



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
WYDZIAŁ INFORMATYKI

*Instrukcja użytkowania symulatora
wielotaśmowej maszyny Turinga*

Spis treści

1	Wprowadzanie reguł przejść między stanami	1
1.1	Dodawanie nowej reguły dla maszyny jednotaśmowej	3
1.2	Edycja dodanej reguły	3
1.3	Usuwanie reguły	6
1.4	Dodawanie nowej reguły dla maszyny wielotaśmowej	6
2	Wyświetlanie i edycja zawartości taśm	8
2.1	Edycja zawartości taśm na urządzeniach z klawiaturą sprzętową . . .	8
2.2	Edycja zawartości taśm na urządzeniach bez klawiatury sprzętowej . .	11
3	Wykonywanie algorytmów	11
4	Zapis i ładowanie taśmy z pamięci dyskowej	12

Symulator został umieszczony w Internecie pod adresem <http://turingmachine.eu.org>. Po otwarciu strony internetowej aplikacji, można wprowadzić algorytm maszyny Turinga lub wybrać jeden z przykładowych algorytmów, wprowadzić zawartość taśm maszyny, a następnie można uruchomić symulator w trybie pracy ciągłej lub wykonywać pojedyncze kroki algorytmu.

Prawie cały interfejs graficzny aplikacji składa się z formularzy, złożonych z pól tekstowych, przycisków i innych elementów powszechnie występujących w Internecie i dobrze znanych osobom korzystającym z sieci WWW. Częścią interfejsu użytkownika, której wygląd i sposób obsługi są mniej oczywiste, przez co wymagają dokładniejszego opisu, jest część służąca do wyświetlania i modyfikacji zawartości taśm maszyny Turinga. Ponadto interakcja użytkownika z wymienioną częścią aplikacji przebiega nieco inaczej na urządzeniach nie posiadających sprzętowej klawiatury niż na tych posiadających taką klawiaturę. Dlatego instrukcja korzystania z tej sekcji interfejsu użytkownika zostanie podana w dwóch wersjach: w jednej dla komputerów i innych urządzeń posiadających sprzętowe klawiatury, a w drugiej dla urządzeń posiadających ekrany dotykowe z klawiaturami ekranowymi.

1 Wprowadzanie reguł przejść między stanami

Do wprowadzania reguł przejść między stanami służy formularz składający się z pól tekstowych i przycisków. Dodane reguły przejść wyświetlane są w postaci tabelarycznej. Na Rysunku 1 widać część interfejsu aplikacji służącą do wprowadzania reguł przejść między stanami.

1.1 Dodawanie nowej reguły dla maszyny jednotaśmowej

Jako pierwsze zostanie omówione wprowadzanie reguł dla maszyny jednotaśmowej, gdyż jest to najprostszy przypadek. Aby dodać nową regułę przejścia między stanami dla takiej maszyny, należy wprowadzić:

- Stan wejściowy – w polu tekstowym z etykietą „Input state:”, na rysunku jest w nim wpisana wartość „A”.
- Stan wyjściowy – w polu tekstowym z etykietą „Output state:”, na rysunku jest w nim wpisana wartość „B”.
- Symbol wejściowy – w polu tekstowym z etykietą „Input symbol:”, na rysunku jest w nim wpisana wartość „1”.
- Symbol wyjściowy – w polu tekstowym z etykietą „Output symbol:”, na rysunku jest w nim wpisana wartość „2”.

Online Turing Machine Simulator - X

← → ↻

turing.hostingasp.pl

... ✓ ☆ >> ≡

Load from file / Save to file

Przeglądaj...

Nie wybrano

Load

Save

Examples

Choose example algorithm to load

Load

Transitions

Add Tape

No transitions have been added yet.

Input state:

A

Output state:

B

Tape 1

Input symbol:

1

Output symbol:

2

Move direction

☐ Left

☐ Stay

☒ Right

Add Transition

Rysunek 1: Dodawanie reguły przejścia między stanami maszyny jednotaśmowej

- Kierunek ruchu głowicy – określa się go wybierając jeden z przycisków radiowych „Left” (w lewo), „Stay” (brak ruchu) lub „Right” (w prawo), na rysunku wybrano ruch w prawą stronę.

Następnie należy nacisnąć przycisk „Add Transition”, aby reguła przejścia między stanami została dodana. Rysunek 2 przedstawia omawianą część interfejsu aplikacji po wykonaniu powyższych czynności.

Jak widać, po dodaniu pierwszej reguły pojawia się tabela, w której wyświetlana jest dodana reguła. Kolumny tej tabeli odpowiadają polom wyżej omówionego formularza. Nagłówek każdej z kolumn odpowiada etykietce pola, którego wartość znajduje się w danej kolumnie.

Po dodaniu reguł przejść między stanami, można przejść do wprowadzania wartości taśmy, a następnie uruchomić symulator maszyny Turinga. Najpierw jednak zostanie omówiona edycja i usuwanie dodanych reguł oraz wprowadzanie reguł dla maszyny wielotaśmowej.

1.2 Edycja dodanej reguły

W tabeli z dodanymi regułami, o której mowa wyżej i która jest widoczna na Rysunku 2, w ostatniej kolumnie wiersza z dodaną regułą znajdują się przyciski służące do edycji i usuwania tej reguły. Po naciśnięciu przycisku „Edit” formularz przechodzi z trybu dodawania nowej reguły, w którym znajduje się domyślnie, do trybu edycji uprzednio dodanej reguły. Rysunek 3 pokazuje, jak wygląda wtedy interfejs użytkownika symulatora.

Stan wejściowy, stan wyjściowy, symbol wejściowy, symbol wyjściowy oraz kierunek ruchu głowicy edytowanej reguły są umieszczane w odpowiadających im polach formularza. Etykieta przycisku służącego do zapisu reguły zmienia się z „Add Transition” na „Save Transition”. Pojawia się przycisk „Cancel”, którego naciśnięcie powoduje przejście z powrotem do trybu dodawania nowej reguły.

Tryb dodawania nowej reguły różni się od trybu edycji tym, że przy zapisywaniu reguły w trybie edycji, dodana uprzednio reguła zawsze zostaje nadpisana nowymi wartościami. Dotyczy to szczególnie przypadków, gdy użytkownik zmieni stan wejściowy lub symbol wejściowy reguły. W trybie dodawania nowej reguły, podanie stanu wejściowego i symbolu wejściowego różniących się od tych w uprzednio dodanych regułach, powoduje dodanie nowej reguły, żadna reguła nie zostaje w takim przypadku nadpisana. Natomiast nawet w trybie dodawania nowej reguły, zapisanie reguły z symbolem wejściowym i stanem wejściowym identycznymi do tych w jednej z uprzednio dodanych reguł, powoduje nadpisanie uprzednio dodanej reguły.

Online Turing Machine Simulator - X
+
-
□
X

←
→
↻
turing.hostingasp.pl
...
✓
☆
>>
☰

Load from file / Save to file

Przeglądaj...
Nie wybrano
Load
Save

Examples

Choose example algorithm to load
Load

Transitions

Add Tape

Input state	Output state	Input symbol	Output symbol	Move direction	
A	B	1	2	Right	Edit Delete

Input state:
A

Output state:
B

Tape 1

Input symbol:
1

Output symbol:
2

Move direction

☐ Left
☐ Stay
☒ Right

Add Transition

Rysunek 2: Dodana reguła przejścia między stanami

Online Turing Machine Simulator - X

+

–

□

×

←

→

↺

i

turing.hostingasp.pl

...

✓

☆

»

≡

Load from file / Save to file

Przeglądaj...

Nie wybrano

Load

Save

Examples

Choose example algorithm to load

Load

Transitions

Add Tape

Input state	Output state	Input symbol	Output symbol	Move direction	
A	B	1	2	Right	Edit Delete

Input state:

A

Output state:

B

Tape 1

Input symbol:

1

Output symbol:

2

Move direction

☐ Left
 ☐ Stay
 ☒ Right

Save Transition

Cancel

Rysunek 3: Edycja reguły przejścia między stanami

6

1.3 Usuwanie reguły

Po naciśnięciu przycisku „Delete” obok danej reguły w tabeli z listą dodanych reguł widocznej na Rysunku 3, zostaje wyświetlony komunikat z prośbą o potwierdzenie chęci usunięcia reguły. Jeżeli użytkownik potwierdzi, reguła zostaje usunięta. Z tabeli z listą dodanych reguł znika wtedy wiersz, który dotyczył usuniętej reguły.

1.4 Dodawanie nowej reguły dla maszyny wielotaśmowej

Formularz służący do wprowadzania reguł przejść między stanami domyślnie zawiera pola dla tylko jednej taśmy. Aby dodawać reguły dla wielotaśmowej maszyny Turinga, należy dodać kolejną taśmę naciskając przycisk „Add Tape”, znajdujący się obok nagłówka omawianej części interfejsu aplikacji. Można dodać dowolną liczbę taśm, naciskając ten przycisk wielokrotnie. Rysunek 4 pokazuje interfejs aplikacji po naciśnięciu tego przycisku.

Jeżeli przed dodaniem taśmy dodano jakiejkolwiek reguły przejść między stanami, to po dodaniu taśmy takie reguły nie są poprawne, ponieważ brakuje w nich symbolu wejściowego i symbolu wyjściowego dla nowo dodanej taśmy. W tabeli z dodanymi regułami komórki wyświetlające brakujące symbole są wyróżnione czerwonym kolorem tła.

Po naciśnięciu przycisku „Add Tape” pod polami dotyczącymi pierwszej taśmy pojawia się etykieta z numerem kolejnej taśmy oraz zestaw pól służących do wprowadzania symbolu wejściowego, symbolu wyjściowego oraz kierunku ruchu głowicy na tej taśmie. Na Rysunku 5 widać, jak wygląda tabela z dodanymi regułami po utworzeniu reguły dla maszyny wielotaśmowej.

Symbole wejściowe i wyjściowe, a także kierunki ruchu głowic dla kolejnych taśm wyświetlane są jeden pod drugim, poprzedzone etykietami z numerami taśm, aby tabela nie miała zbyt dużej szerokości po dodaniu kolejnych taśm.

2 Wyświetlanie i edycja zawartości taśm

Taśmy maszyny Turinga nie są wyświetlane ani edytowane przy użyciu pól tekstowych. Używają elementów *canvas*, w których rysowane są poszczególne komórki taśm oraz symbole w nich zapisane. Rysunek 6 przedstawia część interfejsu graficznego aplikacji, w której wyświetlona jest m. in. zawartość taśmy. Komórki taśmy to kwadratowe pola, na rysunku widać cztery komórki, w których zapisane są kolejno symbole „2”, „3”, „4” i „5”. Komórka, nad którą znajduje się głowica maszyny Turinga, jest otoczona pogrubionym obramowaniem. Czerwona ramka wskazuje pozycję, która jest aktualnie edytowana przez użytkownika lub była edytowana jako ostatnia.

Online Turing Machine Simulator - X

+

-

□

×

←

→

↺

📄

turing.hostingasp.pl

...

🔒

☆

»

☰

Transitions

Add Tape

No transitions have been added yet.

Input state:

A

Output state:

B

Tape 1

Input symbol:

1

Output symbol:

2

Move direction

☐ Left
☐ Stay
☒ Right

Tape 2

Input symbol:

3

Output symbol:

4

Move direction

☒ Left
☐ Stay
☐ Right

Add Transition

Rysunek 4: Dodawanie reguły przejścia między stanami maszyny dwutaśmowej

Online Turing Machine Simulator - X
+
-
□
X

←
→
↻
turing.hostingasp.pl
...
✓
☆
>>
☰

Transitions

Add Tape

Input state	Output state	Input symbol	Output symbol	Move direction	
A	B	Tape 1			Edit
		1	2	Right	
		Tape 2			Delete
		3	4	Left	

Input state:

Output state:

Tape 1

Input symbol:

Output symbol:

Move direction

☐ Left
☐ Stay
☒ Right

Tape 2

Input symbol:

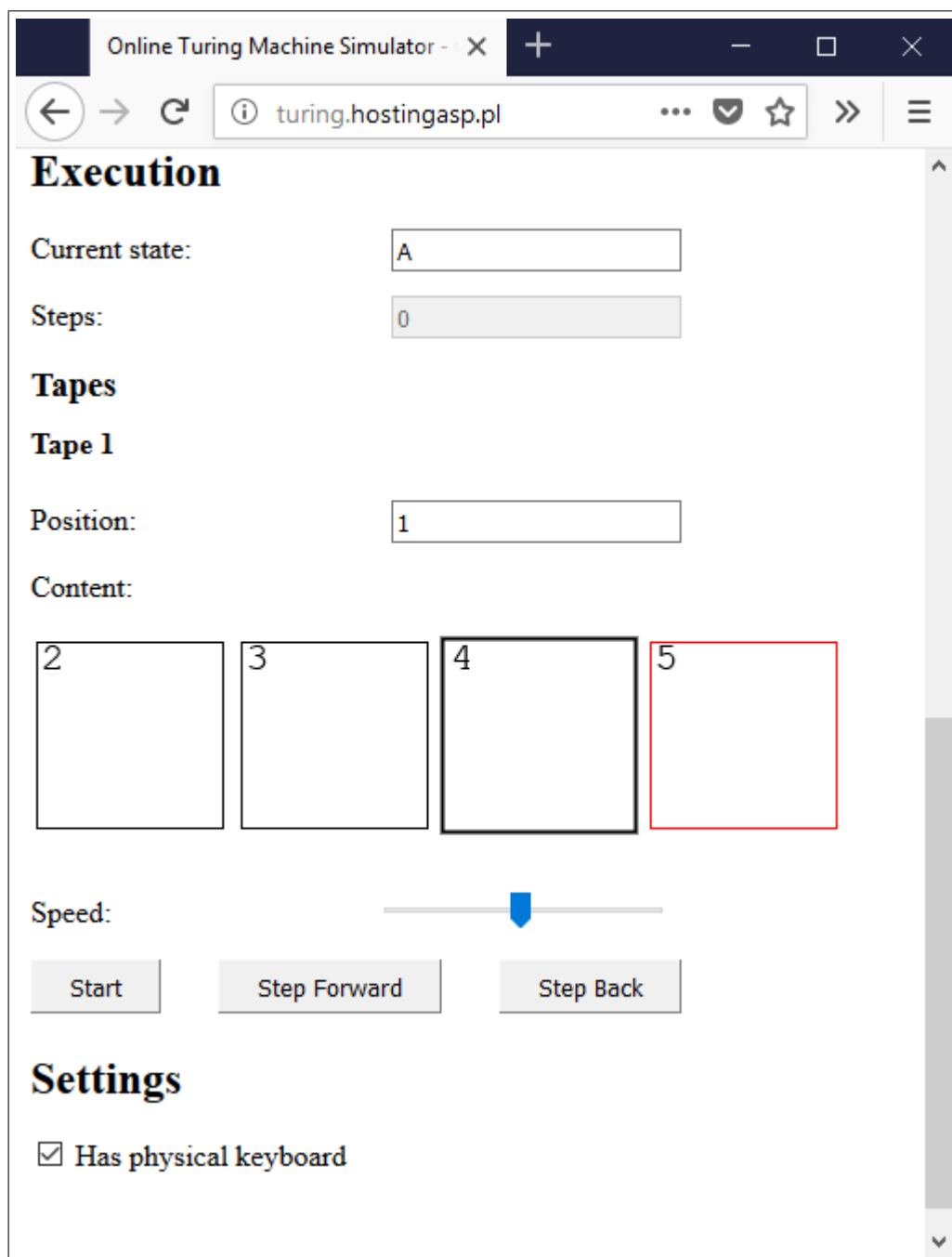
Output symbol:

Move direction

☒ Left
☐ Stay
☐ Right

Add Transition

Rysunek 5: Dodana reguła przejścia między stanami maszyny dwutaśmowej



Rysunek 6: Część interfejsu użytkownika dotycząca wykonywania algorytmów

2.1 Edycja zawartości taśm na urządzeniach z klawiaturą sprzętową

Aby edytować zawartość komórek taśmy używając komputera lub innego urządzenia posiadającego klawiaturę sprzętową, należy uczynić element *canvas* wyświetlający zawartość danej taśmy aktywnym – używając klawiatury, myszy lub innego urządzenia wskazującego. Można wtedy przy użyciu klawiatury wpisywać symbole, które znajdują się w komórkach taśmy.

Aby przejść do następnej komórki, można nacisnąć klawisz spacji, strzałki w prawo, strzałki w dół lub kliknąć na tą komórkę myszą. Aby przejść do poprzedniej komórki, można nacisnąć klawisz strzałki w lewo lub strzałki w górę albo kliknąć na tą komórkę myszą. Można również „przewijać” taśmę przemieszczając wskaźnik myszy w lewo lub w prawo, z wciśniętym lewym przyciskiem myszy. Zamiast myszy można używać innego urządzenia wskazującego.

Aby usunąć wcześniej wpisany symbol, należy użyć klawisza Backspace, którego naciśnięcie usuwa ostatni znak symbolu znajdującego się w danej komórce taśmy. Nie ma możliwości usunięcia znaków wcześniejszych niż ostatni bez uprzedniego usunięcia ostatniego znaku. Aby zmienić uprzednio wprowadzony symbol, należy najpierw usunąć stary symbol, a następnie wprowadzić nowy.

Na każdym urządzeniu posiadającym ekran dotykowy symulator domyślnie działa tak, jakby urządzenie nie miało klawiatury sprzętowej. Dzieje się tak dlatego, że wykrycie klawiatury sprzętowej jest niemożliwe do momentu, kiedy użytkownik naciśnie na niej jakiś klawisz. Jeżeli użytkownik chce edytować zawartość taśm posługując się klawiaturą sprzętową połączoną z urządzeniem posiadającym ekran dotykowy, musi zaznaczyć pole wyboru oznaczone etykietą „Has physical keyboard”, znajdujące się w kolejnej sekcji interfejsu aplikacji, mającej nagłówek „Settings”, widocznej w dolnej części Rysunku 6.

2.2 Edycja zawartości taśm na urządzeniach bez klawiatury sprzętowej

Aby edytować zawartość komórek taśmy używając smartfona lub innego urządzenia nie posiadającego klawiatury sprzętowej, ale posiadającego ekran dotykowy i klawiaturę ekranową, należy dotknąć ekranu w miejscu, w którym wyświetlana jest komórka taśmy, do której chcemy wpisać symbol. Zostanie wtedy wyświetlone okno, w którym można wpisać symbol, który znajdzie się na taśmie. Razem z tym oknem wyświetlona zostanie klawiatura ekranowa, używając której można od razu wpisywać znaki tworzące wprowadzany symbol. Można również wpisać symbole od razu do wielu komórek. Kolejne symbole należy wtedy wpisać w tym samym oknie, roz-

dzielone spacjami. Kolejne symbole zostaną wpisane do kolejnych komórek taśmy, poczynawszy od tej, do której byłyby wpisany pojedynczy symbol.

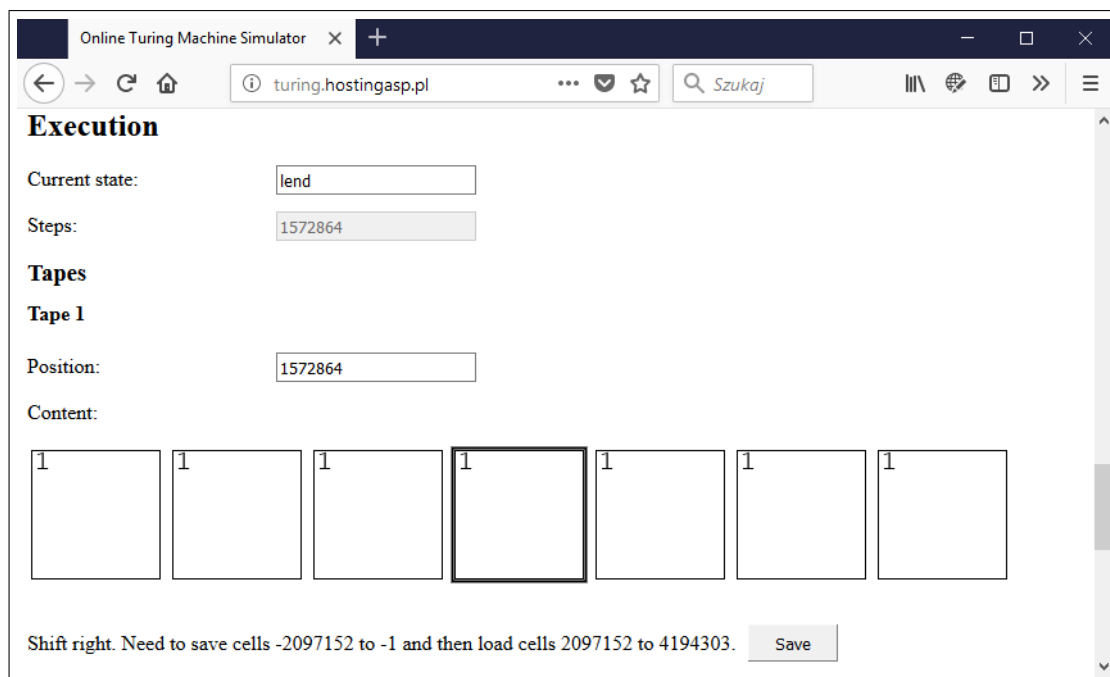
Aby wyświetlić komórki taśmy dalsze lub wcześniejsze od wyświetlanych w danym momencie, można „przewinąć” taśmę w taki sam sposób, jak przewija się zawartość okna, która nie mieści się na ekranie – przesuwając palec po ekranie w lewo lub w prawo, w obrębie miejsca, w którym wyświetlona jest taśma maszyny Turinga.

Aby usunąć lub zmienić wcześniej wprowadzony symbol należy zrobić to samo, co przy wpisywaniu nowego symbolu, czyli dotknąć ekranu w miejscu, gdzie wyświetlana jest komórka taśmy, której zawartość chcemy edytować. W oknie, które się pojawi, wyświetlony zostanie uprzednio wprowadzony symbol. Używając klawiatury ekranowej można go dowolnie zmienić lub całkowicie usunąć.

3 Wykonywanie algorytmów

Po wprowadzeniu reguł przejść między stanami oraz zawartości taśm, należy wprowadzić stan początkowy maszyny Turinga, aby móc rozpocząć wykonywanie algorytmu przez symulator. Stan początkowy wpisuje się w polu oznaczonym etykietą „Current State”, widocznym na Rysunku 6 i znajdującym się tuż pod nagłówkiem omawianej sekcji interfejsu użytkownika. Można ponadto ustawić pozycję głowicy na każdej z taśm – wpisując numer komórki, nad którą ma się znaleźć głowica, w polu oznaczonym etykietą „Position:”, znajdującym się poniżej etykiety z numerem taśmy.

Aby wykonać pojedynczy krok algorytmu, należy nacisnąć przycisk „Step Forward”. Przed rozpoczęciem wykonywania algorytmu w trybie pracy ciągłej, można wybrać szybkość wykonywania kroków używając suwaka z etykietą „Speed:”. Przesunięcie suwaka maksymalnie w prawo powoduje, że między kolejnymi krokami nie ma żadnego opóźnienia, kolejne kroki wykonywane są bardzo szybko. Przesunięcie suwaka maksymalnie w lewo wprowadza 2 sekundy opóźnienia pomiędzy kolejnymi krokami. Kolejne pozycje pośrednie, zaczynając od lewej strony, zmniejszają opóźnienie liniowo, poczynawszy od wspomnianych 2 sekund na początku, a skończywszy na braku opóźnienia na końcu, czyli po prawej stronie suwaka. Przykładowo, po ustawieniu suwaka w połowie zakresu jego wartości, kolejne kroki będą wykonywane co 1 sekundę. Po wybraniu pożądanej szybkości wykonywania kroków, należy nacisnąć przycisk „Start”, aby rozpocząć wykonywanie algorytmu w trybie pracy ciągłej. Etykieta tego przycisku zmieni się wtedy na „Stop”. Aby następnie zatrzymać wykonywanie algorytmu, należy nacisnąć ten sam przycisk, mający wtedy etykietę „Stop”. Ostatni wykonany krok można cofnąć naciskając przycisk „Step Back”.



Rysunek 7: Komunikat mówiący o możliwości zapisania na dysku części taśmy

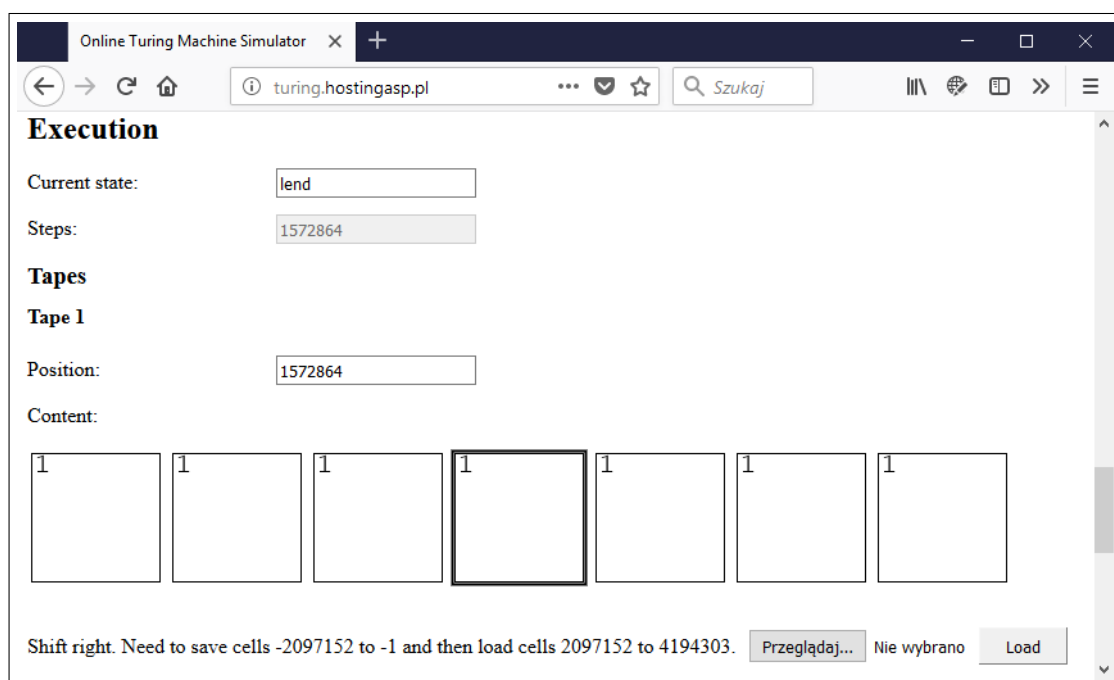
4 Zapis i ładowanie taśmy z pamięci dyskowej

Po przekroczeniu limitu liczby symboli przechowywanych w pamięci operacyjnej, wynoszącego około 4 milionów symboli dla każdej z taśm, należy zapisać część taśmy w pamięci dyskowej, aby mogła zostać zwolniona pamięć operacyjna dla kolejnych symboli taśmy. Aplikacja wyświetla wtedy komunikat widoczny na Rysunku 7.

Wraz z komunikatem wyświetlany jest przycisk „Save”, po którego naciśnięciu otwierane jest okno dialogowe wyboru ścieżki do zapisu pliku zawierającego część symboli taśmy.

Jeżeli komórki, które mają być umieszczone w pamięci operacyjnej, zostały wcześniej zapisane w pamięci dyskowej, to należy je stamtąd z powrotem załadować. Po naciśnięciu przycisku „Save”, o którym mowa powyżej, wyświetlane jest pole wyboru pliku oraz przycisk „Load”. Służą one do ładowania symboli taśmy z pliku. Widać to na Rysunku 8.

Jeżeli użytkownik chce pominąć ładowanie symboli taśmy z dysku, to może rozpocząć pracę symulatora w trybie ciągłym lub wykonać pojedynczy krok algorytmu, a wtedy zniknie komunikat mówiący o możliwości załadowania symboli taśmy z pliku. Zniknie również pole wyboru pliku, a także przycisk „Load”.



Rysunek 8: Komunikat mówiący o możliwości załadowania części taśmy z dysku