

# Symulator Maszyny Turinga

Krzysztof Krajewski

## Zadanie 3:

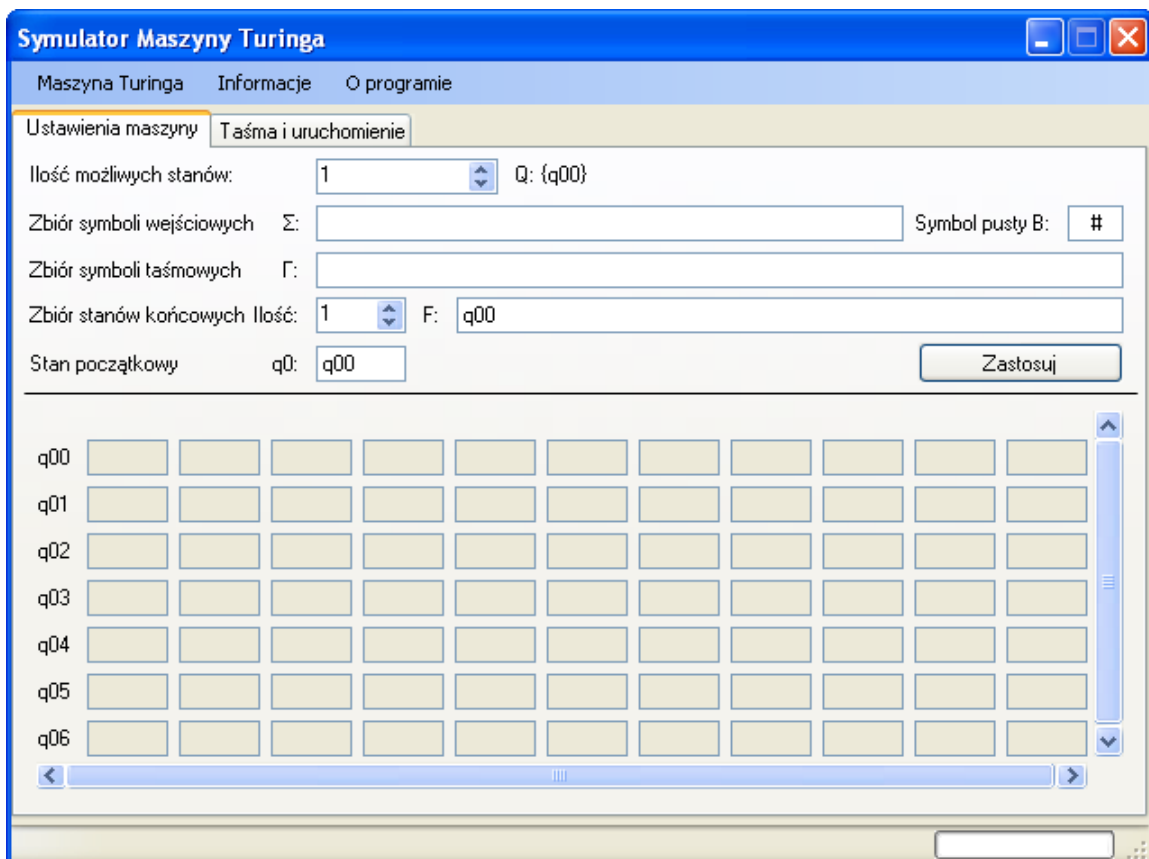
Napisać program symulujący działanie maszyny Turinga  $M=(Q,\Sigma,\Gamma,\delta,q_0,B,F)$ . Program ma pracować w trybie graficznym oraz umożliwiać wprowadzenie parametrów opisujących automat, wczytanie taśmy wejściowej, wizualizację pracy automatu w formie opisów chwilowych, określenie czy taśma wejściowa została zaakceptowana.

1. Informacje ogólne
2. Konfiguracja Maszyny Turinga
3. Wprowadzenie taśmy wejściowej i uruchomienie
4. Sprawdzenie prawidłowości działania symulatora

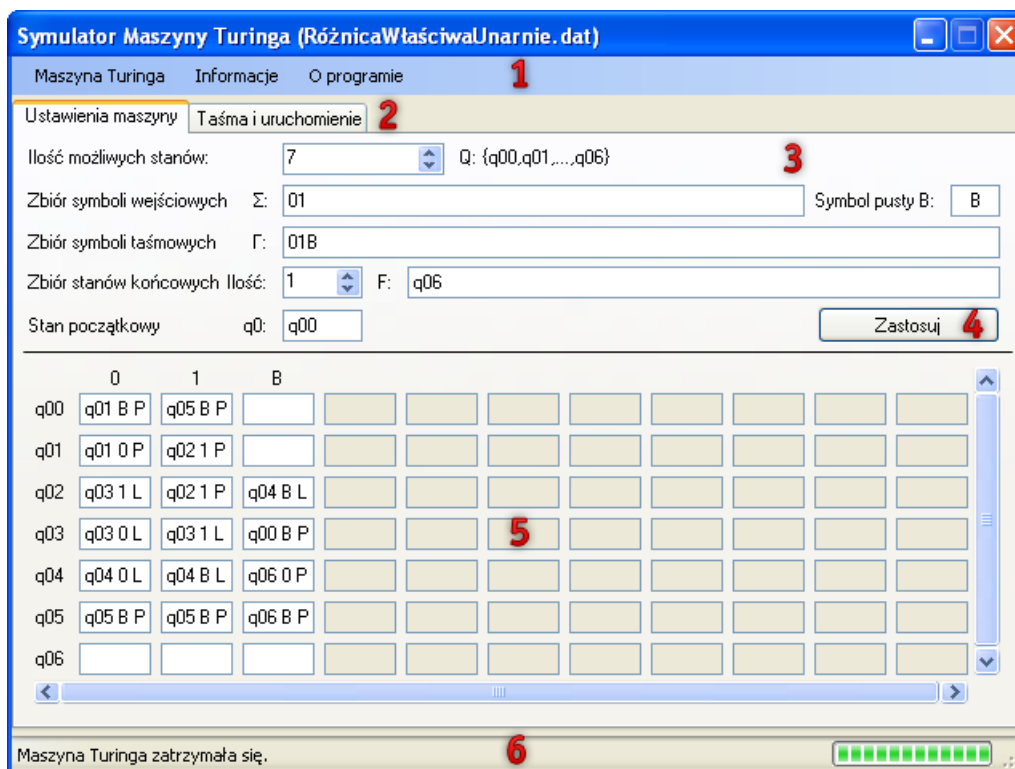
## 1. Informacje ogólne

Program został napisany w Microsoft Visual Studio 2008 Professional przy użyciu języka C++/CLI umożliwiającego programowanie aplikacji wizualnych pod systemem Windows wykorzystujących platformę .NET Framework. Platforma ta umożliwiła przeniesienie programu na inne systemy operacyjne jak Linux, czy Windows Mobile po niewielkich modyfikacjach źródła.

Okno główne programu wygląda następująco:



## 2. Konfiguracja Maszyny Turinga



Konfiguracja MT polega na wprowadzeniu odpowiednich parametrów maszyny w zakładce „Ustawienia maszyny” (3). Zapisane wcześniej ustawienia można załadować używając menu (1) „Maszyna Turinga”, a potem „Otwórz z pliku”.

Zgodnie z wprowadzaniem programem wpisujemy ilość możliwych stanów Q, kolejne symbole wejściowe (bez rozdzielania przecinkami), symbol pusty i symbole taśmowe. Jeśli nie wprowadzimy wszystkich symboli taśmowych to zostaną one uzupełnione symbolami wejściowymi i symbolem pustym po zastosowaniu zmian.

Aby ustalić, które stany są stanami końcowymi należy najpierw wpisać ich ilość, a potem wpisać je kolejno w odpowiednie pola (np. w „q\_\_ q\_\_” można wpisać „q00 q01”)

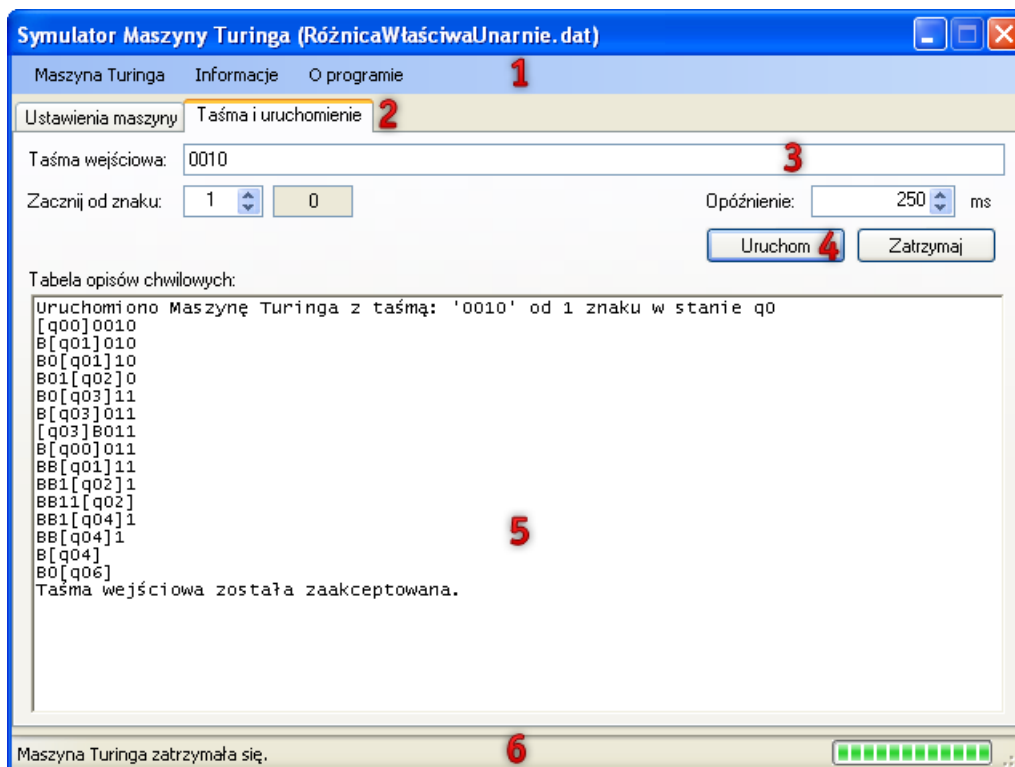
Po wpisaniu stanu początkowego należy wcisnąć przycisk „Zastosuj” (4) – spowoduje to zapisanie ustawień i pojawienie się tabeli funkcji przejścia (5) z pustymi białymi polami. Trzeba pamiętać, aby **po każdej zmianie** powyższych parametrów maszyny wciskać przycisk „Zastosuj”, aby zapisać zmiany.

Po kliknięciu w dowolny puste pole pojawi się tak zwana maska wprowadzania „q\_\_ \_”, gdzie w miejsce pierwszych dwóch podkreśleń należy wpisać kolejny stan (tylko liczby), potem kolejny symbol i przesunięcie głowicy (w prawo „P”, w lewo „L” lub bez przejścia „-”). Nowe dane zostaną zapisane po przyciśnięciu klawisza enter lub opuszczeniu komórki. Aby przejść do pozostałych komórek, które nie zmieściły się w tabeli należy użyć pionowego lub poziomego suwaka, które znajdują się wokół tabeli.

Ustawioną konfigurację można później zapisać wybierając z menu (1) „Maszyna Turinga” i „Zapisz” lub „Zapisz jako...”. Aby usunąć bieżącą konfigurację i utworzyć czystą maszynę Turinga należy wybrać „Maszyna Turinga” i „Nowa konfiguracja”.

## 2. Wprowadzanie taśmy wejściowej i uruchomienie

Aby wprowadzić taśmę wejściową należy przejść do zakładki (2) „Taśma i uruchomienie”. Zobaczmy wtedy następującą zakładkę:



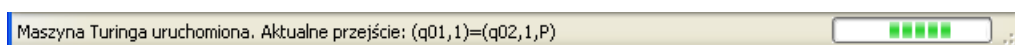
W polu taśma wejściowa wpisujemy po prostu kolejne symbole taśmy wejściowej.

Poniżej znajduje się pole „Zaczynij od znaku:” w którym wybieramy pozycję głowicy przy starcie maszyny. Pozwala to na używanie programów dla Maszyn Turinga, które wykorzystują dwustronnie nieograniczoną taśmę. Przykładem może być program mnożenia liczb binarnych, który program jest zapisany jako „MnozenieBinarne.dat” i dostarczany razem z programem. Jeśli chcemy pomnożyć binarnie  $5 * 3$  wpisujemy taśmę #####101x11 i zaczynamy od 6 znaku, dzięki czemu maszyna może później zamieniać symbole puste (#) przed pierwszą liczbą. Jeśli dodamy za małą ilość pustych znaków taśma nie zostanie zaakceptowana.

Po prawej stronie można ustawić opóźnienie między kolejnymi przejściami. Pozwala to łatwiej zdiagnozować problemy z programem.

W końcu można uruchomić Maszynę Turinga używając przycisku „Uruchom” (4). Oczywiście w każdym momencie możemy zatrzymać działanie maszyny używając przycisku „Zatrzymaj”.

Maszyna Turinga zacznie wtedy zapełniać tabelę opisów chwilowych od informacji w jakim stanie została uruchomiona, od którego znaku i z jaką taśmą. Przy każdym przejściu na pasku statusu (6) zostanie wyświetlony opis aktualnie wykonywanego przejścia np.  $(q01,1)=(q02,1,P)$ , co oznacza:  $\delta(q_1,1)=(q_2,1,P)$



Symulator sprawdza również poprawność wprowadzonej taśmy. W przypadku gdy na taśmie wejściowej znajdują się znaki nie będące w zbiorze symboli wejściowych symulator pokaże komunikat „Taśma wejściowa zawiera niedozwolone symbole. Sprawdź ustawienia maszyny.” i spróbuje kontynuować działanie.

Po zatrzymaniu maszyny wyświetli się komunikat na pasku statusu: „Maszyna Turinga zatrzymała się”, a w tabeli opisów chwilowych pojawi napis „Taśma wejściowa została zaakceptowana.” lub „Taśma wejściowa nie została zaakceptowana.”.

### **1. Sprawdzenie poprawności działania symulatora**

Symulator Maszyny Turinga został wielokrotnie sprawdzony z różnymi programami i taśmami wejściowymi. Głównym programem była różnica właściwa liczb unarnych (zapisana jako „RóżnicaWłaściwaUnarnie.dat”), która przedstawiona została w książce Johna E. Hopcrofta „Wprowadzenie do teorii automatów, języków i obliczeń”. W powyższym opisie widać na rysunkach Maszynę Turinga skonfigurowaną pod właśnie ten program. Dla wszystkich podanych taśm maszyna okazała się działać prawidłowo:

- dla pierwszej liczby większej niż druga otrzymaliśmy prawidłowy wynik,
- dla obu liczb równych lub drugiej większej niż pierwsza otrzymaliśmy ciąg składający się tylko z symboli pustych, czyli liczbę zero

Dodatkowo symulator sprawdził się dla pierwszego programu z tej książki, który akceptował tylko język  $L = \{ 0^n 1^n \mid n > 0 \}$ .