

## Projekt 3

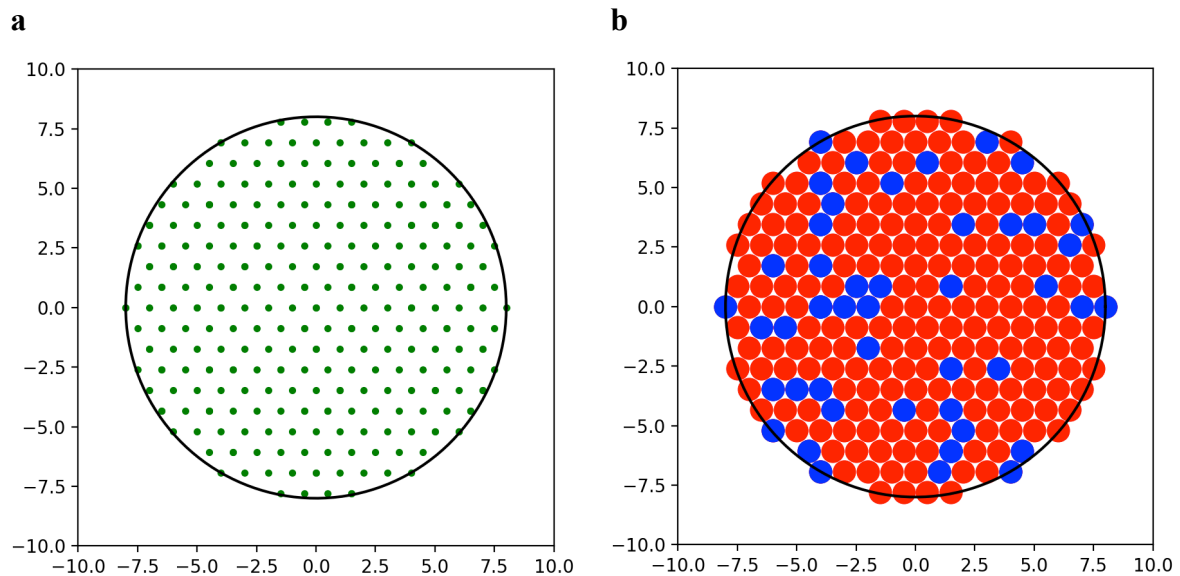
(Nevill Gonzalez-Szwacki)

Napisz program, który na drodze ewolucji (metodą zbliżoną do algorytmu genetycznego) zoptymalizuje położenia zbioru oddziałujących sfer.

### Opis układu

Sfery rozmieszczone są na sieci trójkątnej (heksagonalnej), tak że ich środki znajdują się w węzłach sieci (zielone kropki na Rys. 1a). Liczba dostępnych węzłów ograniczona jest powierzchniowo do okręgu o promieniu  $R$ . Sfery wypełniają wszystkie dostępne węzły, a ich promień jest tak duży, że każda z nich styka się z sąsiadami. Zbiór sfer jest podzielony na dwie grupy (przykładowe rozmieszczenie pokazane jest na Rys. 1b): czerwone oddziałują między sobą, natomiast niebieskie nie oddziałują z czerwonymi ani między sobą. Oddziaływanie czerwonych sfer jest kontaktowe, tzn. oddziałują ze sobą tylko te sfery czerwone, które są w bezpośrednim kontakcie ze sobą.

Rys. 1



### Proces optymalizacji położenia

Optymalizacja położenia sfer odbywa się na drodze ewolucji. Początek ewolucji polega na wygenerowaniu 10 układów (rodziców) z losowo rozmieszczonymi sferami. W każdym z dziesięciu układów stosunek liczby czerwonych do liczby niebieskich sfer jest ten sam. Po wygenerowaniu pierwszego pokolenia, każdy z dziesięciu układów (rodziców) podlega mutacji polegającej na zamianie miejscami losowo wybranych sfer czerwonej i niebieskiej (robimy to dla jednej lub więcej par sfer czerwona-niebieska). Dostajemy w ten sposób 10 nowych układów (potomków). Dalszej ewolucji będzie podlegać grupa 10-cio osobnikowa wybrana spośród grupy 20 układów (10 rodziców + 10 bezpośrednich potomków). Nowi rodzice będą wybrani na zasadzie selekcji rankingowej. Kryterium w rankingu będzie energia oddziaływania czerwonych sfer (im większa energia tym wyżej w rankingu będzie osobnik).

Jeśli w puli 20 układów jest 10 lub więcej układów o tej samej największej energii, do dalszej ewolucji przechodzi 10 osobników wybranych losowo spośród nich. Proces optymalizacji można zakończyć po  $N$  iteracjach (każda iteracja kończy się wyborem pokolenia dziesięciu nowych potencjalnych rodziców). Optymalne konfiguracje (może być ich kilka) są te o najwyższej energii oddziaływania.

### **Energia oddziaływania sfer (funkcja przystosowania)**

Energia oddziaływania czerwonych sfer wyrażona jest wzorem:

$$E(n_0, n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6) = \frac{1}{N_c} \sum_{i=0}^6 n_i e_i$$

gdzie  $n_i$  ( $i \in \{0, \dots, 6\}$ ) jest liczbą sfer będących w bezpośrednim kontakcie z  $i$  sferami czerwonymi, a  $N_c$  to całkowita liczba czerwonych sfer w układzie. Poszczególne wkłady energetyczne,  $e_i$ , są podane w Tabeli 1. Z tabeli wynika, że największe wkłady do energii będą dawały te sfery, które będą miały 5 najbliższych sąsiadów czerwonych, natomiast izolowane sfery czerwony dają zerowy wkład do energii.

Tabela 1	
parametry	wartości (eV)
$e_0$	0
$e_1$	1.7803
$e_2$	5.1787
$e_3$	5.6504
$e_4$	6.2522
$e_5$	6.5718
$e_6$	6.5116

### **Zmienne w naszym zagadnieniu**

- $R$  – promień okręgu z Rys. 1a, który definiuje rozmiar naszego układu (liczbę dostępnych węzłów = liczbę czerwonych i niebieskich sfer)
- $N_c$  – liczba czerwonych sfer
- $N$  – liczba iteracji (pokoleń) w poszukiwaniu optymalnych położenia sfer czerwonych