Optymalizacja systemu sygnalizacji świetlnej w oparciu o przepływowy model ruchu pojazdów.

Michał Lis

14 września 2019

Spis treści

Rozdział 1

Środowiska symulacyjne i ich nauka

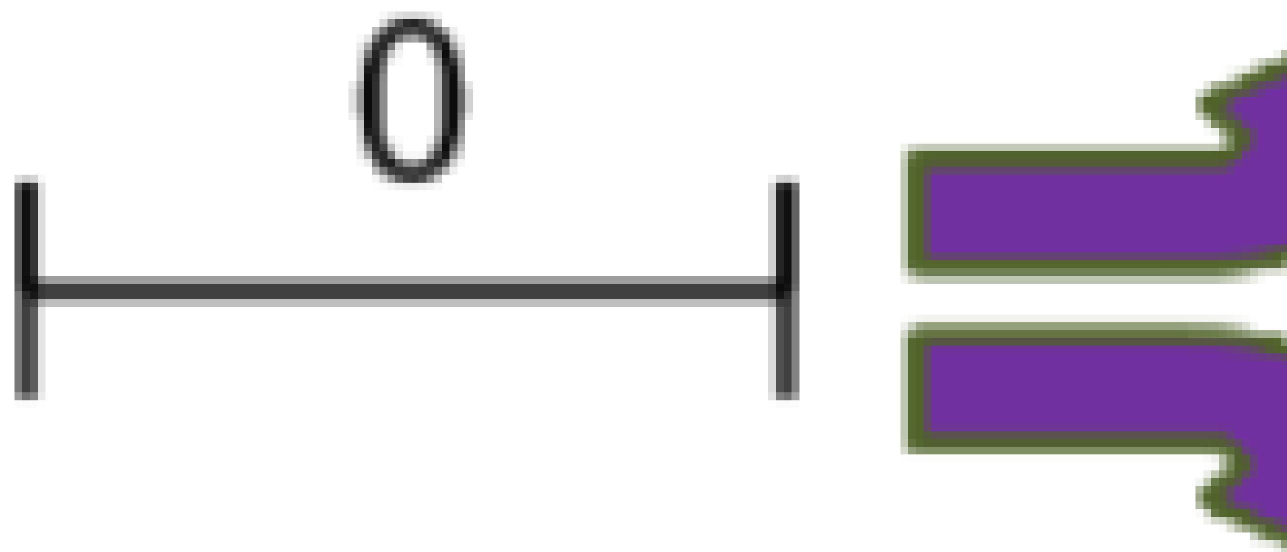
- Sposób przepływu przez skrzyżowanie z powyższego obrazka definiuje macierz prawdopodobieństwa $\mathbf{P}$ określoną w przykładzie

- Do sieci nie napływają żadne pojazdy, zatem wartości wektora źródła są równe 0 co jest zapisane jako $\mathbf{u(t)} = \theta$ dla dowolnego t.

- Liczba pojazdów będąca na odcinku jest ograniczona przez $N_j(t) = 7$ dla dowolnego odcinka i i chwili t.

- Maksymalny przepływ pojazdów w jednym interwale to $Q_j(t) = 4$

1.1 Środowisko 1

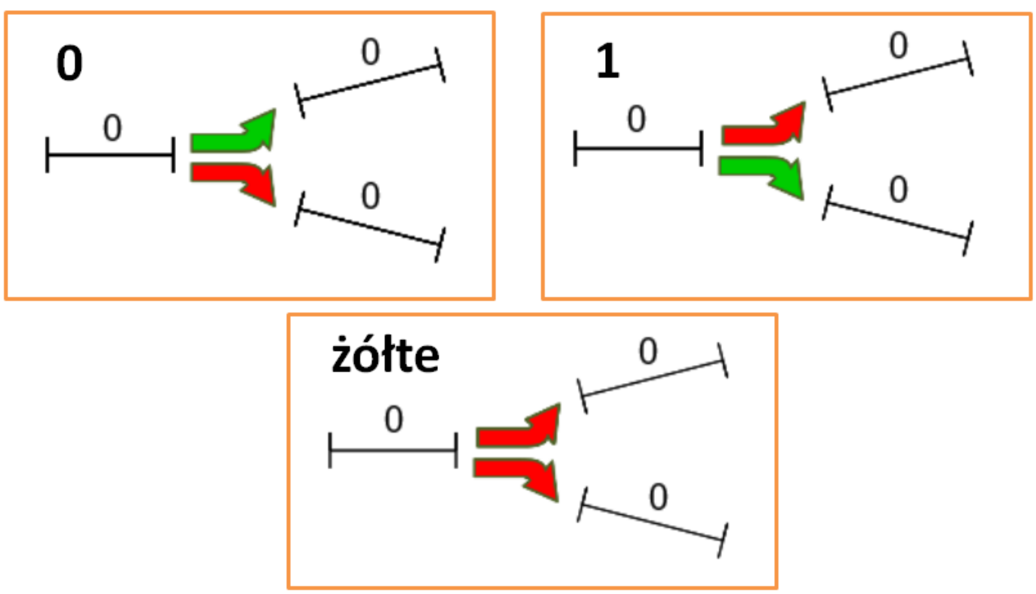


Rysunek 1.1: Środowisko 1

Środowisko posiada 3 jednokierunkowe drogi. Każda droga ma 1 odcinek co daje w sumie 3 odcinki (są numerowane od 0 co widać na rysunku 1.1). W sieci dróg znajduje się 1 skrzyżowanie. Jest do niego przypisany agent, który odpowiada za sterowanie sygnalizacją świetlną.

1.1.1 Fazy świetlne

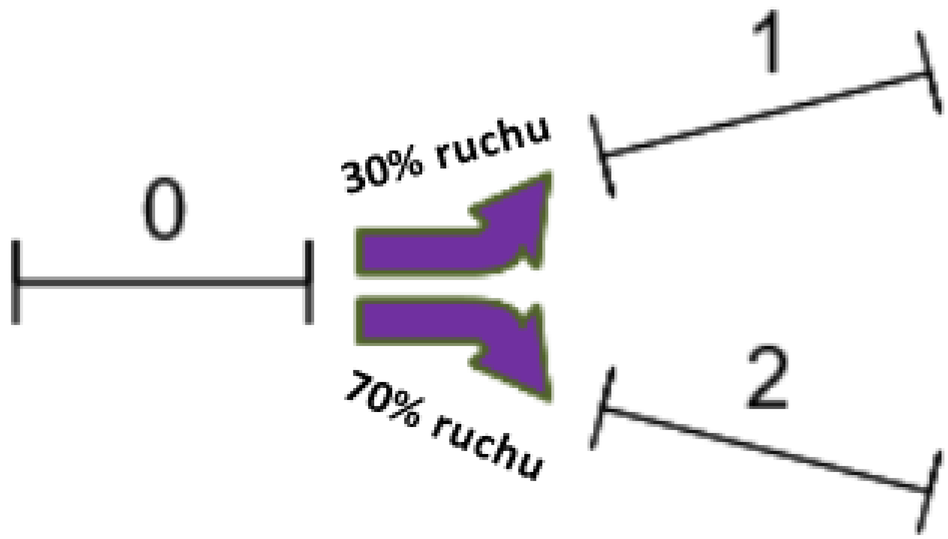
Skrzyżowanie posiada 3 fazy świetlne. Faza 0 i 1 umożliwiają skręt odpowiednio w lewo i w prawo. Automatycznie ustawiana jest faza żółtych świateł przez 2 interwały czasowe w przypadku podjęcia akcji zmiany faz z 0 na 1 lub odwrotnie.



Rysunek 1.2: Środowisko 1 - fazy świateł

1.1.2 Przepływ pojazdów

30 procent pojazdów będących na odcinku 0 ma zamiar jazdy w lewo. Pozostałe 70 procent skręca w prawo.



Rysunek 1.3: Środowisko 1 - prawdopodobienstwa przejazdów

Definiuje to następującą macierz prawdopodobienstwa przejazdow:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{1.1}$$

1.1.3 Macierze świateł i stanowe dla poszczególnych faz świateł

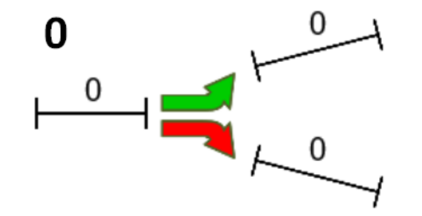
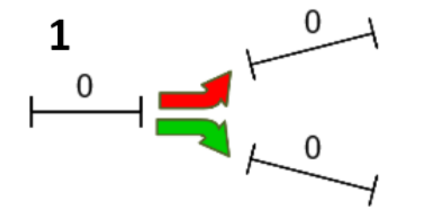
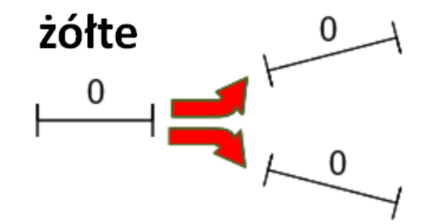
Macierze swiatel S oraz stanowe A sa nastepujace w zaleznosci od fazy.

1.1.4 Korki

Powyższe przedstawienie macierzy stanowej nie zawiera w sobie jeszcze pojęcia korka. W jednym interwale czasowym może przejechać przez skrzyżowanie astronomiczna wręcz liczba pojazdów. Dodane zostanie zatem ograniczenie do maksymalnie 10 pojazdów przejeżdżających w trakcie jednego interwału czasowego. Należy sformułować funkcję, która określi przepływ z uwzględnieniem tworzenia się korka w przypadku większej liczby pojazdów. Niech i, j oznaczają rozważane odcinki wlotowe i wylotowe. Wtedy funkcja korka jest następująca:

$$f(i,j) = \begin{cases} 0 & \text{dla } S[i,j] = 0 \text{ - czerwone światło} \quad (1.2) \\ P[i,j] & \text{dla } S[i,j] = 1 \wedge P[i,j]x[i] < 10 \text{ - zielone światło, bez korka} \quad (1.3) \\ \dfrac{10}{x[i]} & \text{dla } S[i,j] = 1 \wedge P[i,j]x[i] \geq 10 \text{ - zielone światło i korek} \quad (1.4) \end{cases}$$

Wtedy macierz stanowa A przedstawia się następująco:

Faza	**S**	**A**
	$\begin{bmatrix}0&0&0\\1&0&0\\0&0&0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}0.7&0&0\\0.3&0&0\\0&0&0\end{bmatrix}$
	$\begin{bmatrix}0&0&0\\0&0&0\\1&0&0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}0.3&0&0\\0&0&0\\0.7&0&0\end{bmatrix}$
	$\begin{bmatrix}0&0&0\\0&0&0\\0&0&0\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}1&0&0\\0&0&0\\0&0&0\end{bmatrix}$

$$A = \begin{bmatrix} 1 - f(0,1) - f(0,2) & 0 & 0 \\ f(0,1) & 0 & 0 \\ f(0,2) & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Warto zauważyć, że chociaż mamy teraz jeden wzór na macierz stanową, to dalej A jest zależne nie tylko od fazy świateł, ale także ilości pojazdów na poszczególnych odcinkach (w przypadku tego Środowiska jedynie od ilości pojazdów na odcinku 0).

1.1.5 Końcowe równanie stanu - podsumowanie wzorów matematycznych

Równanie stanu jest następujące:

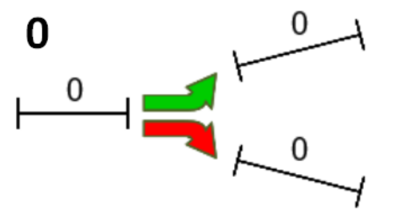
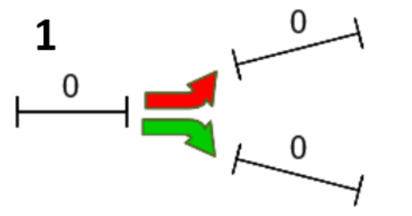
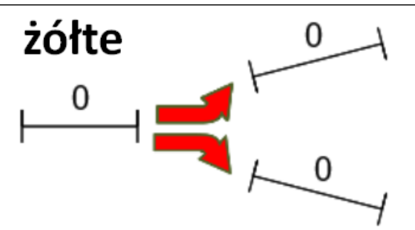
$$x(t) = A(t-1)x(t-1) + u(t-1)$$

Równanie macierzy stanowej to:

$$A = \begin{bmatrix} 1 - f(0,1) - f(0,2) & 0 & 0 \\ f(0,1) & 0 & 0 \\ f(0,2) & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Funkcja f jest zdefiniowana następująco:

$$f(i,j) = \begin{cases} 0 & \text{dla } S[i,j] = 0 \text{ - czerwone światło} \quad (1.5) \\ P[i,j] & \text{dla } S[i,j] = 1 \land P[i,j]x[i] < 10 \text{ - zielone światło, bez korka} \quad (1.6) \\ \dfrac{10}{x[i]} & \text{dla } S[i,j] = 1 \land P[i,j]x[i] \geq 10 \text{ - zielone światło i korek} \quad (1.7) \end{cases}$$

Faza	**S**
	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Macierzą prawdopodobieństwa jest:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0 & 0 \\ 0.7 & 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{1.8}$$

Macierze sygnalizacji świetlnej S są następujące dla poszczególnych faz:

Ciąg wektorów u określa pojazdy napływające do układu. Pierwszy element trójelementowy wektora $u(t-1)$ jest dowolny i określa ilość pojazdów, które wjeżdżają na odcinek 0. Pozostałe 2 elementy wektora $u(t-1)$ to zera, bo tylko na początku odcinka 0 istnieje źródło ruchu.