

# Algorytmy i struktury danych - Algorytmy z powracaniem

Dariusz Max Adamski

## Wstęp

W tym sprawozdaniu mierzony będzie czas poszukiwania cyklu Eulera i Hamiltona w grafie nieskierowanym, w zależności od ilości wierzchołków oraz nasycenia krawędziami.

## Metodologia

Pomiary czasu znajdowania cyklu Eulera „EC” i Hamiltona „HC” wykonywane były na grafach o ilości wierzchołków  $|V|$  od 200 do 1 000 wierzchołków, z krokiem 200 (5 grup pomiarów). W każdej grupie wykonywane były pomiary na grafach o nasyceniu krawędziami  $\varphi \in \{0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.8, 0.95\}$ . Czas poszukiwania HC był mierzony 25 razy dla każdej pary  $\langle |V|, \varphi \rangle$ . Każdy pomiar wykonywany był na nowym losowo wygenerowanym grafie.

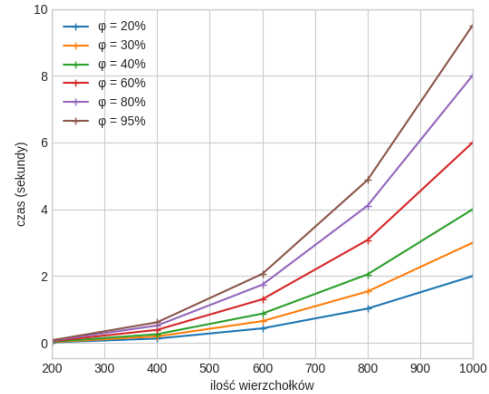
Przed mierzeniem czasu wczytywany jest, z pliku tekstowego, losowo wygenerowany, nieskierowany, spójny graf eulrowski, o ilości wierzchołków  $|V|$  i nasyceniu krawędziami  $\varphi$ , do macierzy sąsiedztwa „AM”.

Optymalizacje kompilatora zostały wyłączone flagą „-O0”. Czas wykonywania był mierzony w nanosekundach.

## 1 Cykl Eulera

Dla nieskierowanego, eulerowskiego grafu, czas znajdowania EC ma złożoność  $O(|E|) = O(|V|^2)$ , co widać na rysunku 1.

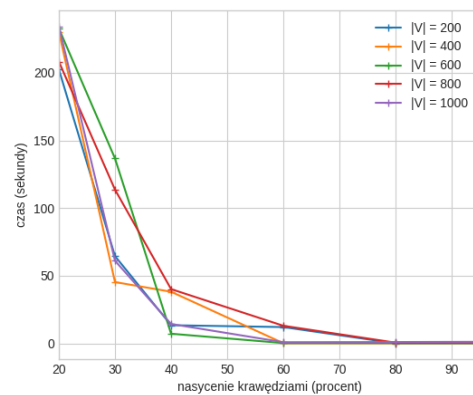
Do reprezentacji grafu użyta została macierz sąsiedztwa. Głównym powodem była prostota generowania grafu. Ponadto, ponieważ musimy przechowywać grafy o dużym  $\varphi$ , korzystając z AM oszczędzamy trochę pamięci. Alternatywnie mogła zostać



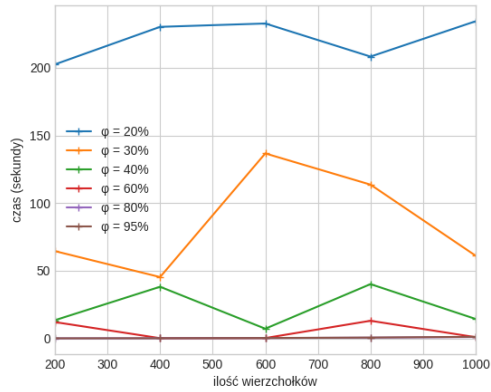
Rysunek 1: Czas znajdowania cyklu Eulera, w zależności od  $|V|$

wybrana lista incydencji, co minimalnie uprościłoby kod, oraz nieznacznie zmniejszyłoby czas wykonywania. Inne reprezentacje grafu są niepraktyczne ze względu na złożoność pamięciową, lub złożoność operacji sprawdzania istnienia krawędzi.

## 2 Cykl Hamiltona



Rysunek 2: Czas znajdowania cyklu Hamiltona, w zależności od  $\varphi$



Rysunek 3: Czas znajdowania cyklu Hamiltona, w zależności od  $|V|$

Czas znajdowania HC ma złożoność  $O(|V|!)$ . Wyniki są przedstawione w zależności od  $\varphi$  na rysunku 2, oraz od  $|V|$  na rysunku 3. Grafy o małym nasyceniu krawędziami stanowią najgorsze przypadki. Wtedy czas znajdowania HC przekracza ustalony limit 300 sekund. Ze wzrostem ilości krawędzi, spada czas wymagany do znalezienia cyklu. Przy  $\varphi = 0.95$ , znalezienie HC zajmuje średnio jedną sekundę. Ewentualne odchylenia są spowodowane losowością wygenerowanych grafów.