

# Temat 4

---

## Magia obracanych kart – *Detekcja i korekcja błędów*

### Streszczenie

Kiedy dane z pamięci komputera są zapisywane na dysku albo przesyłane między komputerami, to przyjmujemy, że w tym czasie nie ulegają one zmianie. Jednak czasami w sposób przypadkowy dochodzi do takich zmian. W ramach tych zajęć posłużymy się pewnym przykładem, aby pokazać jak można wykryć i poprawić zniekształcone dane.

### Wiek

- ✓ 9 i więcej

### Materiały

- ✓ Zbiór 36 dwukolorowych magnesów
- ✓ Tablica szkolna (najlepiej tzw. biała).

Każda para dzieci będzie potrzebować:

- ✓ 36 identycznych karteczek o różnych kolorach z obu stron  
(można też użyć tradycyjnych kart do gry)

# Magiczna sztuczka

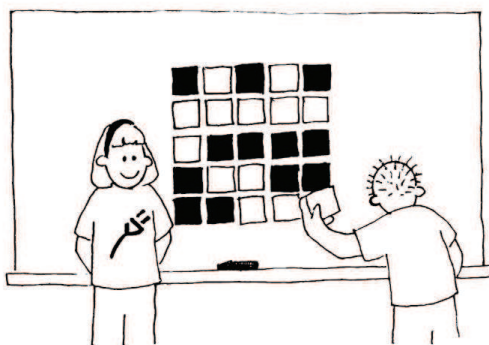
---

## Pokaz

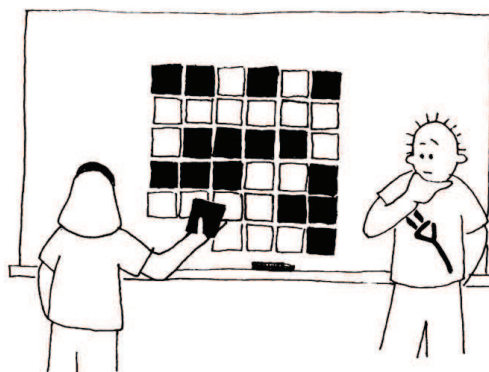
Każdy z Was będzie miał niepowtarzalną szansę zostania magikiem.

Będzie potrzebny zestaw 36 identycznych, najlepiej kwadratowych, kart. (Aby je uzyskać można np. pociąć większą kartkę papieru, który z jednej strony jest pokolorowany.). W czasie pokazu najłatwiej posłużyć się płaskimi magnesami, które mają różne kolory z różnych stron. (Można je wykonać z folii magnetycznej.)

1. Wybierz ucznia, który ułoży karty w kwadrat 5 x 5, w sposób losowy.



Wstaw dodatkowy wiersz i dodatkową kolumnę kart, udając, że robisz to w sposób przypadkowy, wypowiadając przy tym słowa: „aby było trochę trudniej”.



Te dodatkowe karty to kluczowy element triku. Należy wybrać dodatkowe karty w taki sposób, aby w efekcie w każdym wierszu i każdej kolumnie uzyskać parzystą liczbę kart odwróconych kolorem „na wierzch”.

Poproś jednego z uczniów, aby odwrócił jedną z kart w czasie, gdy zakryjesz oczy. Wiersz i kolumna, w której znajduje się ta karta będzie zawierać w tym momencie nieparzystą liczbę kart odwróconych kolorem „na wierzch”, co pozwoli ją zidentyfikować.

Czy uczniowie domyślą się na czym polega sztuczka?

### **Nauka:**

1. Pracując w parach uczniowie rozkładają swoje karty w formie kwadratu  $5 \times 5$ .
2. Ile kart ma kolorowaną stronę na wierzchu? Ich liczba jest parzysta, czy nieparzysta? Pamiętaj, że 0 jest liczbą parzystą.
3. Teraz dodaj szóstą kartę do każdego wiersza, pamiętając o tym, że w każdym wierszu liczba kart o pokolorowanej stronie na wierzchu ma być zawsze parzysta. Ta dodatkowa karta będzie nazywaną kartą „parzystości”.
4. Dodaj szósty wiersz kart, pamiętając o tym, że w każdej kolumnie liczba kart o pokolorowanej stronie na wierzchu ma być zawsze parzysta.
5. Teraz odwróć jedną z kart. Co można zauważyć, jeśli chodzi o wiersz i kolumnę zawierającą odwróconą kartę? (Zawierać będą nieparzystą liczbę kart.)
6. Przejdź do wykonania nowego triku.

### **Zadania dodatkowe:**

1. Spróbuj użyć innych obiektów. Dla przykładu, możesz użyć kart do gry, monet, kartek z nadrukowanymi liczbami 0 lub 1 (dla ukazania związku tematów z tematem numeracji binarnej).
2. Co może się zdarzyć, jeśli dwie lub więcej kart zostaną odwrócone? (W tym przypadku nie zawsze jest możliwe stwierdzenie, które dwie karty zostały odwrócone, choć zawsze jest możliwe stwierdzenie, że nastąpiła jakaś zmiana. Zwykle da się ograniczyć liczbę „podejrzanych kart” do dwóch par kart. W przypadku czterech odwróconych kart jest możliwe, że karty „parzystości” będą miały poprawną wartość i nie da się stwierdzić żadnej zmiany, a więc odnosząc to do rzeczywistej sytuacji – stan bitów parzystości nie pozwoli stwierdzić, że podczas zapisu, czy przesyłania doszło do błędu.)
3. Innym interesującym ćwiczeniem jest rozważanie problemu skrajnej prawej dolnej karty. Czy dopasowanie jej położenia (tzn. strony, która jest widoczna) do kolumny, której jest elementem, jest jednocześnie dopasowaniem do ostatniego wiersza? (Tak, zawsze.)
4. W ćwiczeniu używaliśmy bitów parzystości (tzn. ustaliliśmy parzystą liczbę odpowiednich elementów). Czy moglibyśmy posłużyć się regułą o nieparzystej liczbie elementów? (Jest to możliwe, ale pojawia się wówczas problem skrajnej prawej dolnej karty: w przypadku gdy liczba wierszy i kolumn nie jest jednocześnie parzysta lub nieparzysta, nie da się jej dopasować. Dla przykładu: układy  $5 \times 9$  czy  $4 \times 6$  są możliwe do realizacji, ale układ  $3 \times 4$  już nie.)

## Przykład dla zaawansowanych!

Podobna technika jest używana w kodach, które można znaleźć na okładkach książek. Dziesiąta cyfra jest tzw. cyfrą kontrolną (korekcyjną), więc pełni podobną rolę do bitu parzystości.

Oznacza to, że jeśli chcesz zamówić książkę używając jej numeru ISBN (International Standard Book Number), wydawca może sprawdzić czy w zamówieniu nie ma przypadkowej pomyłki. Wystarczy, że spojrzysz na tzw. sumę kontrolną. W ten sposób można wyeliminować sytuację realizacji błędnego zamówienia.

Oto zasada obliczania sumy kontrolnej:

Liczbę, która stanowiła pierwszy element kodu mnożymy przez 10, drugą przez 9, trzecią przez 8 itd., w końcu dziewiątą mnożymy przez 2. Wyniki tych mnożeń dodajemy do siebie.

Dla przykładu: ISBN 0-13-911991-4 jest związany z sumą:

$$\begin{aligned} & (0 \times 10) + (1 \times 9) + (3 \times 8) + (9 \times 7) + (1 \times 6) \\ & + (1 \times 5) + (9 \times 4) + (9 \times 3) + (1 \times 2) \\ & = 172 \end{aligned}$$

Następnie dzielimy tę sumę przez 11 i zapisujemy resztę z dzielenia.

$$172 \div 11 = 15 \text{ r. } 7$$

Jeśli reszta jest równa 0, to cyfrą kontrolną jest 0, w pozostałych przypadkach w celu uzyskania cyfry kontrolnej odejmujemy otrzymaną resztę od 11.

$$11 - 7 = 4$$

Czy rzeczywiście ostatnią cyfrą kodu ISBN w tym przypadku powinno być 4? Tak!

Jest możliwe, że reszta z dzielenia będzie równa 10. Wówczas na miejscu cyfry kontrolnej pojawia się znak X.



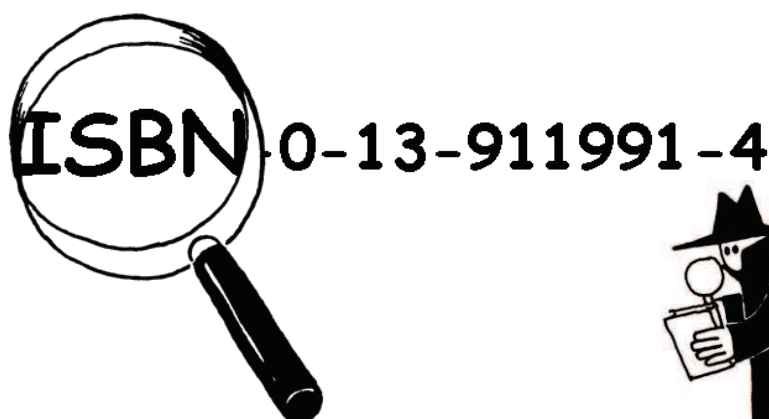
▲ Przykład kodu paskowego

Innym przykładem użycia cyfry kontrolnej są kody paskowe, które umieszcza się na przykład na produktach spożywczych. W tym przypadku używa się trochę innej formuły. W każdym razie: tzw. bip skanera przy kasie w sklepie oznacza, że mógł nastąpić błąd w odczycie przez skaner (obliczona cyfra kontrolna jest różna od tej wydrukowanej). Wówczas odczyt jest powtarzany.

# Sprawdź tę książkę!

Detektyw

Book Tracking Service, Inc.



Wyszukujemy i sprawdzamy sumy kontrolne ISBN za opłatą.

Dołącz do nas.

## Czy sumy kontrolne są poprawne?

Czasami pojawiają się błędy.

Najczęściej pojawiające się błędy to:

- ✘ nastąpiła zmiana wartości konkretnej cyfry;
- ✘ dwie sąsiednie cyfry zostały zamienione miejscami (tzw. czeski błąd);
- ✘ dodana została dodatkowa cyfra (nadmiar);
- ✘ usunięta została cyfra (niedmiar).

Czy trudno jest znaleźć książkę z cyfrą kontrolną X w numerze ISBN?

Nie powinno być to aż takie trudne – statystycznie jedna na 11 książek powinna mieć taką własność.

Jakie rodzaje błędów mogą pojawić się i nie zostać wykryte? Czy można zmienić pojedynczą cyfrę i ciągle otrzymywać poprawną sumę kontrolną? Co w przypadku, gdy zamienimy dwie cyfry (typowy błąd podczas wprowadzania danych z klawiatury)?

# O co w tym wszystkim chodzi?

---

Wyobraź sobie, że wpłacasz na konto w banku 10 dolarów. Kasjer wpisuje do komputera wartość depozytu. Informacja jest przesyłana na odpowiedni serwer. W wyniku pewnego błędu podczas przesyłania wpis 10 zostaje zmieniony na 1000...

Ważne jest wykrywanie błędów transmisji danych. Dlatego komputer odbierający dane musi sprawdzić poprawność danych, aby wyeliminować błędy powstałe na tzw. niskim poziomie podczas przesyłania danych (przyczyną może być interferencja sygnału elektrycznego). W takim przypadku dane mogą być przesłane ponownie (Jeśli dotyczy to np. sygnału wysłanego drogą radiową z przestrzeni kosmicznej, może to wiązać się dużym opóźnieniem: na przykład sygnał radiowy z Jowisza potrzebuje co najmniej pół godziny, by dotrzeć do Ziemi).

Czasami jednak błędy są nieodwracalne, na przykład jeśli dysk został uszkodzony w wyniku oddziaływań magnetycznych czy elektrycznych, przez wysoką temperaturę albo nawet w sposób fizyczny.

Musimy umieć rozpoznać, kiedy nastąpił błąd (detekcja błędów), ale i próbować dokonać rekonstrukcji danych (korekcja błędów).

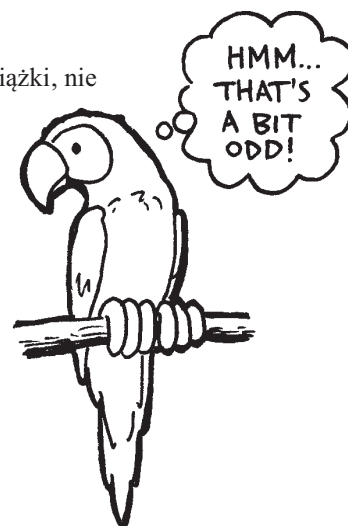
Ta sama technika jaka używana była w przykładzie z kartami, jest używana w komputerach. Jest możliwe nie tylko wykrycie faktu błędu, ale i miejsca błędu (jego lokalizacja). Może to pozwolić na korekcję błędu.

Oczywiście w systemach komputerowych używane są często bardziej złożone metody kontroli błędów, które pozwalają na wykrycie i poprawienie większej liczby błędów. Dysk twardy część swojej powierzchni ma zarezerwowaną na potrzeby korekcji błędów. Dzięki temu dane mogą być odczytane poprawnie mimo uszkodzeń małych części dysku..

- Co myślisz o określeniu: „Pieces of nine, pieces of nine“?
- To błąd papugi (ang. A parrot error).

Żartobliwy obrazek sytuacyjny, obecny w tym miejscu w oryginalnej wersji książki, nie sposób przetłumaczyć na język polski. Mamy tu bowiem do czynienia z niejedną „grą słów”. Określenie „pieces of nine” jest modyfikacją „pieces of eight”, czyli nazwy hiszpańskiej monety, używanej do późnych lat XVIII w. właściwie na całym świecie – stanowiła ona równowartość ośmiu realów, stąd przy wydawaniu reszty dzielono ją czasem na osiem części zwanych ...bitami. Papuga pojawia się tutaj oczywiście nieprzypadkowo – ze względu na pewne podobieństwo angielskich słów „parrot” (papuga) i „parity” (parzystość). Warto wiedzieć, że frazę „pieces of eight” wykrzykiwała papuga w powieści „Wyspa skarbów”

R. L. Stevensona. Myśl papugi z rysunku obok dosłownie należałoby przetłumaczyć jako „Trochę dziwne!” -- trzeba jednak pamiętać o innych znaczeniach słów „bit” i „odd” (parzysty). [Przyp. tłum.]



## Rozwiązania i wskazówki

---

Błędami, których nie da się wykryć są te związane ze zwiększeniem jednej cytry i zmniejszeniem innej. W takim przypadku suma się nie zmienia.