$ lub $200_{(8)}$.

Powierzchnia Memphis wynosi $256_{(10)}$ lub $400_{(8)}$ mil kwadratowych.

Zwróć uwagę, że na powyższej liście znajdziemy kilka ładnych okrągłych liczb ósemkowych, takich jak $100_{(8)}$, $200_{(8)}$ czy $400_{(8)}$. Pod pojęciem „okrągła liczba” mamy najczęściej na myśli wartość zawierającą na końcu co najmniej jedno 0. Dwa zera na końcu liczby decymalnej oznaczają, że jest ona wielokrotnością liczby $100_{(10)}$, czyli iloczynu $10_{(10)} \cdot 10_{(10)}$. W systemie ósemkowym dwa zera na końcu liczby oznaczają, że stanowi ona wielokrotność liczby $100_{(8)}$, czyli $10_{(8)} \cdot 10_{(8)}$ (albo $8_{(10)} \cdot 8_{(10)} = 64_{(10)}$).

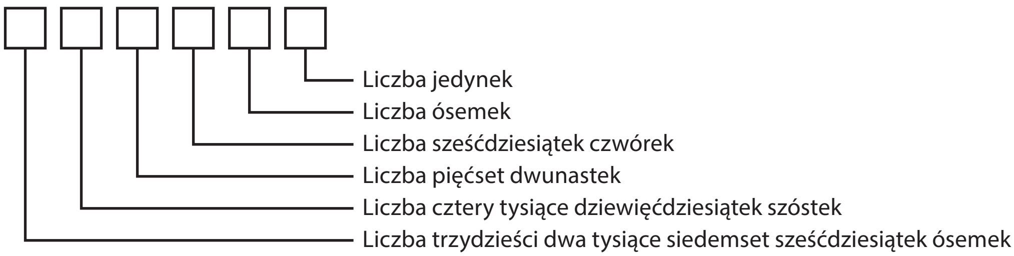
Być może zauważyłeś też, że w systemie dziesiętnym odpowiednikami tych ładnych, okrągłych liczb $100_{(8)}$, $200_{(8)}$ czy $400_{(8)}$ są liczby $64_{(10)}$, $128_{(10)}$ i $256_{(10)}$, będące potęgami liczby 2. Ma to sens. Na przykład liczba $400_{(8)}$ to inaczej $4_{(8)} \cdot 10_{(8)} \cdot 10_{(8)}$, gdzie każda z tych składowych również jest potęgą liczby 2. Iloczyn mnożenia liczb będących potęgami liczby 2 daje również liczbę stanowiącą potęgę liczby 2.

Poniższa tabela przedstawia niektóre potęgi liczby 2, a także ich reprezentacje w systemach dziesiętnym i ósemkowym:

Potęga liczby 2	**Wartość w systemie dziesiętnym**	**Wartość w systemie ósemkowym**
2^0	1	1
2^1	2	2
2^2	4	4
2^3	8	10
2^4	16	20
2^5	32	40
2^6	64	100
2^7	128	200
2^8	256	400
2^9	512	1000
2^{10}	1024	2000
2^{11}	2048	4000
2^{12}	4096	10000

Widoczne w ostatniej kolumnie okrągłe liczby podpowiadają nam, że w pracy z kodami binarnymi mogą przydać się systemy liczbowe inne od dziesiętnego.

Struktura systemu ósemkowego nie różni się zbytnio od systemu decymalnego. Diabeł tkwi jedynie w szczegółach. Na przykład każda pozycja w liczbie zapisanej systemem ósemkowym stanowi kolejną potęgę liczby 8:



Zatem przykładową liczbę $3725_{(8)}$ możemy rozbić na następujące czynniki:

$$3725_{(8)} = 3000_{(8)} + 700_{(8)} + 20_{(8)} + 5_{(8)}$$

Możemy to zapisać na kilka znanych już nam sposobów. Poniżej przedstawiam jeden z nich, w którym wykorzystuję potęgi liczby 8 w zapisie decymalnym:

$$\begin{aligned} 3725_{(8)} = 3 \cdot 512_{(10)} &+ \\ + 7 \cdot 64_{(10)} &+ \\ + 2 \cdot 8_{(10)} &+ \\ + 5 \cdot 1 & \end{aligned}$$

To samo z użyciem potęg liczby 8 w zapisie ósemkowym:

$$\begin{aligned}3725_{(8)} = {} & 3 \cdot 1000_{(8)} + \\ & + 7 \cdot 100_{(8)} + \\ & + 2 \cdot 10_{(8)} + \\ & + 5 \cdot 1\end{aligned}$$

A tu jeszcze inny zapis tego samego:

$$\begin{aligned}3725_{(8)} = {} & 3 \cdot 8^3 + \\ & + 7 \cdot 8^2 + \\ & + 2 \cdot 8^1 + \\ & + 5 \cdot 8^0\end{aligned}$$

Po obliczeniu powyższej operacji w systemie dziesiętnym otrzymasz wartość $2005_{(10)}$. W taki właśnie sposób można przekształcać liczby systemu ósemkowego w wartości systemu decymalnego.

Możemy dodawać i mnożyć liczby w systemie ósemkowym tak samo, jak robimy to w systemie dziesiętnym. Jedyna różnica polega na zawartości tabliczek dodawania i mnożenia poszczególnych cyfr. Oto tabliczka dodawania liczb systemu oktalnego:

+	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
0	0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7	10
2	2	3	4	5	6	7	10	11
3	3	4	5	6	7	10	11	12
4	4	5	6	7	10	11	12	13
5	5	6	7	10	11	12	13	14
6	6	7	10	11	12	13	14	15
7	7	10	11	12	13	14	15	16

Na przykład $5_{(8)} + 7_{(8)} = 14_{(8)}$. Możemy dodawać dłuższe liczby tak samo jak w systemie dziesiętnym:

$$\begin{array}{r} 135 \\ +\,643 \\ \hline 1000 \end{array}$$

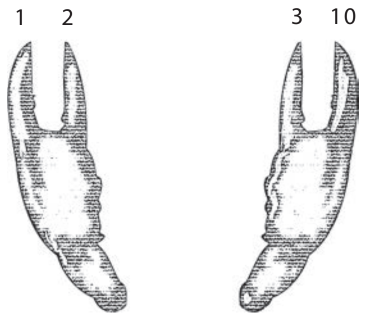
Zaczynamy od prawej: 5 + 3 = 10. Wstawiamy zero i przenosimy jedynkę. 1 + 3 + 4 = 10. Wstawiamy zero i przenosimy jedynkę. 1 + 1 + 6 = 10.

Mnożenie także wygląda podobnie. Dwa razy dwa nadal daje cztery w systemie ósemkowym, ale trzy razy trzy to już nie jest dziewięć. Jak to możliwe? W wyniku otrzymujemy $11_{(8)}$, co stanowi odpowiednik wartości $9_{(10)}$. Kolejna tabela zawiera pełną tabliczkę mnożenia w systemie ósemkowym:

·	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7
2	0	2	4	6	10	12	14	16
3	0	3	6	11	14	17	22	25
4	0	4	10	14	20	24	30	34
5	0	5	12	17	24	31	36	43
6	0	6	14	22	30	36	44	52
7	0	7	16	25	34	43	52	61

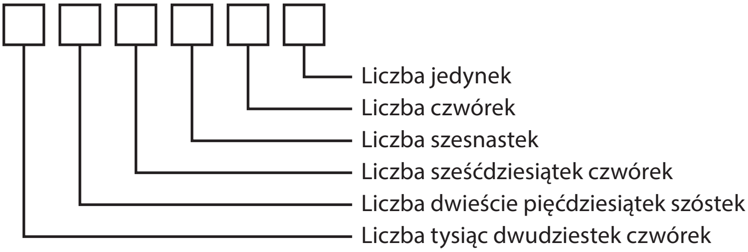
Tutaj iloczyn $4 \cdot 6 = 30_{(8)}$, ale wartość $30_{(8)}$ jest równoważna $24_{(10)}$, czyli iloczynowi $4 \cdot 6$ w systemie dziesiętnym.

System ósemkowy jest równie prawidłowy jak system dziesiętny, pójdźmy jednak dalej. Skoro udało nam się stworzyć system liczbowy odpowiedni dla postaci z kreskówek, przygotujmy teraz coś bardziej pasującego do homara. Homary w zasadzie nie mają palców, ale znajdziemy u nich szczypce na przednich odnóżach. W takim przypadku najodpowiedniejszy będzie system **czwórkowy**:



Kolejne liczby w systemie czwórkowym wyglądają tak: 0, 1, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 20, 21, 22, 23, 30, 31, 32, 33, 100, 101, 102, 103, 110 i tak dalej.

Nie zamierzam poświęcać wiele miejsca systemowi czwórkowemu, ponieważ niebawem przejdziemy do znacznie ważniejszego zagadnienia. Możemy jednak przekonać się, że każda pozycja w systemie czwórkowym odpowiada tym razem potęgom liczby *cztery*:



Liczbę 31232 w systemie czwórkowym możemy rozpisać następująco:

$$\begin{aligned}31232_{(4)} = {} & 3 \cdot 256_{(10)} + \\ & + 1 \cdot 64_{(10)} + \\ & + 2 \cdot 16_{(10)} + \\ & + 3 \cdot 4_{(10)} + \\ & + 2 \cdot 1_{(10)}\end{aligned}$$

Albo tak:

$$\begin{aligned}31232_{(4)} = {} & 3 \cdot 10\,000_{(4)} + \\ & + 1 \cdot 1000_{(4)} + \\ & + 2 \cdot 100_{(4)} + \\ & + 3 \cdot 10_{(4)} + \\ & + 2 \cdot 1_{(4)}\end{aligned}$$

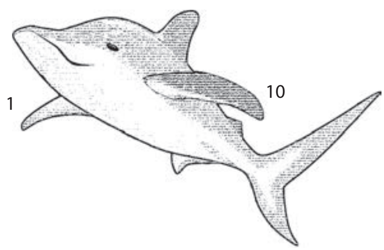
A także w poniższy sposób:

$$\begin{aligned}31232_{(4)} = {} & 3 \cdot 4^4 + \\ & + 1 \cdot 4^3 + \\ & + 2 \cdot 4^2 + \\ & + 3 \cdot 4^1 + \\ & + 2 \cdot 4^0\end{aligned}$$

Po wykonaniu obliczeń w systemie dziesiętnym okazuje się, że odpowiednikiem liczby $31232_{(4)}$ jest $878_{(10)}$.

Pozostał nam jeszcze jeden przeskok i tym razem czeka nas jazda bez trzymanki. Przyjmijmy, że jesteśmy delfinami i możemy liczyć jedynie za pomocą dwóch płetw. Taki system liczbowy jest znany jako **dwójkowy** albo **binarny** (od łacińskiego słowa *binarius* oznaczającego „podwójny”). Wydaje się, że jako delfiny znalibyśmy tylko dwie cyfry: 0 i 1.

Dwie cyfry to niewiele, a przyzwyczajenie się do systemu binarnego wymaga wprawy i czasu. Problem polega na tym, że bardzo szybko kończy nam się pula dostępnych cyfr. Na przykład delfin może liczyć za pomocą płetw w następujący sposób:



Tak, w systemie dwójkowym następną liczbą po 1 jest 10. Trochę to przerażające, ale nie powinno być zaskoczeniem. Bez względu na stosowany system liczbowy zawsze po wyczerpaniu liczb jednocyfrowych pierwszą liczbą dwucyfrową jest 10. W systemie binarnym kolejne liczby są takie:

0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111, 10000, 10001…

Liczby te wydają się duże, ale tak nie jest. Precyzyjniejsze byłoby stwierdzenie, że liczby binarne bardzo szybko stają się **długie**, a nie duże:

Istota ludzka posiada $1_{(10)}$ lub $1_{(2)}$ głowę.

Delfiny mają $2_{(10)}$ lub $10_{(2)}$ płetw.

Objętość jednej łyżki stołowej jest równa objętości $3_{(10)}$ lub $11_{(2)}$ łyżeczek.

Kwadrat ma $4_{(10)}$ lub $100_{(2)}$ boków.

Człowiek ma $5_{(10)}$ lub $101_{(2)}$ palców u każdej ręki.

Owady mają $6_{(10)}$ lub $110_{(2)}$ odnóży.

Tydzień liczy $7_{(10)}$ lub $111_{(2)}$ dni.

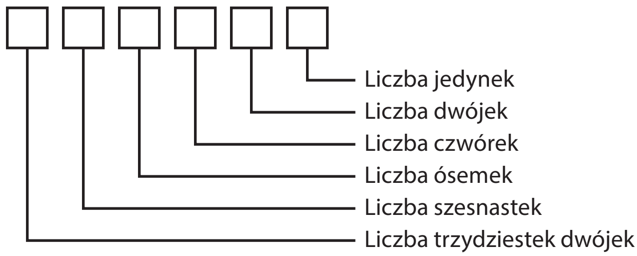
Na oktet składa się $8_{(10)}$ lub $1000_{(2)}$ muzyków.

Nasz rodzimy Układ Słoneczny zawiera $9_{(10)}$ lub $1001_{(2)}$ znanych planet (przy uwzględnieniu Plutona).

Kapelusz kowbojski mieści w sobie $10_{(10)}$ lub $1010_{(2)}$ galonów.

itd.

W wielocyfrowej liczbie dwójkowej poszczególne pozycje symbolizują kolejne potęgi liczby 2:



Zatem gdy mamy jakąś liczbę, której pierwsza cyfra ma wartość 1, a po niej następują zera, to ta cyfra jest potęgą liczby 2. Wykładnik tej potęgi jest równy liczbie pozycji występujących po danej jedynce. Reguła ta została zaprezentowana w znanej nam, ale rozszerzonej tabeli:

Potęga liczby 2	Wartość w systemie dziesiętnym	Wartość w systemie ósemkowym	Wartość w systemie czwórkowym	Wartość w systemie dwójkowym
2^0	1	1	1	1
2^1	2	2	2	10
2^2	4	4	10	100
2^3	8	10	20	1000
2^4	16	20	100	10000
2^5	32	40	200	100000
2^6	64	100	1000	1000000
2^7	128	200	2000	10000000
2^8	256	400	10000	100000000
2^9	512	1000	20000	1000000000
2^{10}	1024	2000	100000	10000000000
2^{11}	2048	4000	200000	100000000000
2^{12}	4096	10000	1 000000	1000000000000

Załóżmy, że mamy liczbę binarną 101101011010. Możemy ją rozbić na czynniki pierwsze:

$$
\begin{aligned}
101101011010_{(2)} = {} & 1 \cdot 2048_{(10)} + \\
& + 0 \cdot 1024_{(10)} + \\
& + 1 \cdot 512_{(10)} + \\
& + 1 \cdot 256_{(10)} + \\
& + 0 \cdot 128_{(10)} + \\
& + 1 \cdot 64_{(10)} + \\
& + 0 \cdot 32_{(10)} + \\
& + 1 \cdot 16_{(10)} + \\
& + 1 \cdot 8_{(10)} + \\
& + 0 \cdot 4_{(10)} + \\
& + 1 \cdot 2_{(10)} + \\
& + 0 \cdot 1_{(10)}
\end{aligned}
$$

Tę samą liczbę możemy też zapisać następująco:

$$
\begin{aligned}
101101011010_{(2)} = {} & 1 \cdot 2^{11} + \\
& + 0 \cdot 2^{10} + \\
& + 1 \cdot 2^{9} + \\
& + 1 \cdot 2^{8} + \\
& + 0 \cdot 2^{7} + \\
& + 1 \cdot 2^{6} + \\
& + 0 \cdot 2^{5} + \\
& + 1 \cdot 2^{4} + \\
& + 1 \cdot 2^{3} + \\
& + 0 \cdot 2^{2} + \\
& + 1 \cdot 2^{1} + \\
& + 0 \cdot 2^{0}
\end{aligned}
$$

Po dodaniu składowych w systemie dziesiętnym otrzymujemy
2048 + 512 + 256 + 64 + 16 + 8 + 2, co daje w rezultacie $2906_{(10)}$.

Aby móc przekształcać liczby binarne w decymalne w bardziej zwięzły sposób, być może spodoba Ci się przygotowana przeze mnie metoda:

☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		
·128		·64		·32		·16		·8		·4		·2		·1		
☐	+	☐	+	☐	+	☐	+	☐	+	☐	+	☐	+	☐	=	☐

Powyższy szablon umożliwia przekształcanie ośmiocyfrowych liczb dwójkowych, ale można go z łatwością rozwinąć. Żeby z niego skorzystać, wstaw na górze osiem cyfr binarnych, po jednej na każde pole. Wykonaj osiem operacji mnożenia i wyniki wstaw w dolnych polach. Zsumuj otrzymane rezultaty, aby otrzymać wynik końcowy. Poniżej pokazuję przykład przekształcenia liczby $10010110_{(2)}$:

1		0		0		1		0		1		1		0		
·128		·64		·32		·16		·8		·4		·2		·1		
128	+	0	+	0	+	16	+	0	+	4	+	2	+	0	=	150

Operacja przekształcania z liczb dziesiętnych na dwójkowe jest nieco bardziej skomplikowana, ale za pomocą poniższego szablonu możesz dokonywać tego na liczbach dziesiętnych w zakresie od 0 do 255:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
/128	/64	/32	/16	/8	/4	/2	/1
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Proces konwersji jest trudniejszy, niż się wydaje, dlatego przeczytaj uważnie poniższe instrukcje. Wstaw całą liczbę (mniejszą lub równą 255) w pierwszym polu na górze. Podziel tę liczbę (dzielną) przez znajdujący się bezpośrednio pod nią dzielnik (128). Umieść iloraz w pierwszym polu na dole, a resztę z dzielenia w sąsiednim polu na górze. Ta pierwsza reszta z dzielenia jest naszą dzielną w kolejnej operacji, w której dzielnikiem jest wartość 64. Powtarzaj te czynności aż do wypełnienia wszystkich pól.

Zwróć uwagę, że iloraz będzie równy 0 albo 1. Jeżeli dzielna jest mniejsza niż dzielnik, iloraz wynosi 0, a do następnego pola przenosimy tę dzielną. W przypadku dzielnej większej od dzielnika iloraz jest równy 1, a resztę z dzielenia stanowi różnica dzielnej i dzielnika. Zobaczmy to na przykładzie liczby 150:

150	22	22	22	6	6	2	0
/128	/64	/32	/16	/8	/4	/2	/1
1	0	0	1	0	1	1	0

Jeżeli chcesz dodać lub pomnożyć dwie liczby binarne, to prawdopodobnie łatwiej wykonać te operacje w systemie dwójkowym niż przekształcać je w liczby dziesiętne. Ta część *naprawdę* Ci się spodoba. Wyobraź sobie, jak szybko opanowałbyś dodawanie, gdybyś musiał zapamiętać tylko taką tabliczkę:

+	**0**	**1**
0	0	1
1	1	10

Skorzystajmy z tej tabeli i dodajmy dwie liczby binarne:

$$\begin{array}{r} 1100101 \\ +\,0110110 \\ \hline 10011011 \end{array}$$

Począwszy od pierwszej kolumny z prawej: 1 dodać 0 daje 1. W kolejnej kolumnie: 0 dodać 1 daje 1. Trzecia kolumna: 1 dodać 1 daje 0 i przenosimy 1. Czwarta kolumna: 1 (przeniesiona) dodać 0 i dodać 0 daje 1. Piąta kolumna: 0 dodać 1 daje 1. Szósta kolumna: 1 dodać 1 daje 0 i przenosimy 1. Siódma kolumna: 1 (przeniesiona) dodać 1 i dodać 0 daje 10.

Tabliczka mnożenia okazuje się jeszcze łatwiejsza od tabliczki dodawania, ponieważ bazuje na dwóch bardzo prostych regułach mnożenia: iloczyn dowolnej liczby i zera daje zawsze 0, natomiast iloczyn dowolnej liczby i jedynki nie wpływa w żaden sposób na tę liczbę.

·	**0**	**1**
0	0	0
1	0	1

Pomnóżmy liczbę $13_{(10)}$ przez liczbę $11_{(10)}$ w zapisie binarnym:

$$\begin{array}{r} 1101 \\ \cdot\,1011 \\ \hline 1101 \\ 1101 \\ 0000 \\ 1010 \\ \hline 10001111 \end{array}$$

W rezultacie otrzymujemy liczbę $143_{(10)}$.

Osoby pracujące na liczbach binarnych często zapisują je z zerami wiodącymi (to znaczy z zerami występującymi na lewo od pierwszej jedynki), na przykład 0011 zamiast 11. W żadnym wypadku nie zmienia to wartości liczby; służy to wyłącznie celom kosmetycznym. W poniższej tabeli widzimy pierwszych szesnaście liczb binarnych wraz z ich decymalnymi odpowiednikami:

Zapis w systemie dwójkowym	**Zapis w systemie dziesiętnym**
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15

Zatrzymajmy się na chwilę przy tej liście liczb binarnych. Przyjrzyj się każdej z czterech kolumn zer i jedynek i zwróć uwagę, jak zmieniają się w nich cyfry:

- Cyfra w pierwszej kolumnie od prawej naprzemiennie przyjmuje wartość 0 i 1.
- W drugiej kolumnie od prawej wartości zmieniają się co dwa zera/dwie jedynki.
- W trzeciej kolumnie od prawej następuje zmiana co cztery zera/jedynki.
- W ostatniej kolumnie od prawej zmiana pojawia się co osiem zer/jedynek.

Jest to *bardzo* powtarzalne, prawda? Rzeczywiście, możemy z łatwością zapisać kolejnych 16 liczb binarnych, dołożywszy jedynie po lewej stronie kolumnę z samymi jedynkami:

Zapis w systemie dwójkowym	**Zapis w systemie dziesiętnym**
10000	16
10001	17
10010	18
10011	19
10100	20
10101	21
10110	22
10111	23
11000	24
11001	25
11010	26
11011	27
11100	28
11101	29
11110	30
11111	31

Można spojrzeć na to w inny sposób: podczas liczenia w systemie dwójkowym cyfra znajdująca się skrajnie po prawej stronie (jest to tak zwana najmniej znacząca cyfra) naprzemiennie przyjmuje wartość 0 i 1. Przy każdej zmianie z jedynki na zero cyfra na sąsiadującej pozycji (bardziej znacząca cyfra) również się zmienia, albo z 0 na 1, albo z 1 na 0. Zatem gdy cyfra binarna przechodzi z wartości 1 do 0, zmienia się również cyfra znajdująca się na pozycji po lewej, albo z 0 na 1, albo z 1 na 0.

Podczas zapisywania dużych liczb w systemie dziesiętnym robimy odstęp co trzy pozycje, aby łatwiej odczytać daną liczbę. Na przykład jeśli widzisz liczbę 12000000, prawdopodobnie musisz policzyć cyfry, ale w przypadku zapisu 12 000 000 od razu widać, że jest to dwanaście milionów.

Liczby binarne bardzo szybko stają się długie. Na przykład w zapisie binarnym dwanaście milionów przyjmuje postać 101101110001101100000000. Aby *nieco* ułatwić odczytywanie takich liczb, można wprowadzić myślnik co cztery pozycje (np. 1011-0111-0001-1011-0000-0000) lub spacje (np. 1011 0111 0001 1011 0000 0000). W dalszej części książki zaprezentuję zwięźlejszy sposób wyrażania liczb binarnych.

Poprzez zredukowanie systemu liczbowego do zaledwie dwóch cyfr, 0 i 1, osiągnęliśmy szczyt naszych możliwości. Prościej już się nie da. Do tego dwójkowy system liczbowy stanowi pomost pomiędzy arytmetyką a elektrycznością. W poprzednich rozdziałach poznaliśmy przełączniki, przewody, żarówki i przekaźniki; każdy z tych elementów może reprezentować binarne cyfry 0 i 1:

Przewód może być wartością binarną. Jeżeli przez przewód płynie prąd, przewód reprezentuje binarną jedynkę. W przeciwnym razie jest binarnym zerem.

Przełącznik może być wartością binarną. Jeżeli przełącznik jest włączony (zamknięty), to symbolizuje binarną jedynkę. Przełącznik wyłączony (otwarty) jest odpowiednikiem binarnego zera.

Żarówka może być wartością binarną. Jeżeli świeci, to reprezentuje binarną jedynkę, w przeciwnym razie symbolizuje binarne zero.

Przekaźnik telegraficzny może być wartością binarną. Wzbudzony przekaźnik reprezentuje binarną jedynkę, z kolei w stanie spoczynku symbolizuje binarne zero.

Liczby binarne mają *mnóstwo* wspólnego z komputerami.

Mniej więcej w 1948 r. amerykański matematyk John Wilder Tukey (*http://www.ams.org/notices/200202/fea-tukey.pdf* ; 1915 – 2000) zrozumiał, że pojęcie **cyfra binarna** (ang. *binary digit*) nabierze o wiele większego znaczenia w nadchodzących latach popularyzacji komputerów. Postanowił ukuć nowe słowo w zastępstwie niewygodnych pięciu sylab *binary digit*. Rozważał słowa *bigit* i *binit*, jednak zwyciężył krótki, prosty, elegancki i przeuroczy wyraz **bit**.


PROGRAM
PARTNERSKI
GRUPY HELION
1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ
Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!
Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!
http://program-partnerski.helion.pl
GRUPA
Helion

Ukryty kod maszyny. Wróć do źródeł!

Początki techniki komputerowej obfitowały w zaskakujące szczegóły. Zagłębianie się w historię odkryć i wynalazków, dzięki którym obecnie możemy się cieszyć wyrafinowaną technologią, jest świetną rozrywką, jednak cofnięcie się do korzeni świata komputerów niesie ze sobą wiele dodatkowych korzyści. Najważniejszą z nich jest łatwiejsze zrozumienie zasad działania komputerów i innych urządzeń związanych z procesorami. W końcu dziś nawet zwykły użytkownik powinien wiedzieć, jaka jest różnica między pamięcią operacyjną a masową, znać koncepcję plików i folderów czy mieć choćby podstawową wiedzę z zakresu grafiki komputerowej.

Ta książka jest fascynującą i nieco sentymentalną opowieścią o tajemnym życiu toczącym się wewnątrz komputerów i innych inteligentnych urządzeń. Mówi też o historii poszczególnych wynalazków. Dzięki niej zrozumiesz, co w ciągu ostatnich dwustu lat doprowadziło ludzi, chcących po prostu sprawniej się porozumiewać, do wynalezienia różnych urządzeń. Przeczytasz również o rzeczywistych mechanizmach działania komputerów osobistych, multimediów cyfrowych i internetu. Nie musisz posiadać zaawansowanej wiedzy technicznej, aby zrozumieć, czym jest tranzystor, jak działają systemy operacyjne i czym się różnią bity od bajtów. Książka jest napisana w przystępny sposób, a jej lektura sprawi Ci ogromną przyjemność!

Dowiedz się, czym w istocie są:

- różne rodzaje kodów
- systemy: dziesiętny, binarny i szesnastkowy
- bramki logiczne, sumowanie i przerzutniki
- pamięć, mikroprocesor, magistrala
- system operacyjny i języki programowania

Charles Petzold, sławny guru programistów, od lat pisze o komputerach. Jego książki, takie jak klasyczne dzieło *Programowanie Windows*, wpłynęły na wielu programistów. W 1994 roku otrzymał nagrodę Windows Pioneer z rąk samego Billa Gatesa, zdobył też tytuł MVP. Swój pierwszy artykuł o programowaniu w Windowsie napisał w 1986 roku. Mieszka w Nowym Jorku.

Helion
helion.pl
HELION SA
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
helion@helion.pl
INFORMATYKA W NAJLEPSZYM WYDANIU

ISBN 978-83-283-7912-1
9 788328 379121
Cena: 89,00 zł
Microsoft