

# Teoretyczne podstawy informatyki

## zadanie 15

Jarosław Socha

19 marca 2024

### 1 Treść zadania

#### **Zadanie 15**

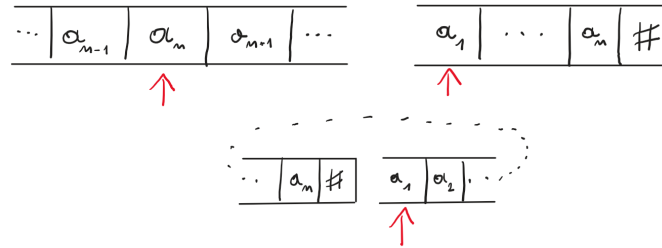
Maszyna kolejkowa to automat (podobny do automatu ze stosem), posiadający alfabet kolejkowy  $\Gamma$  i alfabet wejściowy  $\Sigma \subset \Gamma$ . Na początku słowo wejściowe jest wpisane w kolejkę (dane są zakończone specjalnym symbolem  $\# \in \Gamma \setminus \Sigma$ ). W każdym ruchu automat może ściągnąć jedną literę z początku kolejki i na podstawie tej litery oraz swego aktualnego stanu zmienić stan i dodać na końcu kolejki słowo należące do  $\Gamma^*$ . Maszyna akceptuje przez uzyskanie pustej kolejki. Pokaż, że maszyna kolejkowa ma moc maszyny Turinga.

### 2 Rozwiązanie

Definicja maszyny kolejkowej jest bardzo podobna do definicji maszyny Turinga, główna różnica między nimi to struktura, w jakiej przetrzymujemy słowo, nad którym pracuje maszyna. Wystarczy zatem, że pokażemy, że w kolejce da się symulować operacje maszyny Turinga.

Stan akceptujący zasymulujemy, dodając do maszyny kolejkowej stan, który opróżni kolejkę w momencie gdy słowo byłoby zaakceptowane przez maszynę Turinga, tym samym akceptując słowo pustą kolejką.

Do alfabetu taśmowego dodamy symbol \$, który posłuży nam jako znacznik. Następnie będziemy musieli zdefiniować odpowiedniki poruszania się na taśmie dla maszyny kolejkowej (ruchy w lewo  $\leftarrow$ , w prawo  $\rightarrow$  i pozostanie w miejscu  $\downarrow$ ).



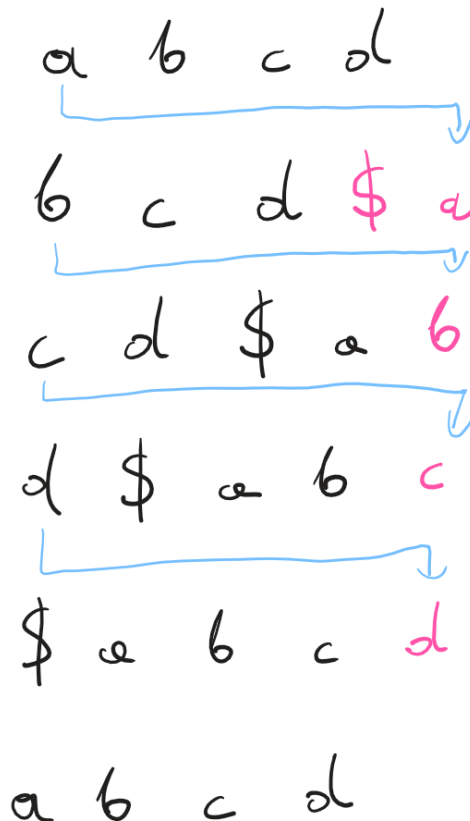
Rysunek 1: Po lewej taśma maszyny Turinga, po prawej kolejka, a po środku kolejka, którą będziemy „zapętlać” aby symulować taśmę.

## 2.1 Przesunięcie w prawo $\rightarrow$

Aby przesunąć się o jeden symbol w prawo, wystarczy zdjąć symbol z kolejki i wrzucić ten symbol na jej koniec.

## 2.2 Pozostanie w miejscu $\downarrow$

Po ściągnięciu pierwszego symbolu, zanim odłożymy go na koniec kolejki, odkładamy na koniec kolejki symbol \$. Następnie ściągamy i odkładamy symbole, aż nie trafimy na symbol \$



Rysunek 2: Wizualizacja pozostania w miejscu. Różowy kolor oznacza świeżo dodaną literę.

### 2.3 Przesunięcie w lewo ←

Na początku wrzucamy na koniec kolejki symbol \$, ale nie wrzucamy przeczytanego symbolu z powrotem na koniec kolejki. Zamiast tego zapamiętujemy ten symbol w stanie i wrzucamy go dopiero po kolejnym ruchu. Dzięki temu, gdy dojdziemy do znacznika \$, w pamięci będzie symbol po lewej od oryginalnej pozycji głowicy. Wtedy wystarczy, że wrzucimy na koniec kolejki symbol \$, a następnie umieścimy tam zapamiętany symbol. Teraz wystarczy odkładać przeczytany symbol na koniec kolejki, aż nie przeczytamy symbolu \$.



Rysunek 3: Wizualizacja przesunięcia w lewo w kolejce. Na czerwono oznaczony jest symbol zapamiętany za pomocą stanu.

Pokazaliśmy, że kolejką da się symulować operacje maszyny Turinga, więc automat kolejkowy ma moc maszyny Turinga.