Uniwersytet Rzeszowski

Instytut Informatyki

Apliklacja sprawdzająca poprawność rozwiązania sudoku

Systemy Operacyjne 2

Prowadzący: mgr inż. Aleksander Wojtowicz

Autor: **Michał Pilecki**

Numer indeksu: **125151**

Data: **07.01.2025**

Rok akademicki: 2025/2026

Spis treści

1 Wprowadzenie

Celem projektu jest stworzenie aplikacji walidującej rozwiązanie Sudoku przy użyciu wielowątkowości w języku Java. Aplikacja umożliwia sprawdzenie, czy podane rozwiązanie Sudoku jest poprawne, zgodnie z regułami tej gry logicznej. Projekt pozwala na praktyczne zastosowanie koncepcji programowania obiektowego oraz technik współbieżności, zwiększając jednocześnie wydajność obliczeń dzięki równoległemu przetwarzaniu danych.

2 Funkcjonalności

Aplikacja realizuje następujące funkcje:

- Walidacja poprawności wierszy Sudoku,
- Walidacja poprawności kolumn Sudoku,
- Walidacja poprawności podsiatek 3x3,
- Wykorzystanie wielowątkowości do równoległego sprawdzania wierszy, kolumn i podsiatek,
- Wyświetlenie wyniku walidacji w konsoli.

3 Implementacja w Javie

3.1 Struktura kodu

Aplikacja została zaimplementowana w języku Java, korzystając z mechanizmu wielowątkowości w celu zwiększenia wydajności walidacji. Każdy wiersz, kolumna oraz podsiatka Sudoku są weryfikowane w osobnych wątkach. Dzięki temu obliczenia przebiegają równolegle, co znacznie przyspiesza cały proces.

3.2 Główne komponenty

Kod składa się z następujących elementów:

- **Klasa `SudokuValidator`**
  Klasa zawiera logikę walidacji Sudoku. Odpowiada za zarządzanie wątkami oraz synchronizację wyników walidacji.
- **Metody walidacyjne**:
  Metody sprawdzające poprawność wierszy, kolumn i podsiatek Sudoku:
  - `sprawdzWiersz(int wiersz)`: sprawdza, czy wszystkie liczby w danym wierszu są unikalne i mieszczą się w zakresie od 1 do 9.
  - `sprawdzKolumne(int kolumna)`: weryfikuje poprawność kolumny na podobnych zasadach co wiersze.
  - `sprawdzPodsiatke(int poczatekWiersz, int poczatekKolumna)`: sprawdza, czy podsiatka 3x3 zawiera wszystkie liczby od 1 do 9.
  - `czySudokuPrawidlowe()`: sprawdzanie, czy sudoku zostało podane prawidłowo, czy na przykład nie jest to pusta tablica.
- **Siatka Sudoku**:
  Dwuwymiarowa tablica `int[][]` przechowująca rozwiązanie Sudoku do walidacji.

3.3 Kod źródłowy

Kod źródłowy klasy `SudokuValidator` przedstawia się następująco:

```
import java.util.concurrent.ExecutorService;
import java.util.concurrent.Executors;
import java.util.concurrent.atomic.AtomicBoolean;
```

```
public class SudokuValidator {

    private static final int ROZMIAR = 9;
    private static final int ROZMIAR_PODSIATKI = 3;
    private static final int[][] siatkaSudoku = {
            {6, 2, 4, 5, 3, 9, 1, 8, 7},
            {5, 1, 9, 7, 2, 8, 6, 3, 4},
            {8, 3, 7, 6, 1, 4, 2, 9, 5},
            {1, 4, 3, 8, 6, 5, 7, 2, 9},
            {9, 5, 8, 2, 4, 7, 3, 6, 1},
            {7, 6, 2, 3, 9, 1, 4, 5, 8},
            {3, 7, 1, 9, 5, 6, 8, 4, 2},
            {4, 9, 6, 1, 8, 2, 5, 7, 3},
            {2, 8, 5, 4, 7, 3, 9, 1, 6}
    };

    private static final AtomicBoolean czyPoprawne = new AtomicBoolean(true);

    public static void main(String[] args) {
        if (!czySudokuPrawidlowe()) {
            System.out.println("Tablica Sudoku nie jest poprawnie wypełniona.");
            return;
        }

        ExecutorService wykonawca = Executors.newFixedThreadPool(ROZMIAR + 2);

        // Walidacja wierszy
        for (int i = 0; i < ROZMIAR; i++) {
            int wiersz = i;
            wykonawca.submit(() -> sprawdzWiersz(wiersz));
        }

        // Walidacja kolumn
        for (int i = 0; i < ROZMIAR; i++) {
            int kolumna = i;
            wykonawca.submit(() -> sprawdzKolumne(kolumna));
        }

        // Walidacja podsiatek
        for (int wiersz = 0; wiersz < ROZMIAR; wiersz += ROZMIAR_PODSIATKI) {
            for (int kolumna = 0; kolumna < ROZMIAR; kolumna += ROZMIAR_PODSIATKI) {
                int poczatekWiersz = wiersz;
                int poczatekKolumna = kolumna;
                wykonawca.submit(() -> sprawdzPodsiatke(poczatekWiersz, poczatekKolumna));
            }
        }
```

```
        wykonawca.shutdown();
        while (!wykonawca.isTerminated()) {
            // Czekaj na zakończenie wszystkich wątków
        }

        if (czyPoprawne.get()) {
            System.out.println("Rozwiązanie Sudoku jest poprawne.");
        } else {
            System.out.println("Rozwiązanie Sudoku jest niepoprawne.");
        }
    }

    private static boolean czySudokuPrawidlowe() {
        if (siatkaSudoku.length != ROZMIAR) return false;
        for (int i = 0; i < ROZMIAR; i++) {
            if (siatkaSudoku[i].length != ROZMIAR) return false;
            for (int j = 0; j < ROZMIAR; j++) {
                if (siatkaSudoku[i][j] < 1 || siatkaSudoku[i][j] > ROZMIAR) return false;
            }
        }
        return true;
    }

    private static void sprawdzWiersz(int wiersz) {
        boolean[] widziane = new boolean[ROZMIAR];
        for (int kolumna = 0; kolumna < ROZMIAR; kolumna++) {
            int liczba = siatkaSudoku[wiersz][kolumna];
            if (liczba < 1 || liczba > ROZMIAR || widziane[liczba - 1]) {
                czyPoprawne.set(false);
                return;
            }
            widziane[liczba - 1] = true;
        }
    }

    private static void sprawdzKolumne(int kolumna) {
        boolean[] widziane = new boolean[ROZMIAR];
        for (int wiersz = 0; wiersz < ROZMIAR; wiersz++) {
            int liczba = siatkaSudoku[wiersz][kolumna];
            if (liczba < 1 || liczba > ROZMIAR || widziane[liczba - 1]) {
                czyPoprawne.set(false);
                return;
            }
            widziane[liczba - 1] = true;
        }
    }
```

```
    private static void sprawdzPodsiatke(int poczatekWiersz, int poczatekKolumna) {
        boolean[] widziane = new boolean[ROZMIAR];
        for (int wiersz = 0; wiersz < ROZMIAR_PODSIATKI; wiersz++) {
            for (int kolumna = 0; kolumna < ROZMIAR_PODSIATKI; kolumna++) {
                int liczba = siatkaSudoku[poczatekWiersz + wiersz][poczatekKolumna + kolumna];
                if (liczba < 1 || liczba > ROZMIAR || widziane[liczba - 1]) {
                    czyPoprawne.set(false);
                    return;
                }
                widziane[liczba - 1] = true;
            }
        }
    }
}
```

3.4 Opis działania

Aplikacja działa w następujący sposób:

1. Utworzony zostaje zestaw wątków za pomocą `ExecutorService`.
2. Dla każdego wiersza, kolumny i podsiatki uruchamiany jest osobny wątek walidacyjny.
3. Każdy wątek wykonuje odpowiednią metodę walidacyjną.
4. Wyniki walidacji są zapisywane w zmiennej `AtomicBoolean`, która przechowuje status poprawności całej planszy.
5. Po zakończeniu działania wszystkich wątków aplikacja wyświetla wynik walidacji w konsoli.

4 Instrukcja obsługi

4.1 Kroki do uruchomienia aplikacji

1. Upewnij się, że masz zainstalowane środowisko Java Development Kit (JDK) w wersji 8 lub nowszej.
2. Skopiuj plik `SudokuValidator.java` do wybranego katalogu na swoim komputerze.
3. Otwórz terminal lub wiersz poleceń i przejdź do katalogu, w którym znajduje się plik `SudokuValidator.java`.

4. Skompiluj plik za pomocą polecenia:

```
javac SudokuValidator.java
```

5. Uruchom aplikację za pomocą polecenia:

```
java SudokuValidator
```

6. Odczytaj wynik walidacji wyświetlony w konsoli.

4.2 Wymagania systemowe

- System operacyjny: Windows, Linux lub macOS,
- Zainstalowane JDK w wersji 8 lub nowszej,
- Dostęp do terminala lub wiersza poleceń.

5 Testowanie

5.1 Przygotowanie danych testowych

Do przetestowania aplikacji przygotowano zestawy plansz Sudoku:

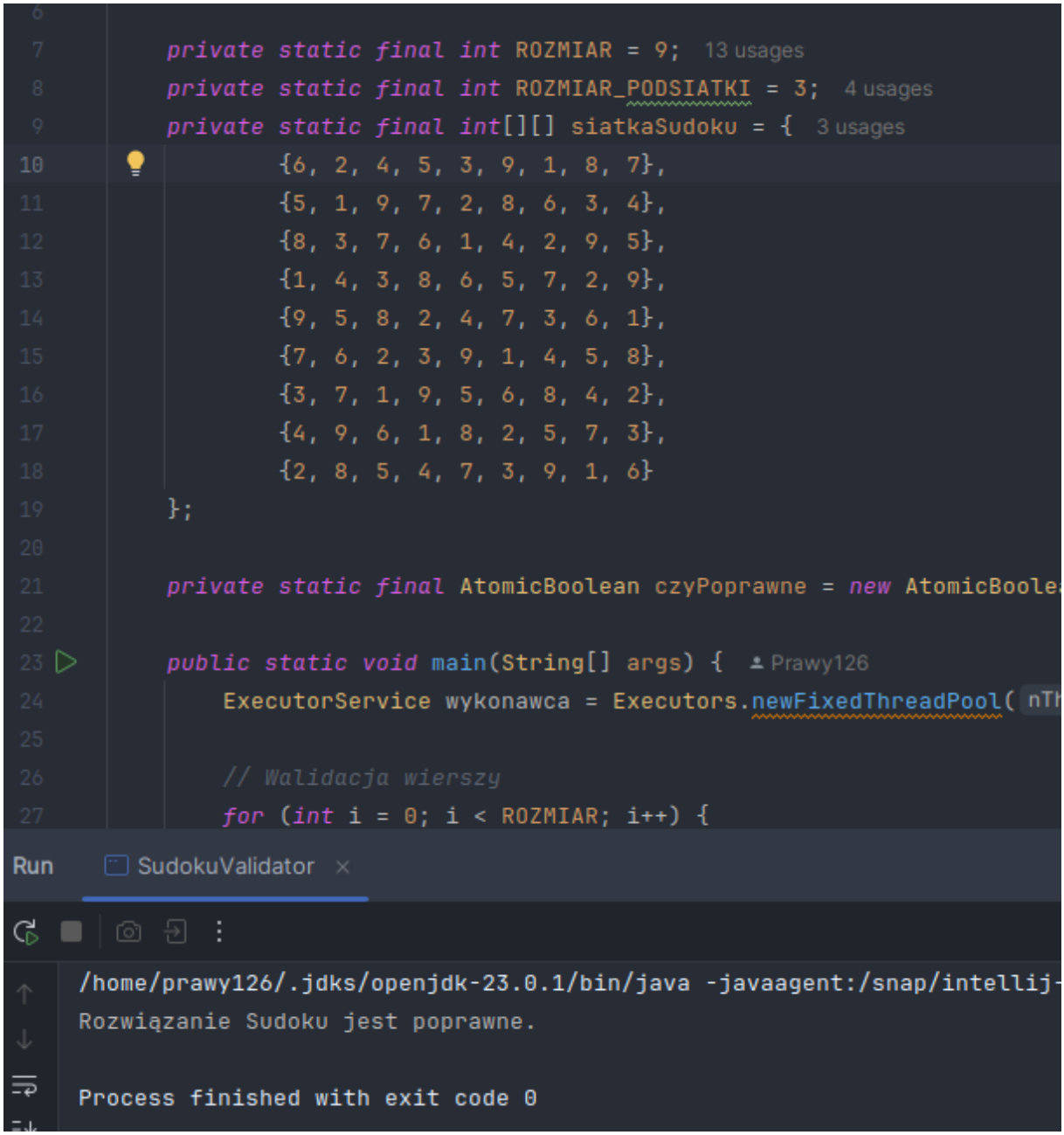
- **Poprawna plansza**: Wszystkie wiersze, kolumny i podsiatki zawierają liczby od 1 do 9 bez powtórzeń.
- **Niepoprawna plansza**: Plansze z błędami, np. powtórzenie liczby w jednym wierszu, kolumnie lub podsiatce.
- **Pusta plansza**: Plansza wypełniona wartościami spoza zakresu 1–9.

5.2 Scenariusze testowe

- Walidacja poprawnej planszy (oczekiwany wynik: `Rozwiązanie Sudoku jest poprawne`).
- Walidacja planszy z błędem w jednym wierszu (oczekiwany wynik: `Rozwiązanie Sudoku jest niepoprawne`).

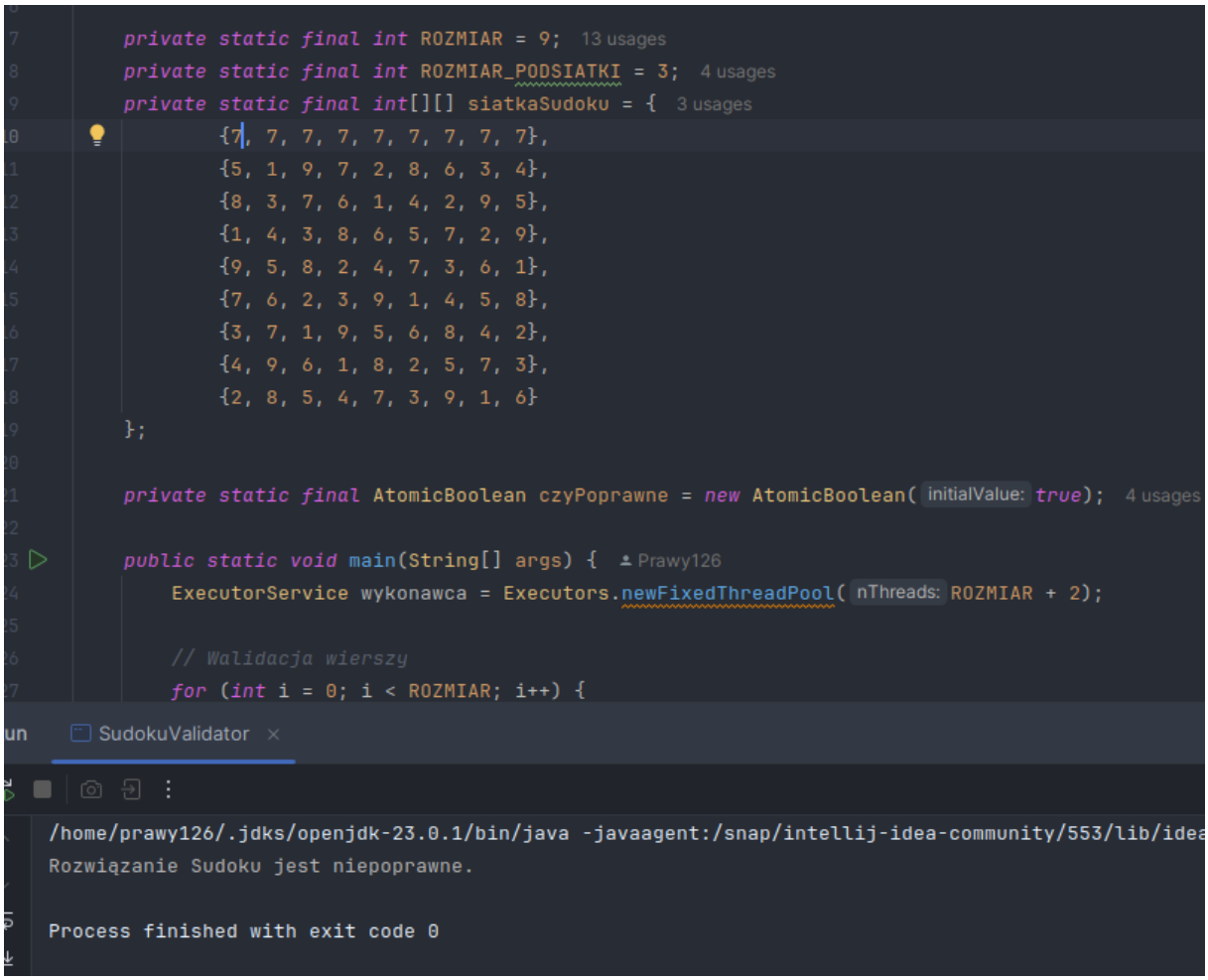
- Walidacja planszy z błędem w jednej kolumnie.
- Walidacja planszy z błędem w jednej podsiatce.
- Walidacja pustej planszy.

5.3 Testowanie

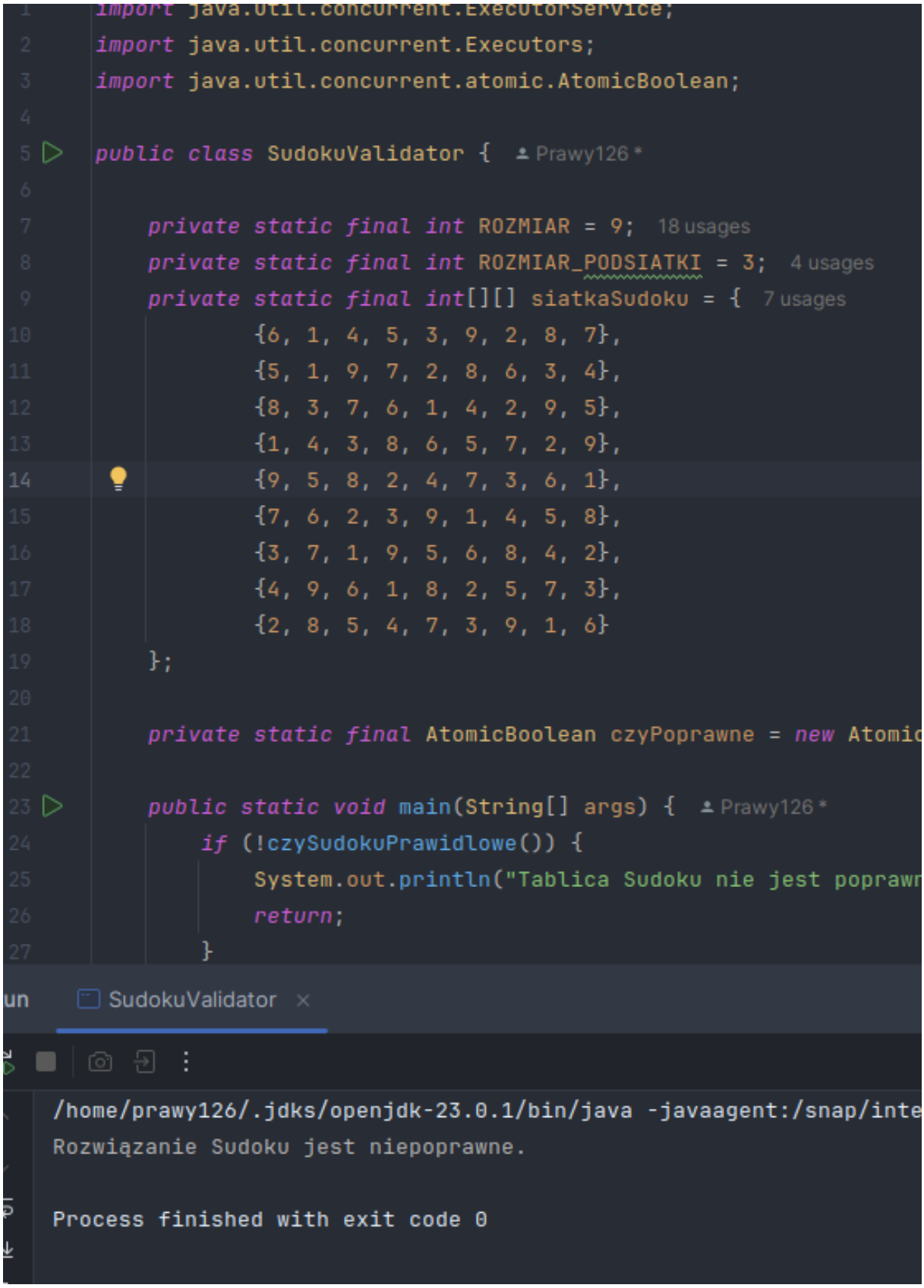


Poprawna plansza Sudoku.

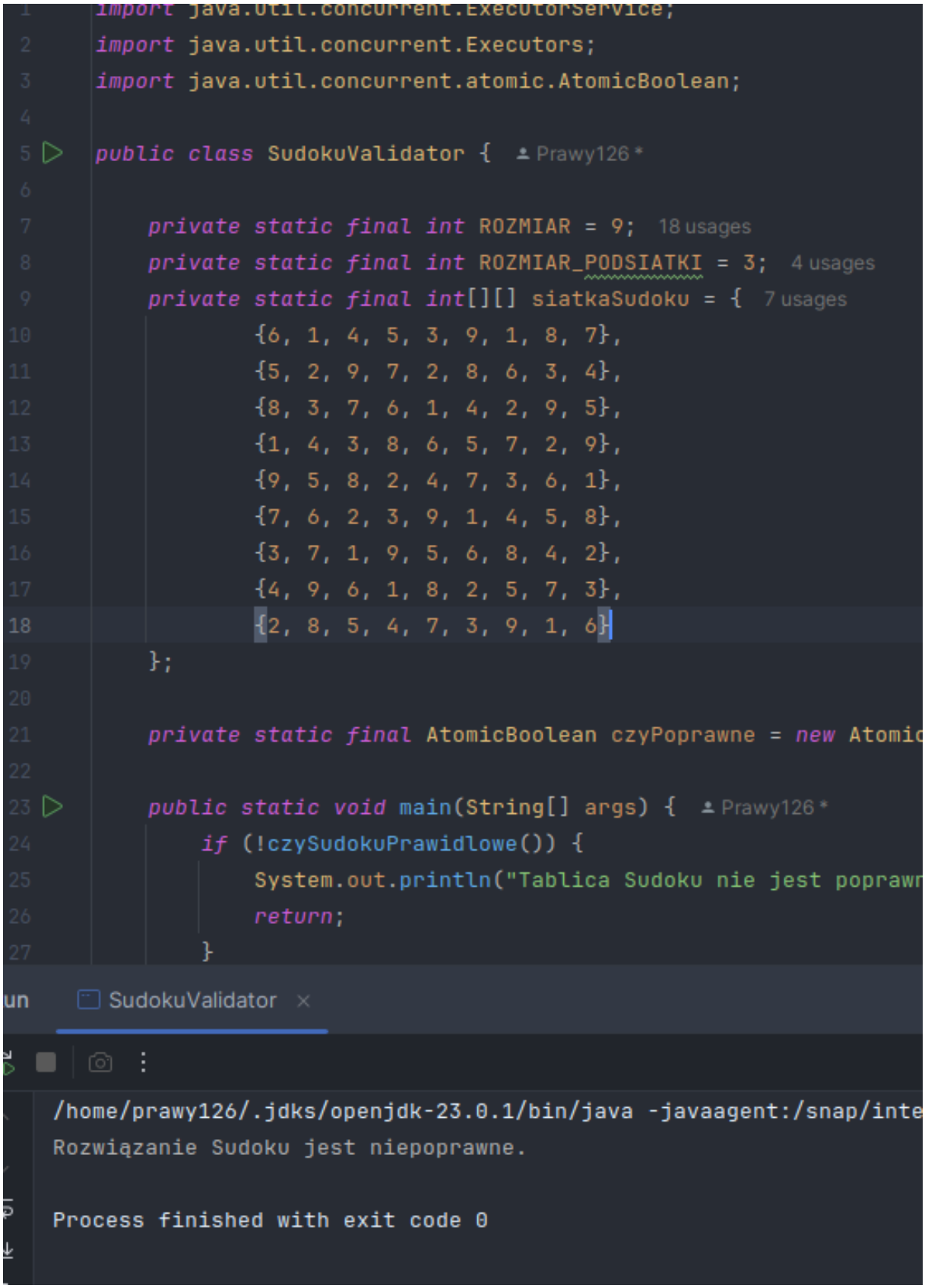
Pusta plansza



Plansza z powtórzeniami



Plansza z nie poprawnie rozwiązanym sudoku, błąd w kolumnach



Plansza z nie poprawnie rozwiązanym sudoku, błąd w rzędach

6 Podsumowanie

W ramach projektu zrealizowano aplikację do walidacji rozwiązań Sudoku w języku Java, wykorzystującą techniki wielowątkowości do równoległego przetwarzania i weryfikacji wierszy, kolumn oraz podsiatek. Rozwiązanie to zwiększyło wydajność walidacji dzięki efektywnemu wykorzystaniu zasobów systemowych.
Kluczowym elementem aplikacji jest klasa SudokuValidator, która zarządza logiką walidacji i wątkami, wykorzystując mechanizm ExecutorService. Synchronizacja wyników została zapewniona za pomocą AtomicBoolean, co wyeliminowało ryzyko błędów konkurencji.
Testy funkcjonalne wykazały wysoką skuteczność aplikacji w identyfikowaniu poprawnych i błędnych rozwiązań, potwierdzając jej niezawodność.
Projekt podkreśla praktyczne zastosowanie programowania obiektowego i współbieżności, demonstrując znaczenie tych technik w tworzeniu wydajnych i nowoczesnych aplikacji.

7 Bibliografia

- Dokumentacja języka Java: https://docs.oracle.com/javase/
- Materiały z wykładów z przedmiotu Programowanie Obiektowe.
- Strona poświęcona Sudoku: https://sudoku.com/
- Michał, "Programowanie obiektowe: przewodnik", Aviary, 2023: https://aviary.pl/programowanie-obiektowe/
- Mateusz Sowa, "4 filary programowania obiektowego", devmentor.pl, 2023: https://devmentor.pl/b/4-filary-programowania-obiektowego
- "Programowanie obiektowe: poznaj zastosowania, popularne języki", 3KM.pl: https://3km.pl/it-i-komputery/programowanie-obiektowe-kompleksowy-przewodnik-dla-poczatkujacych-i-zaawansowanych
- "Java - Bardziej zaawansowane", JavaStart: https://javastart.pl/baza-wiedzy/java-zaawansowane
- "Baza wiedzy - JavaStart", JavaStart: https://javastart.pl/baza-wiedzy
- "Darmowy kurs Java - JavaStart", JavaStart: https://javastart.pl/baza-wiedzy/darmowy-kurs-java
- Guru99, "Wielowątkowość w Java", Guru99: https://www.guru99.com/pl/multithreading-java.html
- "Java 53: wątki – przetwarzanie wielowątkowe", Developer on the Go: https://developeronthego.pl/java-watki-przetwarzanie-wielowatkowe/
- "Współbieżność w Javie – synchronizacja i wielowątkowość", J-Labs: https://www.j-labs.pl/blog-technologiczny/wspolbieznosc-w-javie-synchronizacja-i-wielowatkowosc/
- "Podstawy programowania wielowątkowego", Progromcy: https://bing.com/search?q=programowanie+wielow%c4%85tkowe+w+Javie