Sprawozdanie Lista2

Paweł Solecki

27 listopada 2024

1 Zadanie 1: Quick_Sort

Quick sort to algorytm sortowania, który dzieli tablicę na dwie części względem wybranego elementu zwanego pivotem, a następnie sortuje każdą z części rekursywnie.

Listing 1: Implementacja Quick_Sort

```
int PARTITION(int A[], int poczatek, int koniec) {
    int x = A[koniec];
    int i = poczatek - 1;

    for (int j = poczatek; j < koniec; j++) {
        compare_counter++;
        if (A[j] <= x) {
            i++;
            assign_counter += 2;
            swap(A[i], A[j]);
        }
    }
    assign_counter += 2;
    swap(A[i + 1], A[koniec]);
    return i + 1;
}

void QUICK_SORT(int A[], int p, int k) {
    if (p < k) {
        int s = PARTITION(A, p, k);
        QUICK_SORT(A, p, s - 1);
        QUICK_SORT(A, s + 1, k);
    }
}
```

Modyfikacja Quick_Sort2 polega na wykorzystaniu dwóch pivotów do podziału tablicy na trzy części zamiast dwóch.

Listing 2: Implementacja Quick_Sort2

```
void PARTITION_WITH_TWO_PIVOTS(int A[], int poczatek, int koniec, int& lt, int& gt) {
    compare_counter++;
    if (A[poczatek] > A[koniec]) {
        swap(A[poczatek], A[koniec]);
    }

    int p = A[poczatek];
    int q = A[koniec];
    int i = poczatek + 1;
    lt = poczatek + 1;
    gt = koniec - 1;

    while (i <= gt) {
        compare_counter += 2;
        if (A[i] < p) {
```

```
            compare_counter -= 1;
            assign_counter += 2;
            swap(A[i], A[lt]);
            lt++;
        } else if (A[i] > q) {
            assign_counter += 2;
            swap(A[i], A[gt]);
            gt--;
            i--;
        }
        i++;
    }

    lt--;
    gt++;

    assign_counter += 2;
    swap(A[poczatek], A[lt]);
    swap(A[koniec], A[gt]);
}

void QUICK_SORT2(int A[], int p, int k) {
    if (p < k) {
        int lt, gt;
        PARTITION_WITH_TWO_PIVOTS(A, p, k, lt, gt);
        QUICK_SORT2(A, p, lt - 1);
        QUICK_SORT2(A, lt + 1, gt - 1);
        QUICK_SORT2(A, gt + 1, k);
    }
}
```

2 Zadanie 2: Radix_Sort

Radix_sort to algorytm sortowania pozycyjnego, który sortuje liczby poprzez iteracyjne porządkowanie ich cyfr od najmniej znaczącej do najbardziej znaczącej.

Listing 3: Implementacja Radix_Sort

```
void COUNTING_SORT(int A[], int n, int exp, int d) {
    int B[n];
    int C[d] = {0};

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        int digit = (A[i] / exp) % d;
        C[digit]++;
        compare_counter++;
    }

    for (int i = 1; i < d; i++) {
        C[i] += C[i - 1];
    }

    for (int i = n - 1; i >= 0; i--) {
        int digit = (A[i] / exp) % d;
        B[C[digit] - 1] = A[i];
        C[digit]--;
    }

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        A[i] = B[i];
        assign_counter++;
```

```
    }
}

void RADIX_SORT(int A[], int n, int d) {
    int max = A[0];
    for (int i = 1; i < n; i++) {
        if (A[i] > max) max = A[i];
        compare_counter++;
    }

    for (int exp = 1; max / exp > 0; exp *= d) {
        COUNTING_SORT(A, n, exp, d);
    }
}
```

Modyfikacja radix sort polega na dostosowaniu algorytmu do sortowania liczb ujemnych poprzez osobne traktowanie wartości dodatnich i ujemnych, a następnie łączenie wyników w odpowiedniej kolejności.

Listing 4: Implementacja Radix_Sort_Negative

```
void RADIX_SORT_NEGATIVE(int A[], int n, int d) {
    int negatives[n], positives[n];
    int negCount = 0, posCount = 0;

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        compare_counter++;
        if (A[i] < 0) {
            negatives[negCount++] = -A[i];
            assign_counter++;
        } else {
            positives[posCount++] = A[i];
            assign_counter++;
        }
    }

    if (posCount > 0) {
        RADIX_SORT(positives, posCount, d);
    }
    if (negCount > 0) {
        RADIX_SORT(negatives, negCount, d);
    }

    int index = 0;
    for (int i = negCount - 1; i >= 0; i--) {
        A[index++] = -negatives[i];
        assign_counter++;
    }
    for (int i = 0; i < posCount; i++) {
        A[index++] = positives[i];
        assign_counter++;
    }
}
```

3 Zadanie 3: INSERTION_SORT

Insertion_sort to algorytm sortowania, który polega na iteracyjnym wstawianiu elementów w odpowiednie miejsce w już posortowanej części listy, w tym przypadku w implementacji opartej na własnej strukturze listy.

Listing 5: Implementacja INSERTION_SORT

```
void INSERTIONSORT(List& L) {
```

```
    if (L.head == nullptr || L.head->next == nullptr) {
        return;
    }

    Node* sortedEnd = L.head;
    while (sortedEnd->next != nullptr) {
        Node* current = sortedEnd->next;
        compare_counter++;
        if (current->key >= sortedEnd->key) {
            sortedEnd = current;
        } else {
            sortedEnd->next = current->next;
            assign_counter++;
            compare_counter++;
            if (current->key < L.head->key) {
                assign_counter++;
                current->next = L.head;
                L.head = current;
            } else {

                Node* search = L.head;
                while (search->next != nullptr && search->next->key < current->key) {
                    compare_counter++;
                    assign_counter++;
                    search = search->next;
                }
                current->next = search->next;
                search->next = current;
            }
        }
    }
}
```

4 Zadanie 4: BUCKET_SORT

BUCKET_SORT1 sortuje elementy z zakresu [0,1), przypisując je do odpowiednich wiader i sortując wewnątrz każdego wiadra.

Listing 6: Implementacja BUCKET_SORT1

```
void BUCKET_SORT1(double arr[], int n) {
    List* buckets = new List[n];

    for (int i = 0; i < n; ++i) {
        int bucketIndex = static_cast<int>(n * arr[i]);
        LIST_INSERT(buckets[bucketIndex], new Node(arr[i]));
        compare_counter++;
    }

    for (int i = 0; i < n; ++i) {
        INSERTIONSORT(buckets[i]);
    }

    int index = 0;
    for (int i = 0; i < n; ++i) {
        Node* current = buckets[i].head;
        while (current != nullptr) {
            arr[index++] = current->key;
            Node* temp = current;
            current = current->next;
            assign_counter++;
```

```
            compare_counter++;
            delete temp;
        }
    }
    delete[] buckets;
}
```

Modyfikacja BUCKET_SORT2 działa na szerszym zakresie wartości, normalizując dane do przedziału [0,1) na podstawie minimalnej i maksymalnej wartości w tablicy, a następnie przypisując je do wiader.

Listing 7: Implementacja BUCKET_SORT2

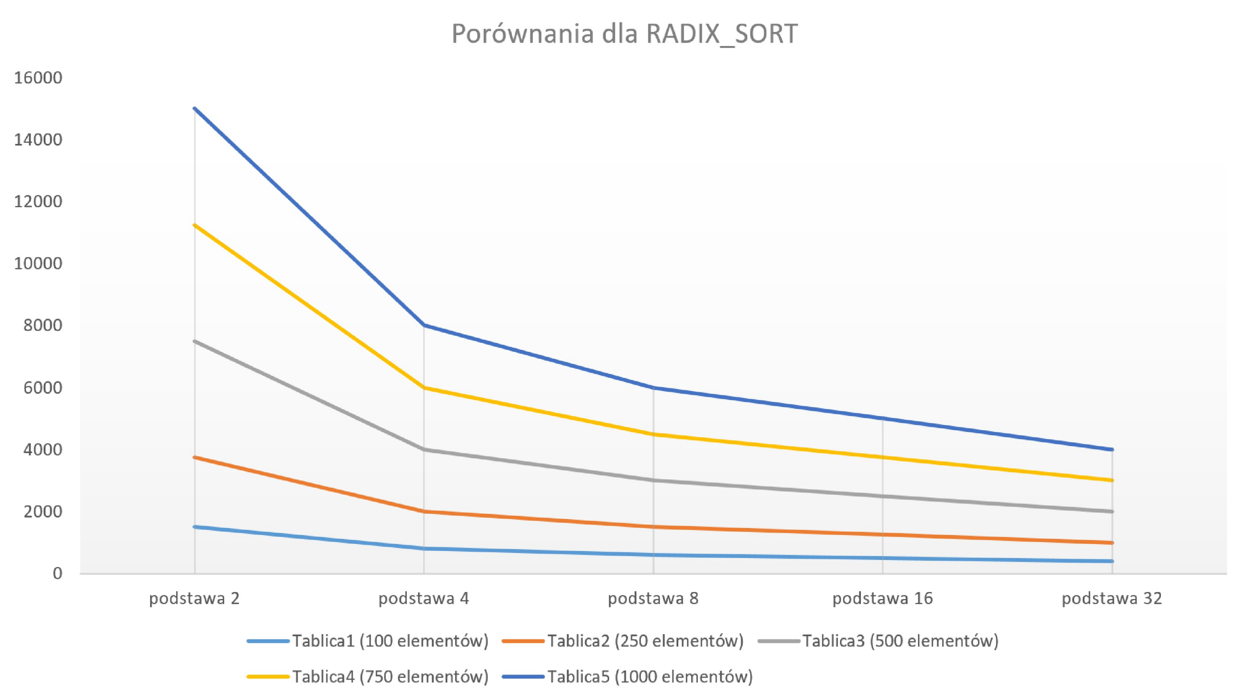
```
void BUCKET_SORT2(double arr[], int n) {
    double min = arr[0], max = arr[0];
    for (int i = 1; i < n; ++i) {
        if (arr[i] < min) {
            min = arr[i];
            assign_counter++;
        }
        if (arr[i] > max) {
            max = arr[i];
            assign_counter++;
        }
        compare_counter += 2;
    }

    double range = max - min;
    List* buckets = new List[n];

    for (int i = 0; i < n; ++i) {
        int bucketIndex = static_cast<int>(n * (arr[i] - min) / range);
        if (bucketIndex == n) bucketIndex--;
        assign_counter++;
        LIST_INSERT(buckets[bucketIndex], new Node(arr[i]));
    }

    for (int i = 0; i < n; ++i) {
        INSERTIONSORT(buckets[i]);
    }

    int index = 0;
    for (int i = 0; i < n; ++i) {
        Node* current = buckets[i].head;
        while (current != nullptr) {
            arr[index++] = current->key;
            assign_counter++;
            Node* temp = current;
            current = current->next;
            delete temp;
        }
    }
    delete[] buckets;
}
```

5 Zadanie 5: Porównanie działania RADIX_SORT dla różnych podstaw d

Testy polegały na porównaniu wydajności algorytmów RADIX_SORT i RADIX_SORT_NEGATIVE przy różnych podstawach d (2, 4, 8, 16, 32) oraz dla tablic o rozmiarach: 100, 250, 500, 750 i 1000 elementów, analizując liczbę porównań i przypisań.

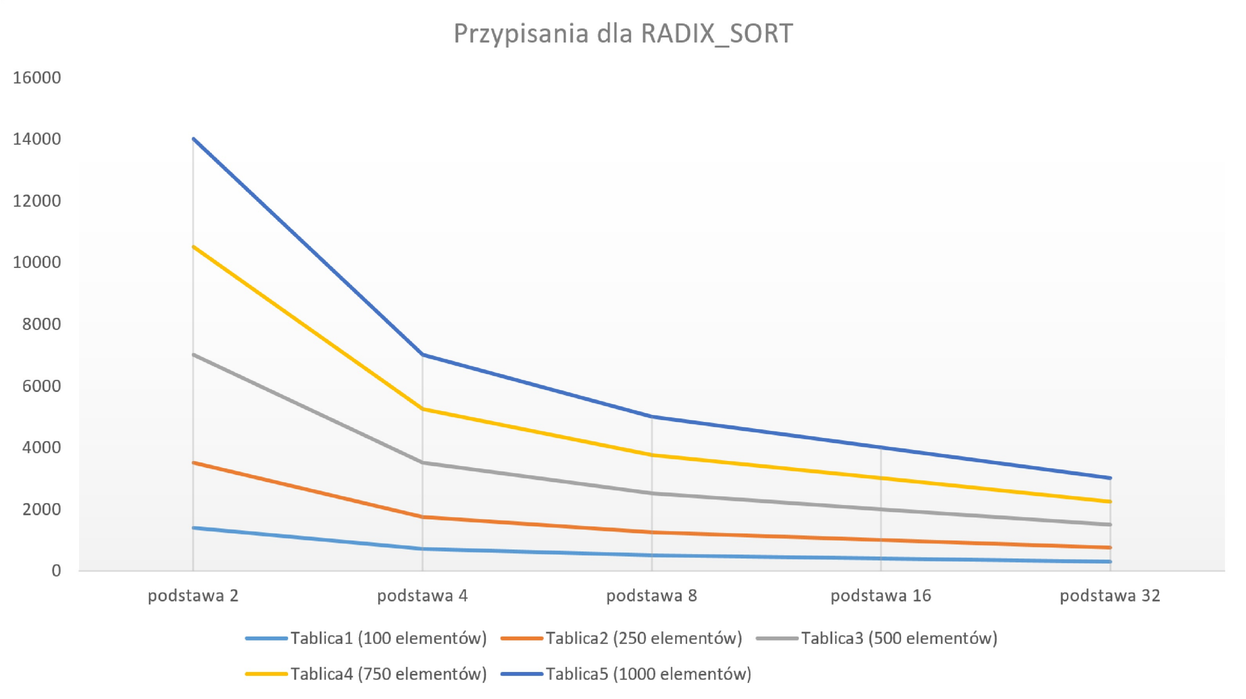
Porównania	podstawa 2	podstawa 4	podstawa 8	podstawa 16	podstawa 32
Tablica1 (100 elementów)	1499	799	599	499	399
Tablica2 (250 elementów)	3749	1999	1499	1249	999
Tablica3 (500 elementów)	7499	3999	2999	2499	1999
Tablica4 (750 elementów)	11249	5999	4499	3749	2999
Tablica5 (1000 elementów)	14999	7999	5999	4999	3999

Tabela 1: Zestawienie ilości porównań dla różnych podstaw w RADIX_SORT.



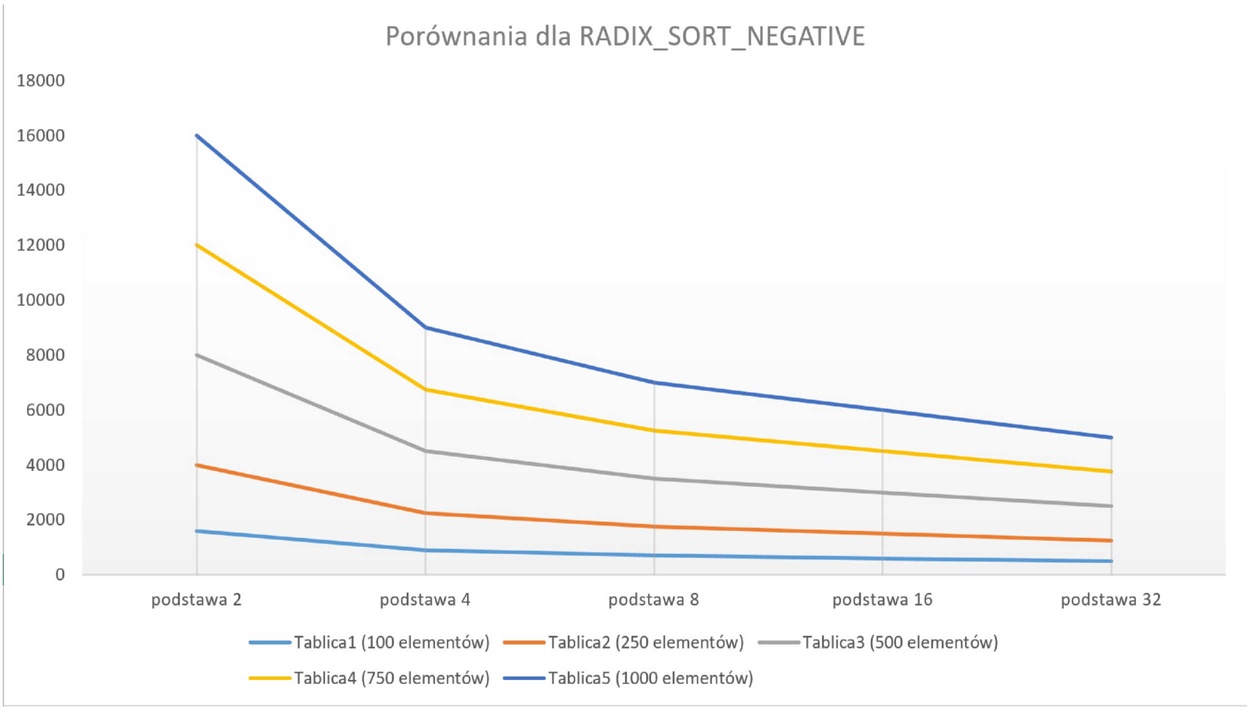
Przypisania	podstawa 2	podstawa 4	podstawa 8	podstawa 16	podstawa 32
Tablica1 (100 elementów)	1400	700	500	400	300
Tablica2 (250 elementów)	3500	1750	1250	1000	750
Tablica3 (500 elementów)	7000	3500	2500	2000	1500
Tablica4 (750 elementów)	10500	5250	3750	3000	2250
Tablica5 (1000 elementów)	14000	7000	5000	4000	3000

Tabela 2: Zestawienie ilości przypisań dla różnych podstaw w RADIX_SORT.



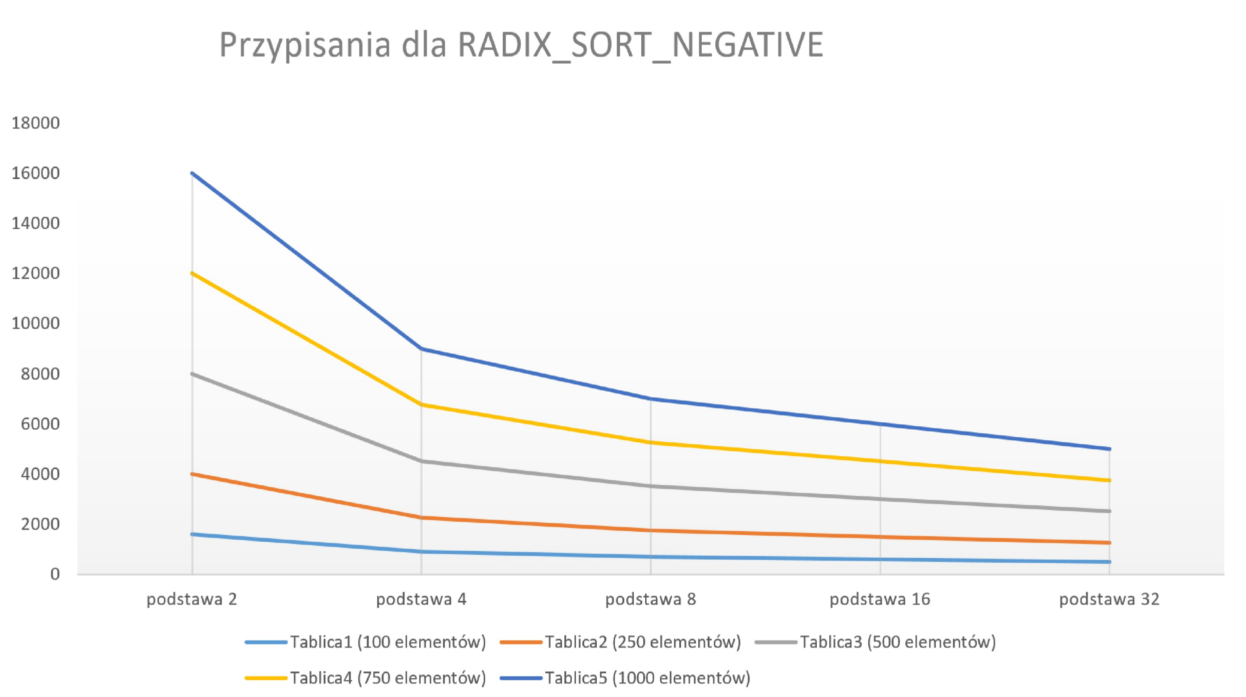
Porównania	**podstawa 2**	**podstawa 4**	**podstawa 8**	**podstawa 16**	**podstawa 32**
Tablica1 (100 elementów)	1598	898	698	598	498
Tablica2 (250 elementów)	3998	2248	1748	1498	1248
Tablica3 (500 elementów)	7998	4498	3498	2998	2498
Tablica4 (750 elementów)	11998	6748	5248	4498	3748
Tablica5 (1000 elementów)	15998	8998	6998	5998	4998

Tabela 3: Zestawienie ilości porównań dla różnych podstaw w RADIX_SORT_NEGATIVE.



Przypisania	podstawa 2	podstawa 4	podstawa 8	podstawa 16	podstawa 32
Tablica1 (100 elementów)	1600	900	700	600	500
Tablica2 (250 elementów)	4000	2250	1750	1500	1250
Tablica3 (500 elementów)	8000	4500	3500	3000	2500
Tablica4 (750 elementów)	12000	6750	5250	4500	3750
Tablica5 (1000 elementów)	16000	9000	7000	6000	5000

Tabela 4: Zestawienie ilości przypisań dla różnych podstaw w RADIX_SORT_NEGATIVE.



Na podstawie przedstawionych tabel i wykresów, można zauważyć, że zarówno liczba porównań, jak i przypisań w algorytmie RADIX_SORT oraz RADIX_SORT_NEGATIVE maleje wraz ze wzrostem wartości podstawy d. Dla każdej z wielkości tablic, wyniki wskazują, że przy większej podstawie, algorytm wykonuje mniej operacji, co oznacza poprawę efektywności.

W przypadku podstawy d = 32, algorytm osiąga najniższe wartości zarówno dla porównań, jak i przypisań, co jest efektem zwiększenia zakresu przetwarzanych liczb w jednym kroku sortowania. Z kolei, przy najniższej podstawie d=2, liczba operacji jest najwyższa, ponieważ algorytm wymaga większej liczby iteracji oraz bardziej czasochłonnych operacji przy każdym z etapów sortowania.

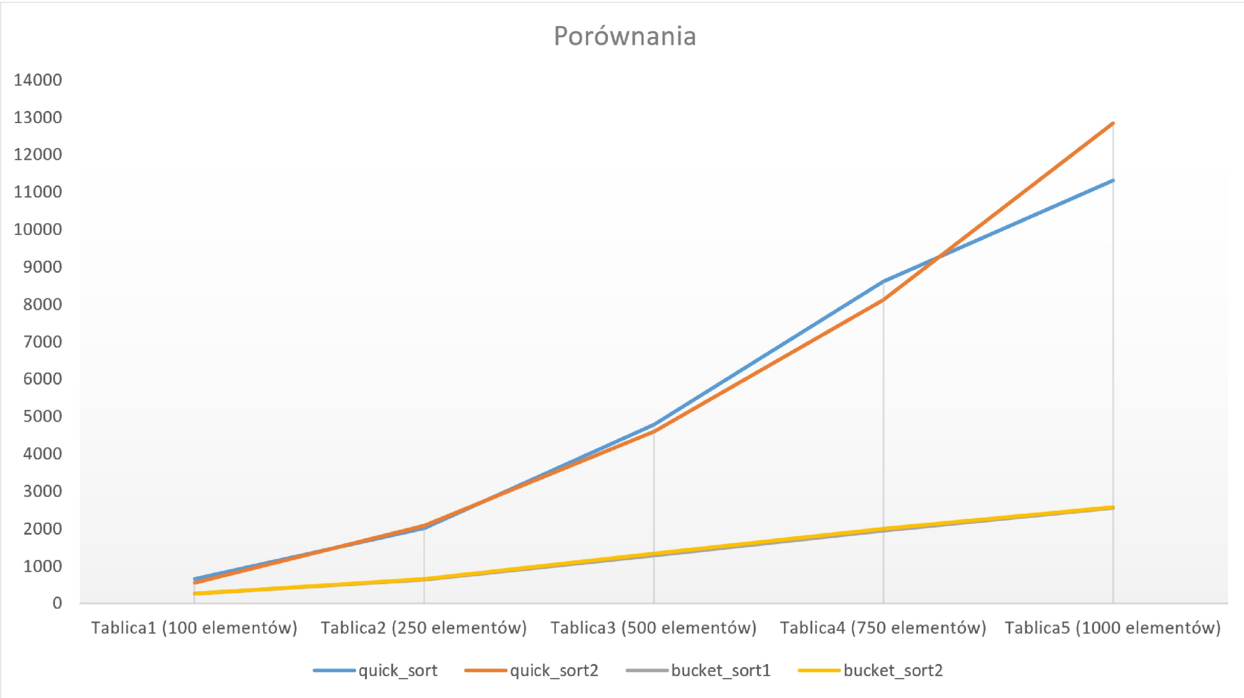
Zjawisko to jest widoczne szczególnie przy większych tablicach, gdzie różnice między wartościami porównań i przypisań przy różnych podstawach są bardziej wyraźne. Zwiększenie podstawy prowadzi do zmniejszenia liczby iteracji potrzebnych do przetworzenia wszystkich elementów, co obniża ogólny koszt obliczeniowy algorytmu. Różnice między wersjami RADIX_SORT i RADIX_SORT_NEGATIVE są relatywnie niewielkie, ale ogólny trend malejącej liczby operacji jest zachowany w obu przypadkach.

6 Zadanie 6: Porównanie QUICK_SORT i jego modyfikacji z BUCKET_SORT

Testy przeprowadzono na pięciu tablicach o różnych rozmiarach (100, 250, 500, 750 i 1000 elementów), aby porównać wydajność algorytmów sortujących: quick_sort, quick_sort2, bucket_sort1 oraz bucket_sort2 pod względem liczby porównań i przypisań.

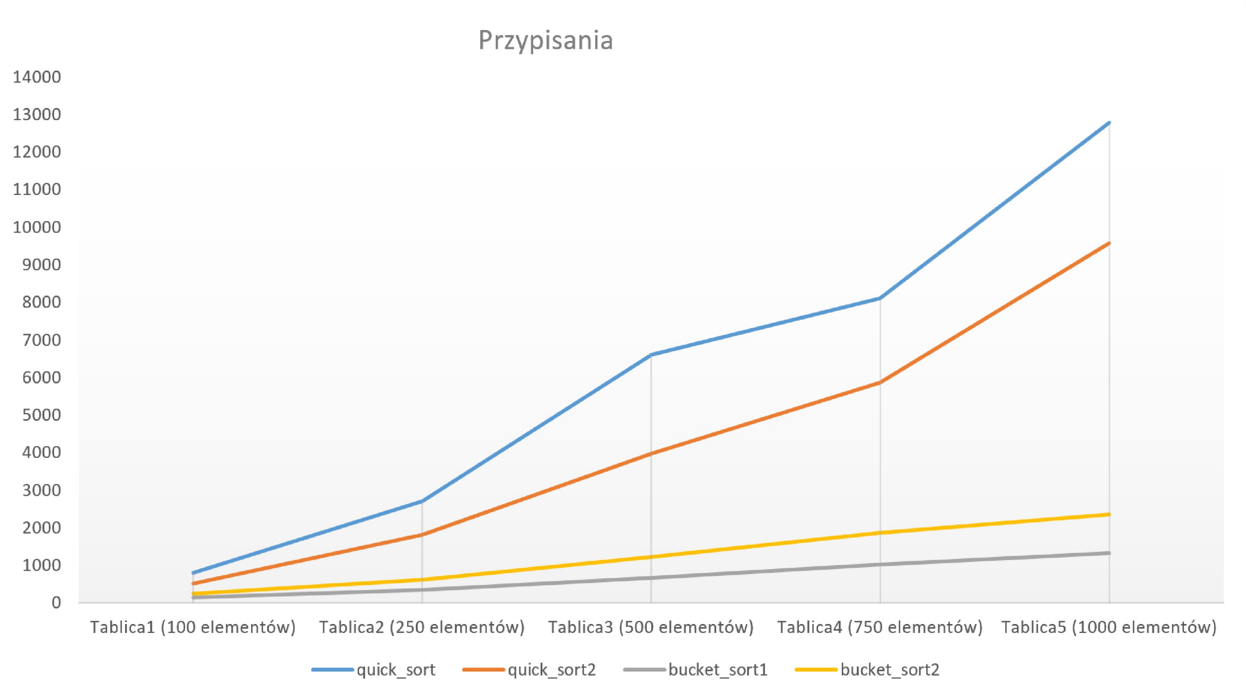
Porównania	quick_sort	quick_sort2	bucket_sort1	bucket_sort2
Tablica1 (100 elementów)	655	545	264	254
Tablica2 (250 elementów)	2015	2079	640	656
Tablica3 (500 elementów)	4781	4591	1282	1329
Tablica4 (750 elementów)	8610	8108	1937	1995
Tablica5 (1000 elementów)	11302	12831	2552	2573

Tabela 5: Zestawienie ilości porównań dla quick_sort i bucket_sort oraz ich modyfikacji.



Przypisania	quick_sort	quick_sort2	bucket_sort1	bucket_sort2
Tablica1 (100 elementów)	806	512	140	239
Tablica2 (250 elementów)	2708	1808	338	616
Tablica3 (500 elementów)	6606	3966	671	1230
Tablica4 (750 elementów)	8108	5862	1014	1856
Tablica5 (1000 elementów)	12776	9578	1328	2351

Tabela 6: Zestawienie ilości przypisań dla quick_sort i bucket_sort oraz ich modyfikacji.



Na podstawie danych przedstawionych w tabelach i na wykresach, można zauważyć wyraźne różnice w wydajności algorytmów quick_sort, quick_sort2, bucket_sort1 i bucket_sort2 pod względem liczby porównań i przypisań.

Zarówno liczba porównań, jak i przypisań rośnie wraz ze zwiększającym się rozmiarem tablicy, jednak różnice między algorytmami stają się bardziej widoczne przy większych rozmiarach danych. Bucket_sort1 i bucket_sort2 wykazują istotnie niższą liczbę porównań w porównaniu do quick_sort i quick_sort2, szczególnie dla większych tablic. To sugeruje, że algorytmy oparte na metodzie bucket sort są bardziej efektywne pod względem porównań, zwłaszcza przy większej liczbie elementów.

Jeśli chodzi o liczbę przypisań, bucket_sort również wypada korzystniej, wymagając mniej przypisań niż quick_sort i jego modyfikacje, szczególnie w przypadku mniejszych tablic. Przy większych danych różnice w liczbie przypisań stają się wyraźniejsze, gdzie quick_sort2 wymaga ich więcej niż algorytmy bucket_sort.

7 Zadanie 7: Wnioski

Podsumowując wyniki przeprowadzonych testów, można stwierdzić, że im większa podstawa d w algorytmie Radix Sort, tym bardziej efektywnie algorytm przeprowadza sortowanie, co skutkuje zmniejszeniem liczby porównań i przypisań. Wzrost d poprawia skalowalność algorytmu, co czyni go bardziej wydajnym przy większych zbiorach danych.

bucket_sort i jego modyfikacje okazują się bardziej wydajne w zakresie liczby porównań i przypisań, szczególnie przy większych rozmiarach danych. Quick_sort i quick_sort2 osiągają zbliżone rezultaty przy mniejszych zbiorach danych, ale w miarę wzrostu rozmiaru tablicy, algorytmy oparte na metodzie bucket sort coraz wyraźniej przewyższają je pod względem efektywności.