Analiza algorytmów – dokumentacja końcowa
Wojciech Janaszek, 273689 ISI
semestr 17L

I. Opis problemu

Rozpatrywany problem to rozplątywanie odcinków – mamy 2 zbiory punktów na płaszczyźnie, po N punktów każdy. Należy znaleźć taki zbiór odcinków, który połączy punkty z obu zbiorów tak, że żaden z odcinków się nie przecina, oraz odcinki łączą tylko punkty z innych grup.

II. Opis metod rozwiązania

W ramach projektu zrealizowano 2 algorytmy rozwiązujące zadany problem:
1. „Brutal force" - polega na sprawdzaniu wszystkich możliwych połączeń odcinków, i odrzucaniu takich zbiorów odcinków, które nie spełniają określonych wymogów (łączą punkty z tego samego zbioru punktów, lub przecinają inny odcinek)
2. „Pomysłowy" - polega na znajdywaniu najbliższych punktów z obu grup, i łączeniu ich w odcinki. Następnie sprawdzamy tak połączone punkty, czy jakiś odcinek nie przecina innego, i jeśli tak jest, to zmieniamy połączenia 4 punktów tworzących tę parę odcinków, aby połączyć te punkty w drugi sposób. Następnie znowu sprawdzamy, czy w naszym zbiorze odcinków nie ma przecinających się odcinków. Te czynności powtarzamy, aż do uzyskania zbioru odcinków, w którym żadne 2 odcinki się nie przecinają.

III. Ograniczenia

Ograniczenia wynikają z ograniczeń pamięciowych dla problemu o dużym rozmiarze.
- Algorytm 1 – maksymalna liczba wierzchołków 6 (powyżej tej wartości następuje przekroczenie dopuszczalnego rozmiaru struktury *vector* – std::bad_aloc)
- Algorytm 2 – maksymalna liczba wierzchołków to 1550 (powyżej tej wartości następuje naruszenie ochrony pamięci – prawdopodobnie również jest to związane z przepełnieniem struktur danych)

IV. Opis wykorzystywanych struktur danych i pomocniczych algorytmów

W projekcie niezależnie od wybranego algorytmu używane są następujące struktury danych:
- `Point2D` – reprezentująca punkt na płaszczyźnie 2D
- `Segment` – reprezentująca odcinek między dwoma punktami
- `SetOfSegments` – reprezentująca zbiór odcinków

Dodatkowo w algorytmie nr 1 wykorzystywane są następujące struktury danych:
- `Sweeper` – tzw. miotła – służąca do wykrywania, czy w zbiorze odcinków znajdują się jakiekolwiek przecinające się odcinki

V. Instrukcja obsługi programu

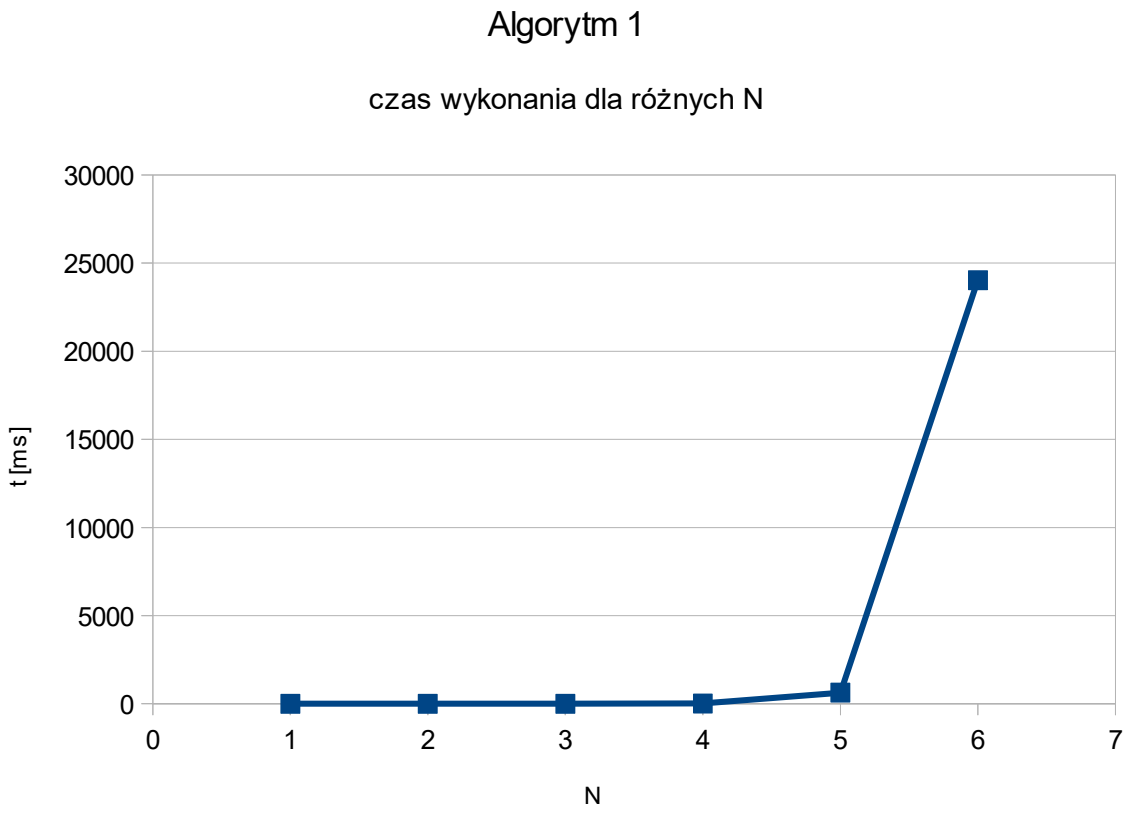
Program umożliwia 3 różne wykonania:
- pierwsze – wczytując dane testowe z klawiatury bądź z pliku; służy do weryfikacji poprawności
- drugie – generując dane testowe z zadanym ziarnem („seed") lub z ziarnem domyślnym; służy do weryfikacji poprawności
- trzecie – generacja danych testowych, pomiar czasu, i przedstawienie wyników pomiarów dla zadanej ilości pomiarów, rozmiaru problemu w tabelce

Szczegółowa instrukcja kompilacji i uruchomienia programu znajduje się w pliku readme.txt

VI. Złożoność obliczeniowa

Algorytm 1 (brutal force)

W związku z ogromną ilością kombinacji, jakie tworzą się dla możliwych zbiorów odcinków, okazało się niemożliwe ostateczne potwierdzenie zakładanej złożoności, gdyż dla N > 6 algorytm wyrzucał wyjątek związany z przekroczeniem maksymalnego rozmiaru vectora z możliwymi zbiorami odcinków. Poniżej wykres wykonania czasu algorytmu dla różnych rozmiarów problemu N:



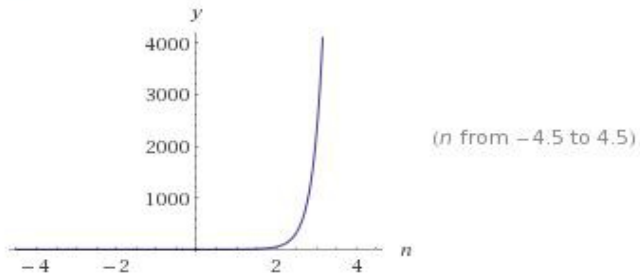
Input:

$$\binom{n^2}{n} n^3$$

Open code

$\binom{n}{m}$ is the binomial coefficient

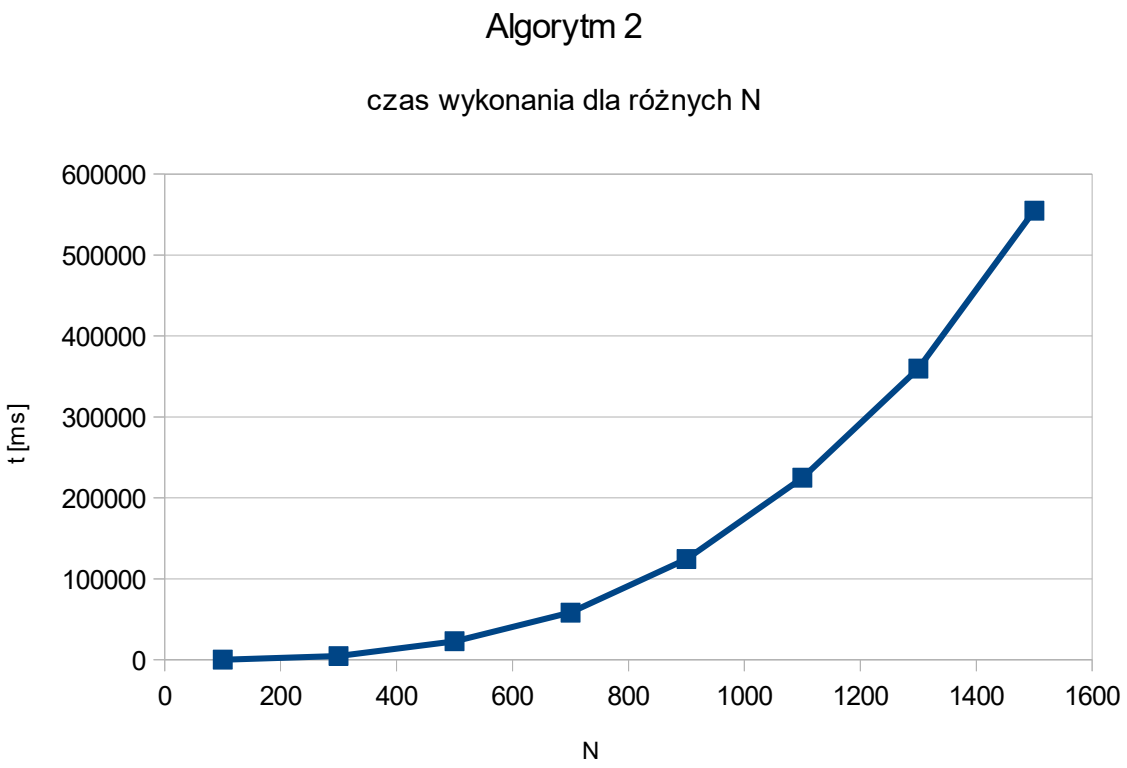
Plots:



Oszacowanie złożoności z koncepcji wstępnej wydaje się być poprawne – bardzo szybko rośnie czas wykonania algorytmu już dla pojedynczych wartości. Podsumowując, algorytm ma złożoność około $O\left(\binom{N^2}{N}\cdot N^3\right)$. Jest to złożoność pesymistyczna. Dla porównania wykres z *Wolfram Alpha:*

Algorytm 2

Limit dla N został ustalony na około 1600, powyżej tej wartości program przerywał swoją pracę, prawdopodobnie ze względów pamięciowych. Poniżej został przedstawiony wykres czasu wykonania algorytmu dla różnych rozmiarów problemu N:



Oszacowanie pesymistycznej złożoności wydaje się być poprawne, gdyż algorytm wykonuje się w czasie około $O(N^2)$.

VII. Końcowe uwagi

W projekcie jest błąd, który dla wartości SEED = 10, i N > 450 powoduje nagłe przerwanie działania programu. Prawdopodobnie chodzi o zarządzanie pamięcią dynamicznie przydzielaną. Zostało to przeze mnie przeanalizowane, ale ze względu na brak czasu nie zostało to naprawione. Dla innych wartości parametru SEED i N program działa bez zarzutu.

W wersji na Linuksa po zbudowaniu i uruchomieniu programu pojawił się błąd – glibc detected (naruszenie ochrony pamięci). Co dziwniejsze, pod Windowsem nic takiego oprócz wymienionego wcześniej błędu dla jednej wartości się nie działo. Pomogło zakomentowanie operacji „delete ...”. W związku z brakiem dostępnego czasu to również nie zostało naprawione i dokładniej zbadane. Aczkolwiek jest to bardzo zagadkowe.