Krzysztof Dąbrowski i Jakub Bogusz

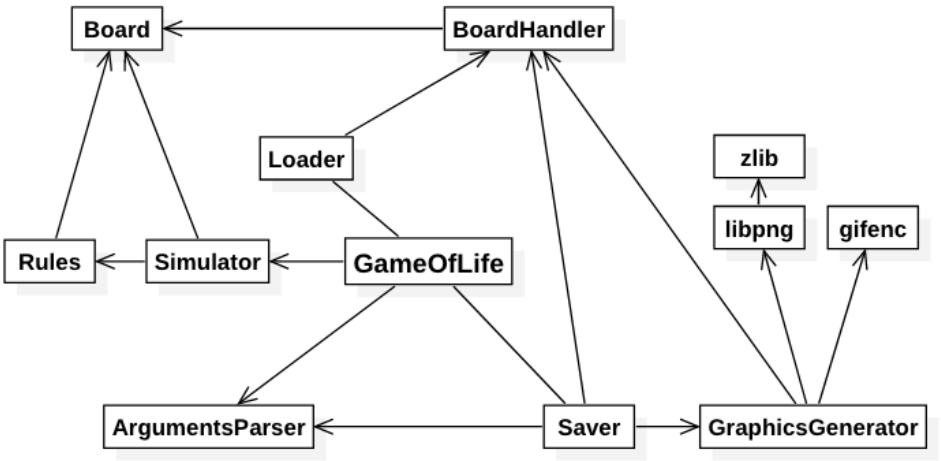
Raport końcowy – Gra w życie

9 kwietnia 2019

Spis treści

1. Ostateczny projekt modułów

Zmodyfikowany diagram modułów:



2. Opis modyfikacji

W trakcie pracy nad projektem okazało się, że niektóre problemy można rozwiązać lepiej niż przewiduje to specyfikacja impleilementacyja. Pojawiły się również nieprzewidziane problemy z wyświetlaniem bardzo małych obrazów przez

typowe programy do prezentacji grafik. Z tych powodów wprowadzone zostały pewne zmiany.

2.1. GameOfLife

Specyfikacja nie przewidywał funkcji odpowiedzialnej z główny przebieg sterowania w programie. Dodano więc funkcję `void runProgram(int argc, char **args)`. Koordynuje ona pracę wszystkich pozostałych modułów.

2.2. ArgumentsParser

Do typu wyliczeniowego `FileType` (dawniej `Type`) została dodana nowa wartość „OUT" reprezentująca wypisywanie kolejnych stanów na standartowe wyjście.

Do struktury `Config` zostały dodane nowe pola `sizeX` i `sizeY` reprezentujące wymiary planszy.

Dodano funkcję `void disposeConfig(Config *config)`, która zwalnia pamięć zarezerwowaną na tą strukturę.

2.3. BoardSaver

Nazwa modułu została zmieniona na `Saver`, a jego struktura gruntownie zmodyfikowana.

Aktualna postać modułu:
`void saveAsPng(Board** history, Config* config, int i)` – Zapis kolejnych pokoleń do plików png.

`Board** history` – tablica wskaźników na struktury reprezentujące kolejne pokolenia,
`Config* config` – wskaźnik na strukturę ustawień generacji kolejnych pokoleń,
`int i` – numer aktualnie generowanego pokolenia. Potrzebny do generowania nazw plików.

`void saveAsGif(Board** history, Config* config, int historySize)` – Zapis kolejnych pokoleń do pliku gif.

`Board** history` – tablica wskaźników na struktury reprezentujące kolejne pokolenia,
`Config* config` – wskaźnik na strukturę ustawień generacji kolejnych pokoleń,
`int historySize` – Liczba pokoleń w historii

`void saveAsTxt(Board** history, Config* config, int i)` – Zapis kolejnych pokoleń do plików txt.

`Board** history` – tablica wskaźników na struktury reprezentujące kolejne pokolenia,
`Config* config` – wskaźnik na strukturę ustawień generacji kolejnych pokoleń,
`int i` – numer aktualnie generowanego pokolenia. Potrzebny do generowania nazw plików.

`void printToStdout(Board** history, Config* config, int i)` – Wyświetlenie kolejnych pokoleń w terminalu.

`Board** history` – tablica wskaźników na struktury reprezentujące kolejne pokolenia,
`Config* config` – wskaźnik na strukturę ustawień generacji kolejnych pokoleń,
`int i` – numer aktualnie generowanego pokolenia. Potrzebny do generowania nazw plików.

3. Prezentacja działania

Przykłady wywołania programu z różnymi flagami.

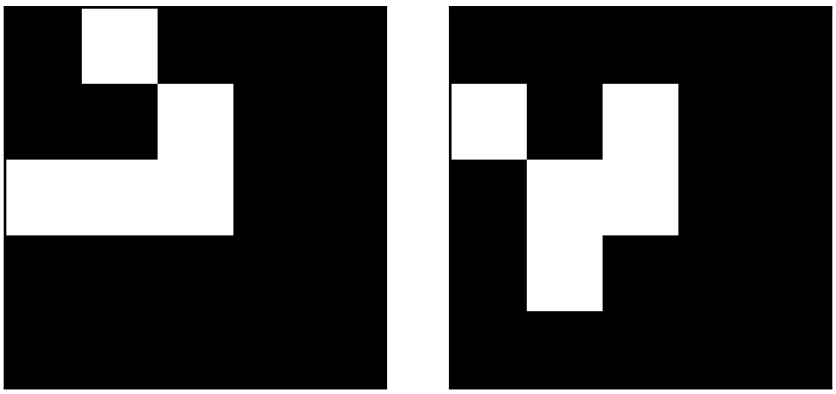
3.1. Generacja obrazów z wczytaniem stanu z pliku

Wywołanie programu:
`./game-of-life -f input.txt -t png -o raport -n 6`
Argumenty:

- `-f input.txt` – Stan początkowy jest wczytany z pliku „input.txt”,
- `-t png` – Zostanie wygenerowana seria plików .png z kolejnymi pokoleniami,
- `-o raport` – Wygenerowane pliki zostaną zapisane do podfolderu w folderze „raport”,
- `-n 6` – Zostanie wygenerowanych 6 następnych pokoleń .png (ze stanem początkowym 7 obrazków).

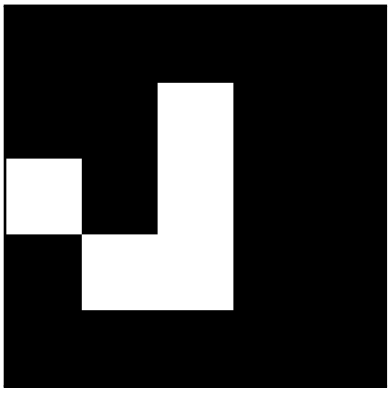
Powstałe obrazy

Program wygenerował poniższe pliki. Przedstawiają ruch struktury szybowca.

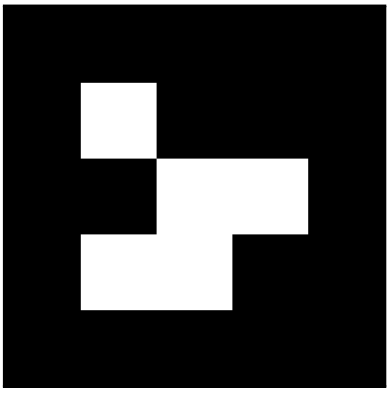


(a) Pokolenie 0

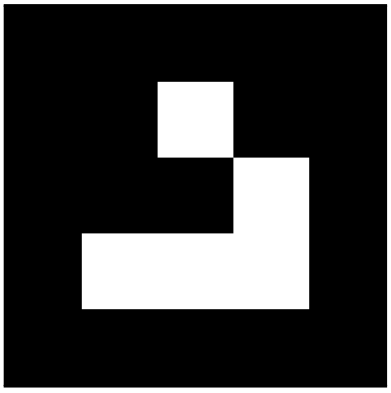
(b) Pokolenie 1



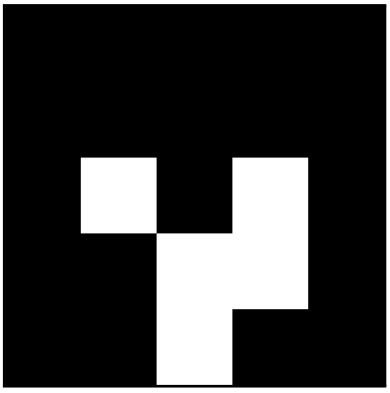
(c) Pokolenie 2



(d) Pokolenie 3



(e) Pokolenie 4



(f) Pokolenie 5

Rysunek 1. Wygenerowane pliki

3.2. Generacja plików tekstowych z wczytaniem losową planszą początkową

Wywołanie programu:
`./game-of-life -s 5x5 -t txt -o raport -n 10`
Argumenty:

- `-s 5x5` – Zostanie wygenerowana losowa plansza początkowa w rozmiarach 5 na 5 komórek,
- `-t txt` – Zostanie wygenerowana seria plików .txt z kolejnymi pokoleniami,
- `-o raport` – Wygenerowane pliki zostaną zapisane do podfolderu w folderze „raport”,
- `-n 3` – Zostanie wygenerowanych 3 następnych pokoleń .png (ze stanem początkowym 4 plików tekstowych).

Wygenerował pliki o poniższej zawartości:

```
5 5
1 1 1 1 1
0 0 1 1 0
1 0 1 1 1
1 1 0 1 0
1 1 0 0 1
```

Jako pokolenie początkowe.

```
5 5
0 0 0 0 0
1 1 0 0 0
0 0 0 0 0
1 0 0 0 0
0 1 0 0 0
```

Jako pokolenie drugie.

```
5 5
0 1 0 0 1
1 0 0 0 0
1 0 0 0 1
0 0 0 0 0
1 1 1 0 0
```

Jako pokolenie pierwsze.

```
5 5
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
1 1 0 0 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
```

Jako pokolenie trzecie.

3.3. Generacja plików gif z losową planszą

Wywołanie programu:
`./game-of-life -s 20x20 -o raport -n 50`
Argumenty:

- `-s 20x20` – Zostanie wygenerowana losowa plansza początkowa w rozmiarach 20 na 20 komórek,
- `-o raport` – Wygenerowany plik zostanie zapisany z folderze raport,
- `-n 50` – Zostanie wygenerowanych 50 następnych pokoleń w formie jednego pliku .gif (ze stanem początkowym 51 klatek).

Nie podanie formatu pliku wynikowego spowoduje wygenerowanie pliku .gif. Wyniki pracy programu dostępne pod linkiem.

3.4. Wyświetlenie kolejnych pokoleń w konsoli z planszą pobieraną z pliku

Wywołanie programu:
`./game-of-life -f input.txt -t out -n 20 -d 500`
Argumenty:

- `-f input.txt` – Stan początkowy jest wczytany z pliku „input.txt”,
- `-t out` – kolejne pokolenia zostaną wyświetlone na konsoli,
- `-n 50` – Zostanie wygenerowanych 50 następnych pokoleń w formie jednego pliku .gif (ze stanem początkowym 51 klatek),
- `-d 500` – Kolejne pokolenia będą wyświetlane co 500ms.

Takie wywołanie programu wyświetli kolejne pokolenia w terminalu zachowując pół sekundowe odstępy między kolejnymi stanami planszy w formacie podobnym do wyników z plików tekstowych (bez wymiarów planszy).

4. Podsumowanie testów modułów

Do pisania oraz automatyzacji wykonania testów jednostkowych został wykorzystany framework *CUnit*. Dzięki temu na dowolnym etapie projektu można było łatwo sprawdzić poprawność już istniejącego kodu.

4.1. Wygenerowany raport

Wyniki testów jednostkowych przedstawia poniższy raport.

```
  CUnit - A unit testing framework for C - Version 2.1-3
  http://cunit.sourceforge.net/


Suite: Board tests
Test: To string test ...passed
Suite: Loader tests
Test: Parse small file test ...passed
Suite: Rules tests
Test: Dead cell stays dead ...passed
Test: Dead cell comes to live ...passed
Test: Alive cell dies from overpopulation ...passed
Test: Alive cell dies from loneliness ...passed
Test: Alive cell stays alive ...passed
Suite: Simulator tests
Test: Simulate one next generation on small board ...passed

Run Summary:    Type  Total    Ran Passed Failed Inactive
              suites      4      4    n/a      0        0
               tests      8      8      8      0        0
             asserts     27     27     27      0      n/a

Elapsed time =    0.001 seconds
```

4.2. Wnioski

Z raportu testów jednostkowych wynika, że wszystkie wszystkie sprawdzane funkcjonalności dają prawidłowe wyniki. Wszystkie testy są oznaczone jako `...passed` oraz liczba zapewnień, których wyniki są poprawne jest równa liczbie wszystkich zapewnień.

5. Analiza pamięci

Raport programu `valgrind` zwraca następujące wyniki:

```
==18728== LEAK SUMMARY:
==18728== definitely lost: 0 bytes in 0 blocks
==18728== indirectly lost: 0 bytes in 0 blocks
==18728== possibly lost: 72 bytes in 3 blocks
==18728== still reachable: 23,728 bytes in 28 blocks
==18728== suppressed: 18,077 bytes in 153 blocks

==18728== ERROR SUMMARY: 0 errors from 0 contexts
```

2 pierwsze linie raportu informują o braku definitywnych wycieków pamięci, co oznacza że program prawidłowo zarządza pamięcią.

Wycieki oznaczone jako `still reachable` oraz `possibly lost` spowodowane są przez funkcje bibliotek `ctime` oraz `libpng`, więc nie mamy na nie wpływu i nie jesteśmy w stanie ich wyeliminować. Załączamy fragmentu raportu opisujące te wycieki:

possible leaks:

```
==18752== 72 bytes in 3 blocks are possibly lost in loss record 34 of 60
==18752== at 0x1000B26EA: calloc (in /usr/local/Cellar/valgrind/3.14.0/lib/valgrind/vgpreload_memcheck-amd64-darwin.so)
==18752== by 0x1007AD7C2: map_images_nolock (in /usr/lib/libobjc.A.dylib)
==18752== by 0x1007C04E0: map_images (in /usr/lib/libobjc.A.dylib)
==18752== by 0x10000DC64: dyld::notifyBatchPartial(dyld_image_states, bool, char const* (*)(dyld_image_states,
unsigned int, dyld_image_info const*), bool, bool) (in /usr/lib/dyld)
==18752== by 0x10000DE39: dyld::registerObjCNotifiers(void (*)(unsigned int, char const* const*,
mach_header const* const*), void (*)(char const*, mach_header const*), void (*)(char const*, mach_header
const*)) (in /usr/lib/dyld)
==18752== by 0x10027871D: _dyld_objc_notify_register (in /usr/lib/system/libdyld.dylib)
==18752== by 0x1007AD073: _objc_init (in /usr/lib/libobjc.A.dylib)
==18752== by 0x100202B34: _os_object_init (in /usr/lib/system/libdispatch.dylib)
==18752== by 0x100202B1B: libdispatch_init (in /usr/lib/system/libdispatch.dylib)
==18752== by 0x1001119C2: libSystem_initializer (in /usr/lib/libSystem.B.dylib)
==18752== by 0x10001FAC5: ImageLoaderMachO::doModInitFunctions(ImageLoader::LinkContext const&)
(in /usr/lib/dyld)
==18752== by 0x10001FCF5: ImageLoaderMachO::doInitialization(ImageLoader::LinkContext const&)
(in /usr/lib/dyld)
```

still reachable:

```
==18805== 18,280 bytes in 1 blocks are still reachable in loss record 60 of 60
==18805== at 0x1000B26EA: calloc (in /usr/local/Cellar/valgrind/3.14.0/lib/valgrind/vgpreload_memcheck-amd64-darwin.so)
==18805== by 0x100351930: tzsetwall_basic (in /usr/lib/system/libsystem_c.dylib)
==18805== by 0x1003537C9: localtime (in /usr/lib/system/libsystem_c.dylib)
==18805== by 0x100353945: ctime (in /usr/lib/system/libsystem_c.dylib)
==18805== by 0x1000039AF: setup (Saver.c:5)
==18805== by 0x100003A2E: saveCommon (Saver.c:12)
==18805== by 0x100003E59: saveAsPng (Saver.c:53)
==18805== by 0x10000405E: runProgram (main.c:83)
==18805== by 0x100003F31: main (main.c:32)
```