

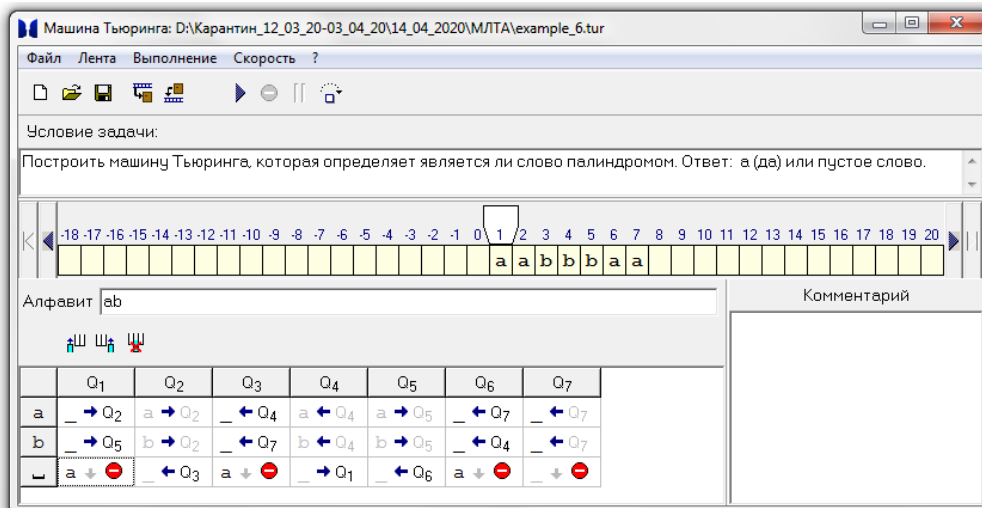
## Практичне заняття 12.04.2021, 19.04.2021

### Машина Тьюринга

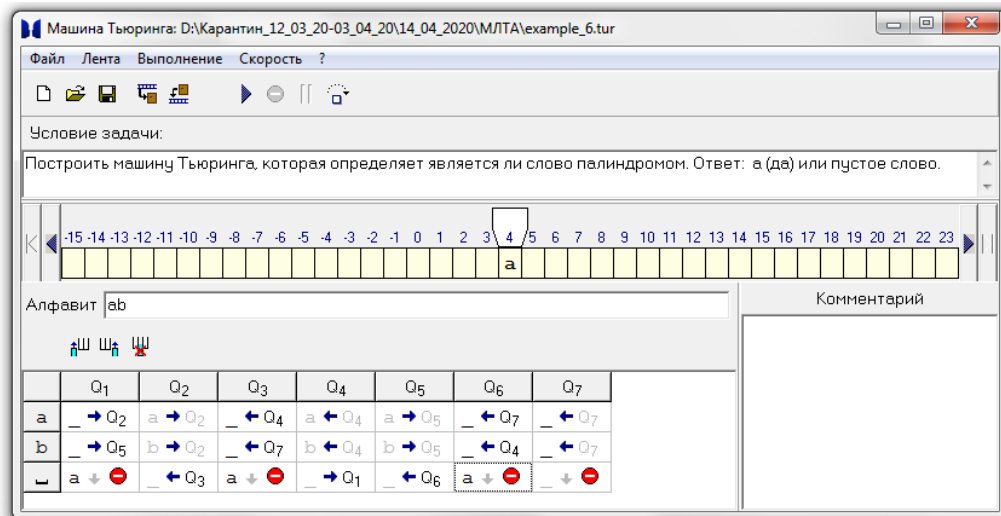
6. Нехай задано алфавіт  $\{a, b\}$ ,  $\lambda$  – порожній символ. Побудувати машину Тьюрінга, яка визначає чи є слово  $P$  паліндромом. Відповідь:  $a$  (так) або порожнє слово.

	1	2	3	4	5	6	7
$a$	$2\lambda R$	$2aR$	$4\lambda L$	$4aL$	$5aR$	$7\lambda L$	$7\lambda L$
$b$	$5\lambda R$	$2bR$	$7\lambda L$	$4bL$	$5bR$	$4\lambda L$	$7\lambda L$
$\lambda$	$0aS$	$3\lambda L$	$0aS$	$1\lambda R$	$6\lambda L$	$0aS$	$0\lambda S$

Нехай задано слово  $aabbbaa$ . Маємо таку початкову конфігурацію:



Заклучна конфігурація має вигляд:



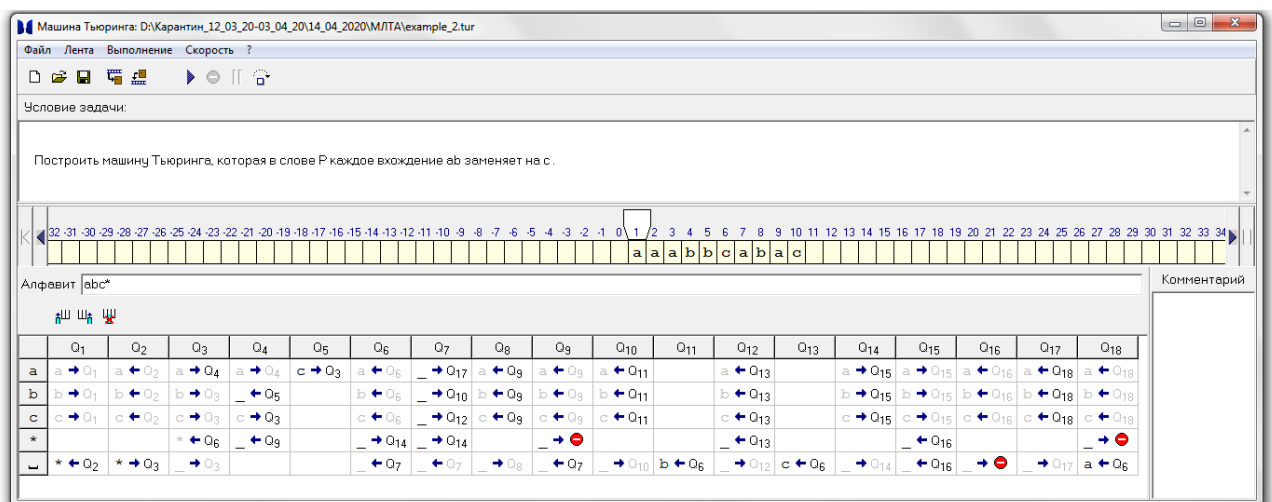
7. Нехай задано алфавіт  $\{a, b, c, *\}$ ,  $\lambda$  – порожній символ. Побудувати машину Тьюрінга, яка в слові  $P$  кожне входження  $ab$  замінює на  $c$ .

	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_8$	$q_9$
$a$	$q_1 a R$	$q_2 a L$	$q_4 a R$	$q_4 a R$	$q_3 c R$	$q_6 a L$	$q_{17} \lambda R$	$q_9 a L$	$q_9 a L$
$b$	$q_1 b R$	$q_2 b L$	$q_3 b R$	$q_5 \lambda L$	—	$q_6 b L$	$q_{10} \lambda R$	$q_9 b L$	$q_9 b L$
$c$	$q_1 c R$	$q_2 c L$	$q_3 c R$	$q_3 c R$	—	$q_6 c L$	$q_{12} \lambda R$	$q_9 c L$	$q_9 c L$
$*$	—	—	$q_6 * L$	$q_9 \lambda L$	—	$q_{14} \lambda R$	$q_{14} \lambda R$	—	$q_0 \lambda R$
$\lambda$	$q_2 * L$	$q_3 * R$	$q_3 \lambda R$	—	—	$q_7 \lambda L$	$q_7 \lambda L$	$q_8 \lambda R$	$q_7 \lambda L$

	$q_{10}$	$q_{11}$	$q_{12}$	$q_{13}$	$q_{14}$	$q_{15}$	$q_{16}$	$q_{17}$	$q_{18}$
$a$	$q_{11} a L$	—	$q_{13} a L$	—	$q_{15} a R$	$q_{15} a R$	$q_{16} a L$	$q_{18} a L$	$q_{18} a L$
$b$	$q_{11} b L$	—	$q_{13} b L$	—	$q_{15} b R$	$q_{15} b R$	$q_{16} b L$	$q_{18} b L$	$q_{18} b L$
$c$	$q_{11} c L$	—	$q_{13} c L$	—	$q_{15} c R$	$q_{15} c R$	$q_{16} c L$	$q_{18} c L$	$q_{18} c L$
$*$	—	—	$q_{13} \lambda L$	—	—	$q_{16} \lambda L$	—		$q_0 \lambda R$
$\lambda$	$q_{10} \lambda R$	$q_6 b L$	$q_{12} \lambda R$	$q_6 c L$	$q_{14} \lambda R$	$q_{16} \lambda L$	$q_0 \lambda R$	$q_{17} \lambda R$	$q_6 a L$

Опис алгоритму. Проходимо до кінця заданого слова і ставимо  $*$ . Потім повертаємося і ставимо  $*$  перед першим символом слова (реалізується станами  $q_1$  і  $q_2$ ). Замінюємо кожне входження  $ab$  на  $c\lambda$  (реалізується станами  $q_3$ - $q_5$ ).

Стани  $q_6$ - $q_{18}$  зсув символів слова вправо, так щоб не було порожніх символів всередині слова.

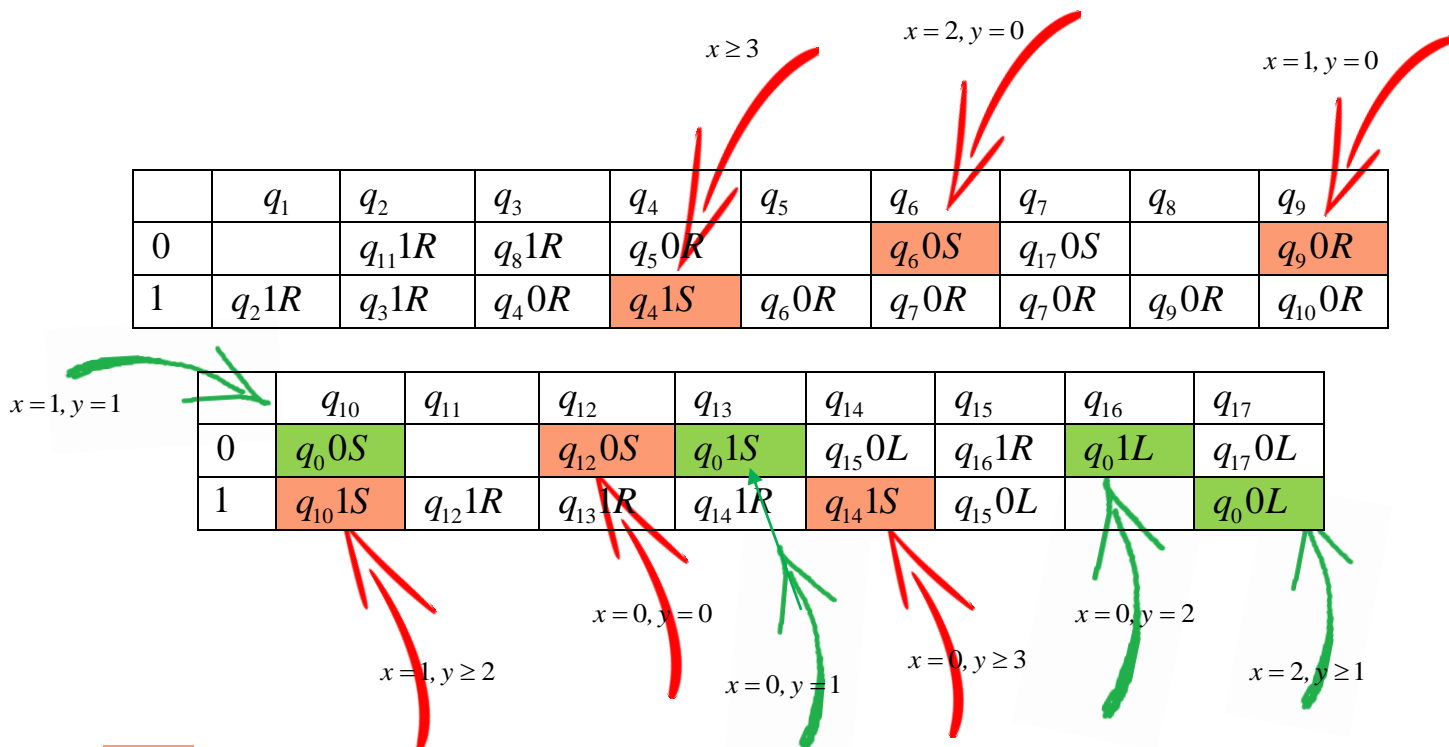


8. Побудувати машину Тьюрінга, яка обчислює функцію  $f(x, y) = \frac{4-2x}{y^2}$

в алфавіті  $\{0,1\}$ .

Функція визначена тільки для таких значень аргументів:  $(0,1)$ ,  $(0,2)$ ,  $(1,1)$  та  $(2,\beta)$ , де  $\beta \geq 1$ . Отже

$$f(x, y) = \frac{4-2x}{y^2} = \begin{cases} x=0, y=0, f - \text{невизн.}, \\ x=0, y=1, f=4, \\ x=0, y=2, f=1, \\ x=0, y \geq 3, f - \text{невизн.}, \\ x=1, y=0, f - \text{невизн.}, \\ x=1, y=1, f=2, \\ x=1, y \geq 2, f - \text{невизн.}, \\ x=2, y=0, f - \text{невизн.}, \\ x=2, y \geq 1, f=0, \\ x \geq 3, \forall y, f - \text{невизн.} \end{cases}$$



Відповідає випадкам невизначеності

Відповідає випадкам визначеності заданої функції

Для перевірки використаємо інший емулятор машини Тьюрінга `mturing.exe`.

## Нормальні алгоритми Маркова

**Приклад 1.** Нехай задано алфавіт  $A = \{0, 1, 2\}$  і  $\lambda$  – порожній символ. Вважаючи слово  $P$  записом числа в трійковій системі числення, отримати остачу від ділення цього числа на 2, тобто отримати слово 1, якщо число непарне, або слово 0, якщо число парне.

Зауваження: в парному трійковому числі має бути парна кількість цифр 1.

Число	Запис в трійковій системі	Остача від ділення на 2
0	0	0
1	1	1
2	2	0
3	10	1
4	11	0
5	12	1
6	20	0
7	21	1
8	22	0
9	100	1
10	101	0
11	102	1
12	110	0

- 1)  $0 \rightarrow \lambda$
- 2)  $2 \rightarrow \lambda$
- 3)  $11 \rightarrow \lambda$
- 4)  $1 \rightarrow \bullet 1$
- 5)  $\lambda \rightarrow \bullet 0$

Видаляємо всі цифри 0 і 2 (підстановки 1 і 2).

Якщо кількість 1 парна, то після виконання підстановки 3 отримаємо порожнє слово, виконаємо підстановку 5 і отримаємо відповідь 0. Якщо кількість 1 непарна, то після виконання підстановки 3 отримаємо одну 1, виконаємо підстановку 4 і отримаємо відповідь 1.

Наприклад,  $P = 110220112120221$ . Це число 6860320 в десятковій системі

$P = 110220112120221$

110220112120221

11220112120221

1122112120221

112211212221

11211212221

числення. Слово  $P' = 0$ .

...

111111

1111

11

$\lambda$

0

