Bartosz Gulla

Zajęcia: Piątek 7:30

Projektowanie algorytmów i metody sztucznej inteligencji

mgr inż. Marta Emirsajłow

1) *Wprowadzenie:*

Celem projektu było zapoznanie się z różnymi algorytmami stosowanymi do sortowania elementów oraz przygotowanie programu, którego zadaniem było przygotowanie 10 tablic wieloelementowych (10 tyś, 50 tyś, 100 tyś, 500 tyś, 1 Milion) o różnych warunkach początkowych (Wszystkie elementy losowe, 25% pierwszych elementów posortowane, 50% pierwszych elementów posortowane, 75% pierwszych elementów posortowane, 95% pierwszych elementów posortowane, 99% pierwszych elementów posortowane, 99,7% pierwszych elementów posortowane, wszystkie elementy posortowane odwrotnie), następnie posortowanie 3 różnymi metodami oraz jednoczesne zmierzenie czasu sortowania 100 tablic.

2) *Użyte algorytmy:*

a) Quicksort:

Quicksort jest algorytmem rekurencyjnym którego w każdym kroku sortowania szybkiego zostaje wybrany element służący do podziału tablicy. Po czym algorytm porównuje wszystkie elementy tablicy z wybranym i tworzy 2 nowe tablice, jedna zawierająca elementy mniejsze, a druga zawierająca większe. Element wybrany do podziału nie bierze dalej udziału w sortowaniu, ponieważ jest już na swojej pozycji. Algorytm jest wykonywany do uzyskania posortowanej tablicy.

Złożoność obliczeniowa zależy od wyboru elementu służącego do podziału, tak więc w wypadku pesymistycznym, czyli takim w którym wybrany zostaje element największy lub najmniejszy wielkość tablic zmniejsza się zawsze o jeden więc złożoność obliczeniowa wynosi n^2. W wypadku średnim złożoność zależy od wybranego elementu, tak więc w takim wypadku złożoność obliczeniowa wynosi około $2nlog_2n$.

b) Mergesort:

Mergesort jest kolejnym przykładem algorytmu rekurencyjnego który w każdym kroku dzieli tablice na połowę aż do uzyskania tablic jednoelementowych które są uznawane za posortowane. Po tym scala je w większe tablice porównując kolejne elementy podtablic.

Można zauważyć, że mergesort zawsze dzieli tablicę na pół, tak więc wypadek średni oraz pesymistyczny różnią się tylko ilością porównań, które i tak zazwyczaj zostałyby wykonane, dlatego złożoność obliczeniowa dla obu wypadków wynosi $nlog_2n$

c) Introsort:

Introsort jest przykładem algorytmu hybrydowego to znaczy, że składa się z kilku innych algorytmów, w wypadku introsorta są to: Quicksort, Insertsort oraz Heapsort.

Algorytm ma za zadanie wyeliminować słabe strony wszystkich tych algorytmów np. eliminując wypadek n^2 dla quicksorta ustalając maksymalną głębokość rekurencji jako $nlog_2n$ i wywołując funkcję introsort z głębokością o jeden mniejszą. W wypadku Gdy głębokość będzie równa 0 wykonuje się Heapsort. Aby usprawnić algorytm wykorzystano również algorytm Insertsort który jest

wykorzystywany tylko dla tablic mniejszych niż 16 elementów.
Złożoność obliczeniowa w wypadku średnim jest taka sama jak w wypadku quicksorta czyli $2nlog_2n$. W wypadku pesymistycznym wynosi:

$$\boldsymbol{4nlog_2n + n - 6(log_2n)^2}$$

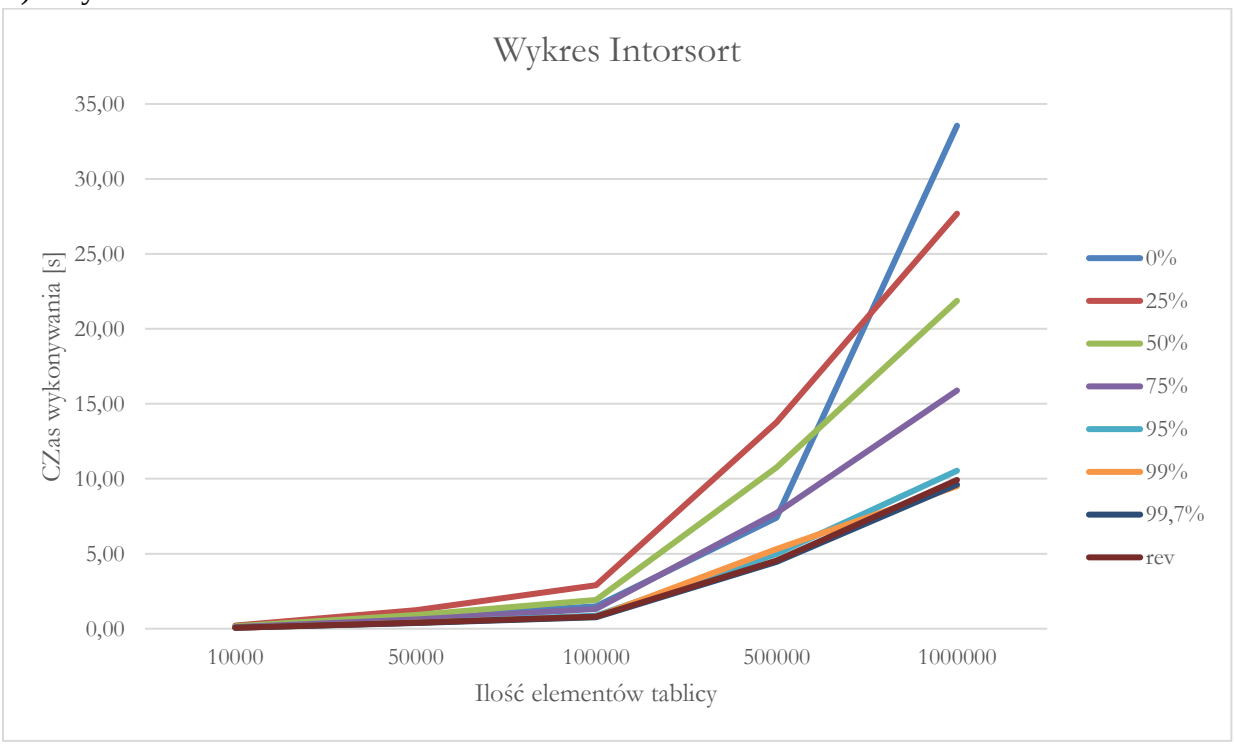
3) *Wyniki eksperymentów:*

a) Inrosort:

i) Tabela:

Introsort		Ilość elementów				
		10000	50000	100000	500000	1000000
Wstępne posortowanie tablicy	0%	0,151	0,795	1,496	7,415	33,551
	25%	0,21	1,245	2,897	13,778	27,684
	50%	0,161	0,921	1,926	10,753	21,871
	75%	0,109	0,606	1,322	7,717	15,888
	95%	0,074	0,41	0,867	4,996	10,538
	99%	0,064	0,403	0,788	5,321	9,508
	99,7%	0,067	0,385	0,773	4,453	9,616
	rev	0,065	0,412	0,799	4,545	9,921

ii) Wykres:

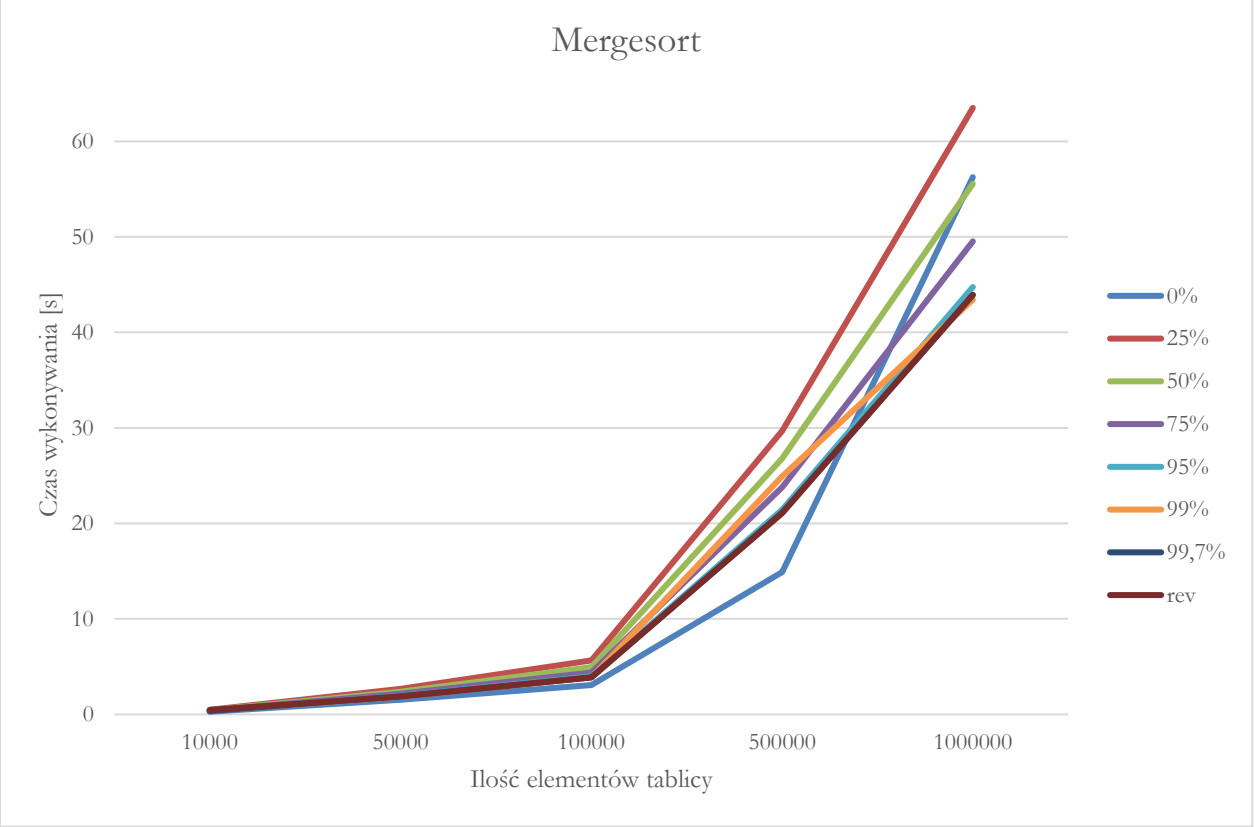


b) Mergesort:

i) Tabela:

Mergesort		Ilość elementów				
		10000	50000	100000	500000	1000000
Wstępne posortowanie tablicy	0%	0,287	1,528	3,088	14,912	56,257
	25%	0,491	2,664	5,642	29,697	63,509
	50%	0,452	2,363	4,938	26,811	55,554
	75%	0,402	2,177	4,392	23,804	49,534
	95%	0,352	1,921	3,966	21,439	44,748
	99%	0,347	1,875	3,898	24,934	43,433
	99,7%	0,34	1,891	3,873	21,131	43,913
	rev	0,471	1,878	3,889	21,085	43,931

ii) Wykres:

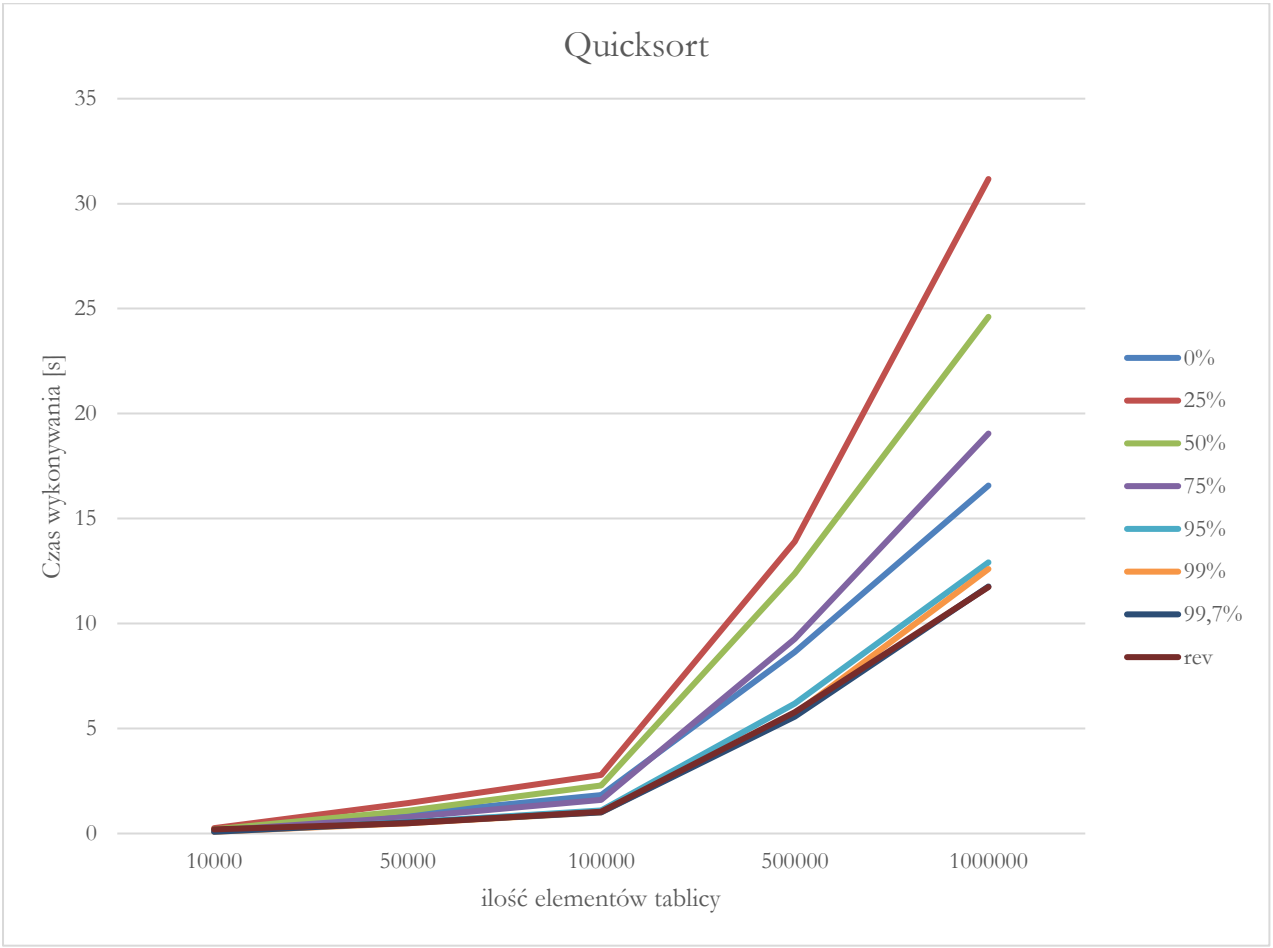


c) Quicksort:

i) Tabela:

Quicksort		Ilość elementów				
		10000	50000	100000	500000	1000000
Wstępne posortowanie tablicy	0%	0,179	0,931	1,826	8,64	16,574
	25%	0,256	1,454	2,785	13,909	31,173
	50%	0,197	1,086	2,292	12,386	24,609
	75%	0,137	0,772	1,608	9,264	19,05
	95%	0,1	0,536	1,099	6,188	12,914
	99%	0,083	0,485	1,003	5,707	12,598
	99,7%	0,084	0,512	1,011	5,566	11,766
	rev	0,198	0,489	1,042	5,784	11,739

ii) Wykres:



4) Podsumowanie i wnioski:

1. Wszystkie algorytmy z zadaniem poradziły sobie bardzo dobrze, w żadnym wypadku quicksorta nie wystąpił wypadek pesymistyczny.
2. Ze wszystkich algorytmów najgorzej wypadł mergesort, który był około 4 razy wolniejszy, co najprawdopodobniej wynika z przymusu tworzenia tymczasowych dynamicznych tablic, które są wykorzystywane do scalenia, lepszy od niego był algorytm quicksort, najlepszy okazał się algorytm introsort jednak nie był on dużo szybszy od quicksorta,
3. Najszybciej posortowane zostały tablice o pierwszych 99% posortowanych elementów, co pozwoliło skrócić czas około 2-krotnie względem nieposortowanych elementów.
4. Wszelkie odchylenia względem czasów przewidywanych mogą byś spowodowane sposobem implementacji sortowania, w którym korzystałem ze 100 dynamicznych tablic jednowymiarowych tworzonych, usuwanych oraz uzupełnianych w pętli, której czas jest mierzony również mogą one być spowodowane ograniczeniami sprzętowymi komputera, na którym eksperyment był wykonywany.
5. Średnia złożoność obliczeniowa dla wszystkich algorytmów wynosi $nlog_2n$ czego nie przedstawiają wykresy najprawdopodobniej jest to spowodowane zwiększoną złożonością obliczeniową spowodowaną funkcją sprawdzania czy dana tablica została posortowana.

5) Bibliografia:

a) https://pl.wikipedia.org/wiki/Sortowanie_introspektywne
b) https://pl.wikipedia.org/wiki/Sortowanie_szybkie
c) https://pl.wikipedia.org/wiki/Sortowanie_przez_scalanie
d) http://www.algorytm.org/algorytmy-sortowania/sortowanie-przez-scalanie-mergesort/merge-1-c.html
e) https://www.geeksforgeeks.org/heap-sort/