

# Specyfikacja funkcjonalna – Wireworld

Krzysztof Dąbrowski i Jakub Bogusz

3 maja 2019

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Cel projektu</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Opis ogólny problemu</b>	<b>4</b>
2.1	Wstęp . . . . .	4
2.2	Wire World . . . . .	4
2.2.1	Symulacja . . . . .	4
2.2.2	Struktury . . . . .	5
2.3	Game of life . . . . .	5
2.3.1	Symulacja . . . . .	5
2.3.2	Struktury . . . . .	6
2.4	Interfejs użytkownika . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Działanie programu</b>	<b>7</b>
3.1	Opis komunikacji z użytkownikiem . . . . .	7
3.2	Wygląd interfejsu użytkownika . . . . .	7
3.3	Opis elementów . . . . .	8
3.4	Stany interfejsu . . . . .	9
3.4.1	Po włączeniu programu . . . . .	9
3.4.2	W trakcie symulacji . . . . .	10
3.4.3	Symulacja wstrzymana . . . . .	10
3.5	Tryb automatu Game of Live . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Edycja planszy</b>	<b>12</b>
4.1	Plik wejściowy . . . . .	12
4.1.1	JSON . . . . .	12
4.1.2	XML . . . . .	13
4.2	Przybornik stanów . . . . .	14
4.3	Wstawianie figur . . . . .	14
4.3.1	Rozszerzanie listy figur . . . . .	14
4.4	Zapis stanu planszy . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Sytuacje wyjątkowe</b>	<b>15</b>
5.1	Zmiana domyślnego zachowania . . . . .	15
5.2	Błędy . . . . .	15

5.2.1	Błędy pliku wejściowego . . . . .	15
5.2.2	Błędy podczas używania GUI . . . . .	16
5.2.3	Błędy losowe . . . . .	16

# Rozdział 1

## Cel projektu

Celem projektu jest implementacja automatu komórkowego Wire World w języku Java z interfejsem graficznym zaimplementowanym przy pomocy biblioteki JavaFX. Gotowy program ma pozwalać użytkownikowi przeprowadzać symulacje zgodne z określonymi zasadami. Parametrami generacji użytkownik będzie mógł sterować ręcznie przy pomocy graficznego [interfejsu użytkownika](#).

Interfejs będzie wyświetlał na bieżąco podgląd kolejnych generacji. Użytkownik będzie miał możliwość wstrzymania symulacji oraz zmianę stanu planszy przy pomocy narzędzi edycji.

Ponadto będzie istnieć również możliwość przełączenia trybu symulacji z Wire World na automat komórkowy Game of life.

## Rozdział 2

# Opis ogólny problemu

### 2.1 Wstęp

Projekt skupia się na realizacji 3 głównych aspektów problemu. Są to odpowiednio automaty komórkowe „Game of Life” i „Wireworld” oraz wizualna prezentacja działania tych automatów.

### 2.2 Wire World

Wire World jest automatem komórkowym wymyślonym przez Briana Silvermana w roku 1987. Jest często używany do symulacji elementów elektronicznych operujących na wartościach bitowych. Pomimo prostoty reguł, jakie nim rządzą, za pomocą Wireworld można nawet stworzyć działający komputer.

#### 2.2.1 Symulacja

**Stany** Komórka może znajdować się w jednym z czterech stanów:

- pusta,
- głowa elektronu,
- ogon elektronu,
- przewodnik.

**Pokolenie** to zbiór stanów wszystkich komórek w danej chwili. Gdy stan pokolenia jest ustalony, możliwe jest utworzenie nowego (potomnego) pokolenia komórek, powstających według poniższych zasad.

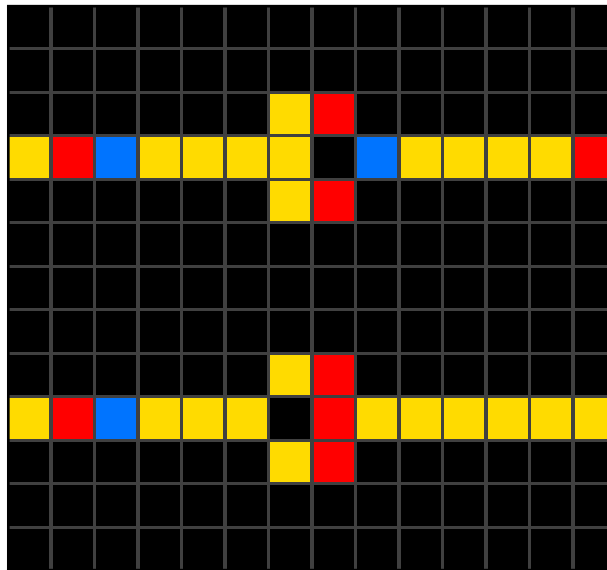
**Reguły** Następne pokolenie generowane jest zgodnie z regułami:

- Jeżeli komórka jest pusta, to pozostaje pusta niezależnie od jej otoczenia,

- Jeżeli komórka jest głową elektronu, to zmienia się w ogon elektronu,
- Jeżeli komórka jest ogonem elektronu, to zmienia się w przewodnik,
- Jeżeli komórka jest przewodnikiem i sąsiaduje z jedną lub dwoma komórkami będącymi głowami elektronu, to zmienia się w przewodnik.

### 2.2.2 Struktury

Symulacja przeprowadzona zgodnie z powyższymi regułami może prowadzić do powstania ciekawych obiektów zwanych strukturami.



Rysunek 2.1: Przykłady struktur - dioda przewodząca i nieprzewodząca

## 2.3 Game of life

Game of life jest automatem komórkowym wymyślonym przez brytyjskiego matematyka Johna Horton Conway w 1970 roku. Polega na symulacji kolejnych pokoleń życia komórek według następujących zasad.

### 2.3.1 Symulacja

**Stany** Komórka może znajdować się w jednym z dwóch stanów:

- żywa,
- martwa.

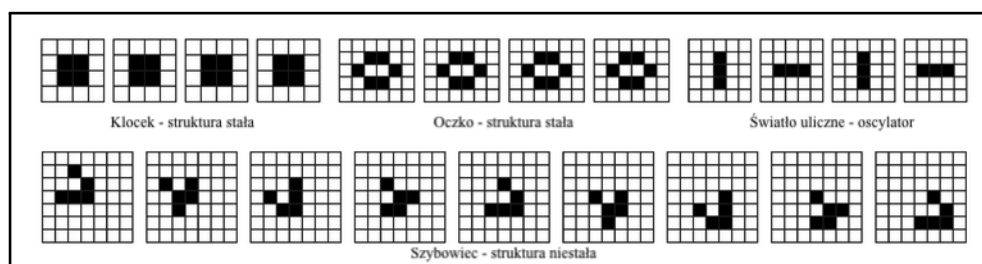
**Pokolenie** to stan wszystkich komórek w danej chwili. Gdy stan pokolenia jest ustalony, możliwe jest utworzenie nowego (potomnego) pokolenia komórek, powstających według poniższych zasad.

**Reguły** Następne pokolenie generowane jest zgodnie z regułami:

- Jeżeli komórka była martwa i miała dokładnie 3 żywych sąsiadów, w następnym pokoleniu staje się żywa,
- Jeżeli komórka była żywa to pozostaje żywa jeśli miała dwóch lub trzech żywych sąsiadów. W przeciwnym razie staje się martwa.

### 2.3.2 Struktury

Symulacja przeprowadzona zgodnie z powyższymi regułami może prowadzić do powstania ciekawych obiektów zwanych strukturami.



Rysunek 2.2: Przykłady struktur

Reguły symulacji umożliwiają również tworzenie dużo bardziej skomplikowanych struktur (jak na przykład maszyna Turinga – <https://youtu.be/My8AsV7bA94>).

## 2.4 Interfejs użytkownika

Ważnym aspektem programu jest sposób interakcji z użytkownikiem. Realizowana aplikacja będzie obsługiwana poprzez graficzny interfejs użytkownika.

Interfejs pozwoli na poniższe funkcjonalności:

- Bieżący podgląd stanu symulacji
- Możliwość dostosowania prędkości symulacji
- Zapis aktualnego pokolenia do pliku
- Wczytanie pokolenia z pliku
- Edycje poszczególnych komórek w trakcie symulacji
- Wstawianie figur wybranych z przybornika

## Rozdział 3

# Działanie programu

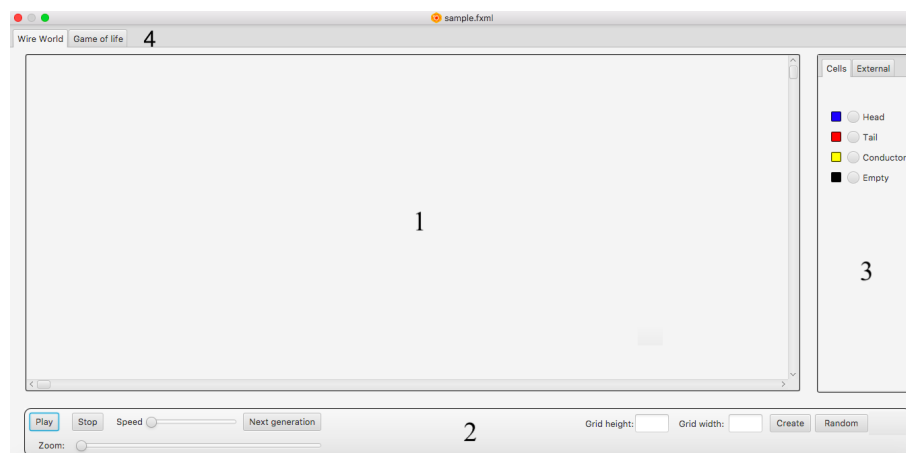
### 3.1 Opis komunikacji z użytkownikiem

Po uruchomieniu programu zostanie wyświetlony graficzny interfejs, który pozwoli użytkownikowi sterować parametrami w dowolny sposób, zgodny z regułami symulacji. W razie wystąpienia błędów program będzie informować użytkownika wyświetlając nowe okno zawierające opis błędu.

W ramach interfejsu użytkownik będzie mógł wykonywać czynności opisane w punkcie 2.4 oraz przełączać między automatami Game of Life i Wireworld.

### 3.2 Wygląd interfejsu użytkownika

Interfejs użytkownika będzie wyglądał następująco. Wyszczególnione obszary są zaznaczone numerami.



Rysunek 3.1: Całokształt interfejsu użytkownika



## 3.3 Opis elementów

### 1 Podgląd aktualnego stanu symulacji

W tej części będzie wyświetlane bieżące pokolenie symulacji aktualnego automatu komórkowego. Po bokach panelu znajdują się **suwak** pozwalające na zmianę oglądanego obszaru planszy. Będą one szczególnie przydatne po przybliżeniu obrazu.

### 2 Ustawienia symulacji i planszy

Sekcja kontrolki umożliwiających sterowanie symulacją oraz zmianę całości planszy.

Po lewej stronie znajduje się grupa elementów wpływających bezpośrednio na podgląd symulacji.

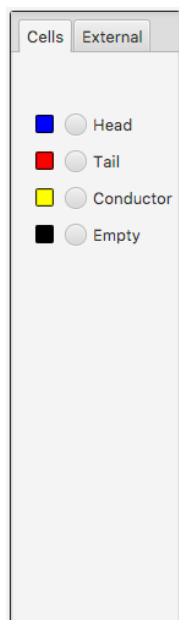
- Play – uruchamia automatycznie przechodzenie między stanami symulacji,
- Stop – zatrzymuje automatycznie przechodzenie między stanami symulacji,
- Speed – zmienia tempo automatycznego przechodzenia między stanami symulacji,
- Next generation – ręczne przejście do następnego stanu symulacji,
- Zoom – zmienia skalę podglądu aktualnego stanu.

Po prawej stronie umieszczona jest grupa elementów pozwalających na reset całego stanu planszy.

- Grid height, Grid height – wprowadzenie rozmiaru planszy jaka zostanie utworzona,
- Create – Tworzy plansze o podanym rozmiarze, gdy plansza już istnieje i podany rozmiar jest równy planszy już istniejącej, opis przycisku zamienia się na "Clear", i wciśnięcie go zmienia stan wszystkich komórek na "Pusty" w przypadku WireWorld lub "Martwy" w przypadku Game of Life,
- Random – Nadanie wszystkim komórkom losowych stanów,

### 3 Przybornik

Boczny przybornik zawierał będzie dwie zakładki, które będą pozwalały na edycję fragmentów planszy.



(a) Przybornik Cells



(b) Przybornik External

Zakładka **Cells** umożliwi wybranie stanu komórki, a następnie nadanie komórkom wybranego stanu poprzez klikanie myszą komórek w oknie podglądu.

Zakładka **External** da dostęp do zestawu gotowych figur, które użytkownik będzie mógł wstawić w wybranym miejscu planszy. Użytkownik będzie mógł dodać własne figury do przybornika oraz zapisać i wczytać stan całej planszy przy pomocy guzików z tej zakładki.

#### 4 Wybór automatu

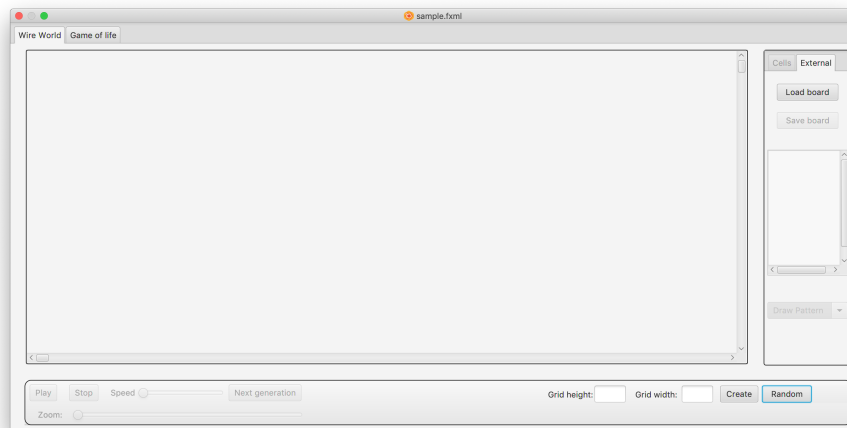
Wstążka pozwalająca na zmianę aktywnego automatu komórkowego.

### 3.4 Stany interfejsu

Podczas korzystania z aplikacji interfejs będzie ulegał drobnym zmianom. Głównie elementy odpowiadające za aktualnie niedostępne opcje będą zmieniać kolor na szary.

#### 3.4.1 Po włączeniu programu

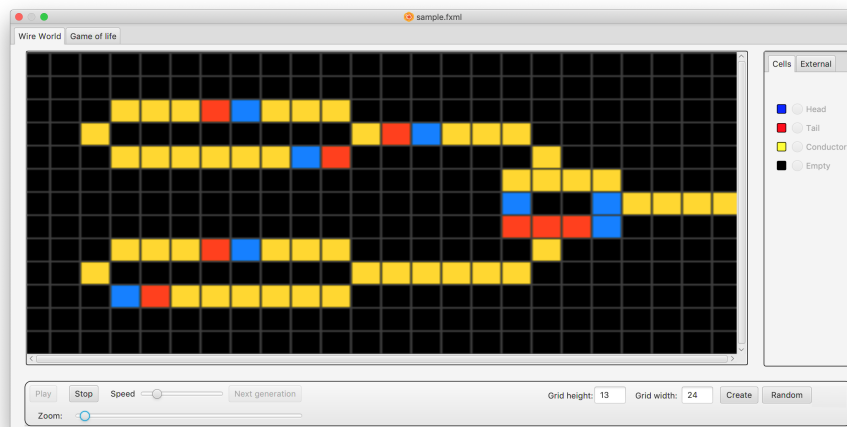
Większość kontrolki jest **wyłączonych** do momentu wczytania planszy z pliku lub wygenerowania losowej. Program domyślnie wyświetla okno symulacji automatu Wireworld.



Rysunek 3.3: Stan interfejsu po uruchomieniu aplikacji

### 3.4.2 W trakcie symulacji

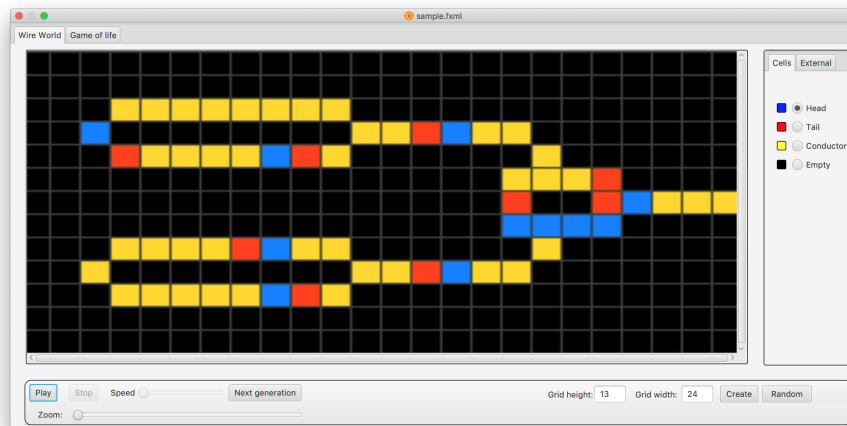
Można zmienić tempo symulacji oraz wstrzymać generację następnych pokoleń, co umożliwi edycję aktualnego pokolenia.



Rysunek 3.4: Stan interfejsu w trakcie symulacji

### 3.4.3 Symulacja wstrzymana

Możliwe jest edytowanie komórek przy pomocy narzędzie oraz wstawianie figur.



Rysunek 3.5: Stan interfejsu przy wstrzymanej symulacji

### 3.5 Tryb automatu Game of Live

Program obsługuje również automat komórkowy Game of Live. Przełączenie między aktualnym automatem jest realizowane przy pomocy wstążki na górze interfejsu. Większość elementów interfejsu pozostanie taka sama jak w automacie Wireworld. Inaczej będzie wyglądał przybornik do edycji planszy, ponieważ automat ten zawiera inne stany komórek.

## Rozdział 4

# Edycja planszy

Użytkownik ma kilka możliwości na wgranie planszy do programu lub edycję już istniejącej. Są one wymienione poniżej.

### 4.1 Plik wejściowy

Program pozwala na wczytanie całego stanu planszy (wraz z rozmiarem) z pliku. Dzięki temu możliwe jest łatwe odtworzenie stanu ze wcześniejszej symulacji lub prezentacja skomplikowanego układu.

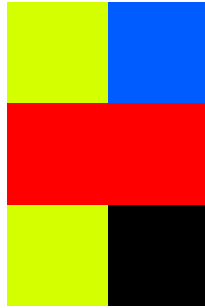
Program będzie w stanie obsłużyć różne formaty plików wymienione poniżej.

#### 4.1.1 JSON

W celu nadania danym przenośności, oraz ułatwienia generacji danych przy pomocy zewnętrznych narzędzi zostanie wykorzystany format JSON. Jest to **domyślny format** zapisu planszy.

#### Przykład

Przykład zapisu przedstawionej planszy.



Rysunek 4.1: Przykładowa plansza

Plik reprezentujący planszę:

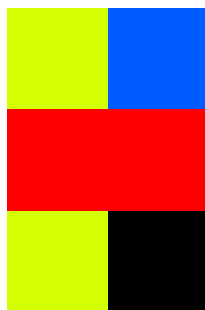
```
{
  "width" : 2,
  "height" : 3,
  "states" : [ "HEAD", "TAIL", "HEAD", "HEAD", "HEAD", "EMPTY" ]
}
```

#### 4.1.2 XML

Możliwy jest również zapis stanu planszy do pliku XML. Z uwagi na mniejszą czytelność oraz większy rozmiar plików tego typu nie jest to domyślnie używany format. Użytkownik będzie miał możliwość zmiany formatu pliku, do którego chce zapisać planszę przy pomocy interfejsu graficznego.

#### Przykład

Przykład zapisu przedstawionej planszy.



Rysunek 4.2: Przykładowa plansza

Plik reprezentujący planszę:

```
<Board>
  <width>2</width>
  <height>3</height>
  <states>
    <states>CONDUCTOR</states>
    <states>HEAD</states>
    <states>TAIL</states>
    <states>TAIL</states>
    <states>CONDUCTOR</states>
    <states>EMPTY</states>
  </states>
</Board>
```

## 4.2 Przybornik stanów

Jedną z części interfejsu użytkownika będzie przybornik pozwalający na wybór jednego ze stanów aktualnego automatu komórkowego. Po zaznaczeniu jednego ze stanów użytkownik będzie miał możliwość zamiany wybranych komórek aktualnego pokolenia na wybrany stan.

## 4.3 Wstawianie figur

Interfejs będzie zawierał zestaw typowych figur dla aktualnego automatu komórkowego. Możliwe będzie zaznaczenie wybranej figury oraz wstawienie jej w wybrane miejsce symulacji.

### 4.3.1 Rozszerzanie listy figur

Użytkownik będzie miał możliwość dodania własnych figur do domyślnej listy.

## 4.4 Zapis stanu planszy

Program będzie w stanie zapisać aktualny stan planszy w formacie, który umożliwi późniejsze wczytanie planszy.

## Rozdział 5

# Sytuacje wyjątkowe

Czasem działanie programu może ulec zmianie na skutek nieprawidłowych danych wejściowych, niestandardowych ustawień wprowadzonych przez użytkownika lub z przyczyn losowych. Ten rozdział opisuje jak program zachowa się w takiej sytuacji, oraz co może ją wywołać.

### 5.1 Zmiana domyślnego zachowania

**Zbyt szeroka plansza** W przypadku gdy użytkownik włączy wyświetlanie kolejnych stanów w konsoli ale rozmiar planszy będzie zbyt szeroki by możliwe było jej wyświetlenie bez zawijania wierszy program wyświetli komunikat o niemożliwości wyświetlenia planszy w konsoli. Kolejne pokolenia nie będą wyświetlane w oknie wiersza poleceń ale generacja plików wynikowych nie ulegnie zmianie.

Treść komunikatu: „Wybrana szerokość planszy jest zbyt duża by możliwe było wyświetlenie kolejnych pokoleń w oknie konsoli.”

### 5.2 Błędy

Opis błędów, które mogą wystąpić w trakcie działania programu. Komunikaty ich dotyczące będą wyświetlane w nowych oknach zawierających ich treść.

#### 5.2.1 Błędy pliku wejściowego

**Pusty plik** W przypadku gdy plik wskazany przez użytkownika będzie pusty program powiadomi o tym i nie wczyta planszy.

**Rozmiar planszy nie będący liczbą** Jeśli w miejscu rozmiaru planszy (szerokości lub wysokości) znajdować się będą wartości inne niż liczby, liczby ujemne, lub liczby których iloczyn jest większy niż 100 000 program nie wczyta roz-



miaru planszy. W takiej sytuacji wyświetli odpowiedni komunikat i nie wczyta planszy.

**Niezgodności rozmiaru planszy z faktycznym stanem** Jeśli podany rozmiar planszy nie będzie się zgadzać z ilością podanych w nim stanów komórek, program wyświetli odpowiedni komunikat i nie wczyta planszy.

**Nieprawidłowy znak w pliku** Jeśli podczas czytania pliku program napotka nierozpoznawany znak, wyświetli odpowiedni komunikat i nie wczyta planszy.

**Błąd składniowy** Jeśli plik będzie zawierał błąd składniowy (w formatowaniu JSON lub XML), program wyświetli odpowiedni komunikat i nie wczyta planszy.

### 5.2.2 Błędy podczas używania GUI

**Zły rozmiar planszy** Jeśli użytkownik w polu przeznaczonym na rozmiar planszy poda:

- znaki nie będące cyframi,
- wartość mniejszą lub równą 0,
- wartości zbyt duże (ilość komórek przekraczająca 100 000)

to program poinformuje o rodzaju problemu wyświetlając odpowiedni komunikat.

**Zły format wczytywanego pliku** Jeśli program nie obsługuje wczytywania wybranego formatu pliku to powiadomi o tym użytkownika odpowiednim komunikatem w którym również przedstawi mu obsługiwane typy plików wejściowych.

### 5.2.3 Błędy losowe

**Brak pamięci operacyjnej** Gdyby w systemie zabrakło pamięci program nie będzie w stanie funkcjonować poprawnie. Program wyświetli komunikat o błędzie i przerwie poprosi o próbę wczytania mniejszej planszy lub uruchomienia programu później.