

## Wstęp do informatyki

## Lista 9

1. [1] Mówimy, że algorytm przeszukiwania z nawrotami z wykładu „sprawdza” jakieś ustawienie  $n$  hetmanów, jeśli wywoływana jest funkcja  $\text{isfree}(n-1, y)$  dla  $0 \leq y < n$  (czyli sprawdzamy możliwość „dostawienia”  $n$ -tego hetmana do ustawionych już poprawnie  $n-1$  hetmanów). Uzasadnij, że dla  $n \geq 4$  algorytm sprawdza nie więcej niż  $\left(\frac{n}{2} + 1\right) \cdot n!$

różnych ustawień  $n$  hetmanów na szachownicy.

**Uwaga:** W swoim rozwiązaniu możesz przyjąć, że dla każdego  $n \geq 4$  istnieje rozwiązanie problemu hetmanów (tzn. można ustawić  $n$  hetmanów na planszy  $n \times n$  tak, aby żadne dwa nie atakowały się nawzajem).

2. [1] Napisz funkcję, która dla zadanej wartości  $n$  wyznaczy **liczbę** możliwych ustawień  $n$  hetmanów na szachownicy o rozmiarze  $n \times n$ , tak aby hetmany nie atakowały się nawzajem.

**Wskazówka:** możesz wykorzystać algorytm z wykładu, znajdujący dowolne ustawienie hetmanów (wystarczy go lekko zmodyfikować):

```
int queens()
{
    int k;
    b[0]=0;
    k=1;
    while (k<n && k>=0)
    {
        do
        {
            b[k]++;
        } while (b[k]<n && !isfree(k,b[k]));
        if (b[k]<n) k++;
        else {b[k]=-1; k--;}
    }
    return k;
}
```

3. [1] Rozważmy następujący algorytm znajdujący ustawienie  $n$  hetmanów na szachownicy  $n \times n$

```
int hetmany(int n, int k, int a[])
{
    if (k==n) return poprawne(a,n);
    for(int i=0; i<n; i++) {
        a[k]=i;
        if (hetmany(n,k+1,a)) return 1;
    }
    return 0;
}
```

```
def hetmany(n, k, a):
    if k==n: return poprawne(a,n)
    for i in range(n):
        a[k]=i
        if (hetmany(n,k+1,a)): return 1
    return 0
```

gdzie  $a[i]$  wskazuje wiersz hetmana umieszczonego w kolumnie  $i$ , a funkcja `poprawne` zwraca wartość 1, jeśli ustawienie hetmanów opisane w tablicy  $a[0..n-1]$  jest poprawne (tzn. żadne dwa hetmany nie atakują się nawzajem) oraz zwraca 0 w przeciwnym przypadku. Twoje zadanie:

- a. Podaj z jakimi parametrami należy wywołać funkcję `hetmany`, aby rozwiązać problem hetmanów dla szachownicy  $n \times n$ ?
  - b. Napisz treść funkcji `poprawne`.
  - c. Porównaj działanie funkcji `hetmany` z tego zadania z działaniem metody opartej o przeszukiwanie z nawrotami. Która metoda sprawdza więcej ustawień hetmanów? Dlaczego?
4. [1] Zapoznaj się z problemem skoczka szachowego. Następnie opracuj i przedstaw **ideę** rozwiązania tego problemu metodą przeszukiwania z nawrotami. Precyzyjnie omów struktury danych, których będziesz używać w swoim rozwiązaniu i sposób wykorzystania tych struktur.
5. [2] Kwadratem magicznym rozmiaru  $n \times n$  nazywamy planszę  $n \times n$  złożoną z liczb  $1, \dots, n^2$ , gdzie każda z tych liczb występuje dokładnie raz oraz suma w każdym wierszu, kolumnie i na przekątnych są równe. Napisz funkcję, która dla zadanego  $n$  znajduje kwadrat magiczny rozmiaru  $n \times n$  (o ile istnieje).  
**Uwaga:** zastosuj przeszukiwanie z nawrotami.

**Zadania dodatkowe, nieobowiązkowe (nie wliczają się do puli punktów do zdobycia na ćwiczeniach, punktacja została podana tylko jako informacja o trudności zadań wg wykładowcy)**

6. [1] Napisz funkcję `hetmany`, która znajduje ustawienie  $n$  hetmanów na szachownicy rozmiaru  $n \times n$ , tak aby hetmany nie atakowały się nawzajem. Twoja funkcja powinna stosować przeszukiwanie z nawrotami i ustawienie hetmanów reprezentować w tablicy **dwu-wymiarowej** (jeden element tablicy odpowiada jednemu polu szachownicy).  
**Wskazówka:** wystarczy odpowiednio zmodyfikować rozwiązanie z wykładu.
7. [1] Przedstaw pełną implementację rozwiązania problemu skoczka szachowego.
8. [2] Napisz funkcję `minhetmany`, która znajduje minimalną liczbę hetmanów atakujących wszystkie pola szachownicy  $n \times n$ . (Dokładniej, Twoja funkcja powinna zwrócić taką liczbę  $k$ , że przy pewnym ustawieniu  $k$  hetmanów atakowane są wszystkie pola szachownicy  $n \times n$  i nie jest możliwe ustawienie  $k - 1$  hetmanów tak, aby wszystkie pola szachownicy  $n \times n$  były atakowane.)