POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI   
I INFORMATYKI

Kierunek: Informatyka  
Specjalizacja: Zarządzanie systemami baz danych

Inż. Łukasz Gogacz

Nr Albumu: U-8424

Temat pracy:

**Równoległa realizacja wybranych algorytmów sortowania z wykorzystaniem wielordzeniowych procesorów CPU oraz rozszerzenia Task Parallel Library platformy .NET**

**Parallel implementation of selected sorting algorithms using multi-core CPUs and the .NET Task Parallel Library extension**

Praca magisterska wykonana pod kierunkiem

dr inż. Piotr Ratuszniak

Koszalin 2020

Imię i nazwisko: Inż. Gogacz Łukasz   
Nr Albumu: U-8424   
  
Wydział Elektroniki i Informatyki   
Politechnika Koszalińska

OŚWIADCZENIE

Świadomy(a) odpowiedzialności karnej z tytułu naruszenia przepisów ustawy prawo autorskie (Dz. U. nr 80 poz. 904 z 2000 r. ze zmianami) i konsekwencji dyscyplinarnych określonych w ustawie prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. nr 164 poz. 1365 z 2005 r.)   
a także odpowiedzialności cywilnoprawnej oświadczam, że przedkładana praca dyplomowa Tytuł pracy: Aplikacja mobilna umożliwiająca śledzenie i analizę wyników meczów piłkarskich wybranych lig europejskichzostała napisana przeze mnie samodzielnie i nie była wcześniej podstawa żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadaniem dyplomu wyższej uczelni lub tytułów zawodowych. Jednocześnie oświadczam, że w/w praca nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych innych osób oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym. Wszystkie informacje umieszczone w pracy, uzyskane ze źródeł pisanych i elektronicznych oraz inne informacje, zostały udokumentowane w wykazie literatury odpowiednimi odnośnikami.

…………………………………

(Podpis dyplomanta)

1 Ustawa z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym. Art. 214 ustęp 4. W razie podejrzenia popełnienia przez studenta czynu polegającego na przypisaniu sobie autorstwa istotnego fragmentu lub innych elementów cudzego utworu rektor niezwłocznie poleca przeprowadzenie postępowania wyjaśniającego. Art. 214 ustęp 6. Jeżeli w wyniku postępowania wyjaśniającego zebrany materiał potwierdza popełnienie czynu, o którym mowa w ust.4, rektor wstrzymuje postępowanie o nadanie tytułu zawodowego do czasu wydania orzeczenia przez komisję dyscyplinarną oraz składa zawiadomienie o popełnieniu przestępstwa.

Spis treści

[1. Streszczenie pracy 4](#_Toc33535013)

[2. Summary in English 5](#_Toc33535014)

[3. Cel i zakres pracy 6](#_Toc33535015)

[4. Organizacja pracy 6](#_Toc33535016)

[5. Wykorzystane narzędzia i technologie 7](#_Toc33535017)

[Środowisko programistyczne Visual Studio 2017 7](#_Toc33535018)

[C Sharp ( C#) 7](#_Toc33535019)

[Biblioteka Task Parallel 7](#_Toc33535020)

[.NET Framework 7](#_Toc33535021)

[Visual Studio Code 7](#_Toc33535022)

[6. Wykorzystane procesory 7](#_Toc33535023)

[Procesor Intel Core i7-6700 8](#_Toc33535024)

[Procesor Intel Core i7-8750H 8](#_Toc33535025)

[Procesor Intel Core i5-4590T 9](#_Toc33535026)

1. Streszczenie pracy **dyplomowej**

**Politechnika Koszalińska  
Wydział Elektroniki i Informatyki**

Autor: inż. Łukasz Gogacz  
Promotor: dr inż. Piotr Ratuszniak

**Temat pracy: Równoległa realizacja wybranych algorytmów sortowania z wykorzystaniem wielordzeniowych procesorów CPU oraz rozszerzenia Task Parallel Library platformy .NET.**

Tematem i celem prowadzonej pracy jest realizacja i testowanie różnych algorytmów sortowania wykonywanych na wielordzeniowych procesorach CPU w celu oceny efektywności ich równoległej implementacji. Do wykonania pracy zostanie wykorzystana platforma .NET z wykorzystaniem bibliotek do programowania równoległego.

Na potrzeby realizacji pracy został stworzony program w języku C# korzystający z rozszerzenia Task Parallel Library ( TPL ) wykonujący pięć algorytmów sortowania poprzez implementacje jednowątkową oraz wielowątkową a następnie porównujący czas ich wykonywania oraz wydajność.

Dokumentacji pracy zawiera opis z przeprowadzonych przeze mnie działań w celu realizacji pracy dyplomowej wraz z teoretycznym omówieniem zagadnień związanych   
z algorytmami sortowani korzystających z implementacji jednowątkowej oraz wielowątkowej.

**Słowa kluczowe:**   
CPU, algorytmy, sortowanie, wielowątkowość, implementacja, TPL, wielordzeniowość

1. Summary in English

**Koszalin Univeristy of Technology  
Department of Electronics and Computer Science**

Author: Eng. Łukasz Gogacz  
Supervisor: EngD. Piotr Ratuszniak

**Title: Parallel implementation of selected sorting algorithms using multi-core CPUs and the .NET Task Parallel Library extension**.

The subject and purpose of this work is the implementation and testing of various sorting algorithms performed on multi-core CPUs to assess the effectiveness of their parallel implementation. To perform the work will be used .NET platform using parallel programming libraries.

For the purpose of the work, a C# program was created using the Task Parallel Library (TPL) extension, performing five sorting algorithms through single-threaded and multi-threaded implementations, and then comparing their execution time and performance.

The documentation of the thesis contains a description of my activities carried out to implement the thesis together with theoretical discussion of related issues with sorting algorithms using single-threaded and multi-threaded implementations.

**Keywords:**CPU, algorithms, sorting, multi-threading, implementation, TPL, multicore

# Cel i zakres pracy

Celem pracy jest realizacja i testowanie różnych algorytmów sortowania wykonywanych na wielordzeniowych procesorach CPU w celu oceny efektywności ich równoległej implementacji. Kolejnym krokiem będzie porównanie ich wydajności z wynikami tych samych algorytmów sortowania wykonywanymi jednak z użyciem jednordzeniowych procesorów CPU. Do realizacji pracy postanowiłem wykorzystać pięć w mojej opinii najpopularniejszych algorytmów sortowania:

* sortowanie bąbelkowe ( bubble sort )
* sortowanie przez wstawianie ( insert sort )
* sortowanie przez wybieranie ( selection sort )
* sortowanie przez scalanie ( merge sort )
* sortowanie przez kopcowanie (heap sort )

Do wykonania zadania została wykorzystana platforma .NET z wykorzystaniem biblioteki do programowania równoległego Task Parallel Library. Finalizacją zadania będzie przedstawienie czasów wykonania algorytmów w wersjach jednordzeniowych oraz wersjach równoległych ( TPL ) z wykorzystaniem wielu rdzeni procesora CPU.

# Organizacja pracy

Pracując nad projektami często jest tak, że odpowiednia organizacja pracy znacznie upraszcza i usprawnia ich realizację, dlatego zakresem działań aby zrozumieć i zrealizować projekt założylem sobie kilka etapów pracy do wykonania:

* zapoznanie z dokumentacją biblioteki do zadań równoległych TPL
* wybór narzędzi do stworzenia aplikacji
* opracowanie zrównoleglonej wersji algorytmów sortowania
* stworzenie programu do realizacji wybranych algorytmów sortowania
* zaimplementowanie zrównoleglonej wersji algorytmów sortowania do programu
* testowanie wydajności algorytmów sortowania
* porównanie czasów algorytmów
* stworzenie dokumentacji w oparciu o stworzone oprogramowanie

# Wykorzystane narzędzia i technologie

W tym rozdziale zaprezentowane zostały narzędzia oraz technologie jakie zostały wykorzystane do pracy nad projektem równoległej realizacji wybranych algorytmów sortowania z wykorzystaniem wielordzeniowych procesorów CPU oraz rozszerzenia Task Parallel Library platformy .NET. Wszystkie użyte narzędzia i technologie są darmowe, dostępne w sieci dla ogólnego użytku. Wykorzystane oprogramowanie do realizacji projektu zostało pobrane z oficjalnej strony producenta lub dostarczone ze sprzętem komputerowym.

### **Środowisko programistyczne Visual Studio 2017**

Visual Studio jest prodyktem od firmy Microsoft.

### **C Sharp ( C#)**

### **Biblioteka Task Parallel**

### **.NET Framework**

### **Visual Studio Code**

# Wykorzystane procesory

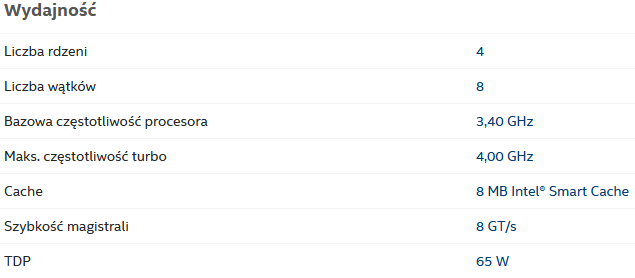
Sekwencyjne urzedzanie cyfrowe czy też często inaczej nazywane jako centralna jednostka obliczeniowa to nic innego jak procesor komputera ( CPU ) czyli urządzenie elektroniczne które stanowi najważniejszy element każdego komputera.

Procesor działa na zasadzie pobierania danych z pamięci operacyjnej komputera a następnie interpretuje je i wykonuje jako rozkazy. CPU wykonuje podstawowe operacje arytmetyczne, logiczne, kontrolne czy operacje wejścia / wyjścia ( Input / Output ) określone w swoich instrukcjach.

Do realizacji projektu zostało wykorzystanych pięć modeli procesor. Urządzenia te zostały wybrane ze względu na różnicę w:

* ilości posiadanych rdzeni,
* ilośći wątków ( procesów logicznych procesora )
* bazową częstotliwość procesora
* maksymalną częstotliwość procesora
* architekture prcesora

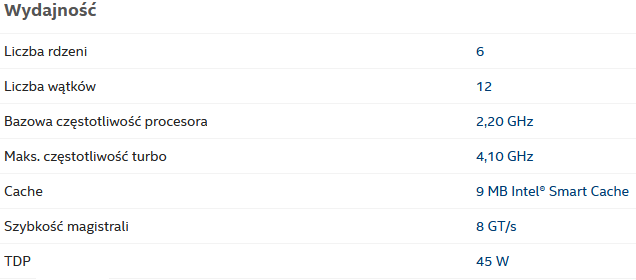
### **Procesor Intel Core i7-6700**

****Procesor Intel Core i7-6700  to czterordzeniowy procesor 6 generacji  o kodowej nazwie Skylake wprowadzony na rynek po raz pierwszy w trzecim kwartale 2015 roku. Dzięki wysokiemu taktowaniu o częstotliwości 3,4 GHz oraz technologii Intel Turbo Boost która automatycznie potrafi zwiekszyć taktowanie procesora, gdy procesor potrzebuje zwiekszonej mocy obliczeniowej możliwe jest uzyskanie w razie potrzeby szybkości 4,0 GHz. Posiadający 4 rdzenie dzięki technologii Hyper-threading potrafi obsłużyć maksymalnie 8 wątków.

Rysunek 1. Procesor Intel Core i7-6700

Rysunek 1. Procesor Intel Core i7-6700

### **Procesor Intel Core i7-8750H**

Procesor Intel Core i7-8750H to 8 generacji szescio rdzeniowy procesor którego nie można kupić osobno a jedynie w laptopie. Procesor o kodowej nazwie Coffee Lake wprowadzony na rynek po raz pierwszy w drugim kwartale 2018 roku. Wyposażony w technologie Intel Turbo Boost dzięki której cześtotliwość turbo może wzrosnąć do 4,1 GHz. Posiadający 6 rdzenie dzięki technologii Hyper-threading potrafi obsłużyć maksymalnie 12 procesów logicznych.

Rysunek 2. Procesor Intel Core i7-8750H

### **Procesor Intel Core i5-4590T**

Procesor Intel Core i5-4590T to 4 generacji cztero rdzeniowy procesor o kodowej nazwie Haswell. Procesor wprowadzony na rynek po raz pierwszy w drugim kwartale 2014 roku. Bazowa częstotliwość wynosząca 2 GHz dzięki technologii Intel Turbo Boost może wzrosnąć do 3 GHz. Procesor jest w stanie obsłużyć maksymalnie 4 procesy logiczne dzięki technologii Hyper-threading.

Rysunek 3. Procesor Intel Core i5-4590T

