Automatyka Pojazdowa

PROJKET INTELIGENTNEJ SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ

Andrzej Brodzicki  
Aleksadner Pasiut  
Michał Trojnarski  
Mateusz Wąsala

# Ogólne założenia

Projektowana sygnalizacja świetlna przeznaczona jest dla skrzyżowania ulic Piastowskiej i Armii Krajowej w Krakowie. Jej zadaniem jest inteligentne sterowanie ruchem, które na podstawie: liczby pojazdów oczekującej na poszczególnych wlotach, obecności pieszych na przejściach i drożności wylotów wybiera optymalny cykl.

Cykl wybierany jest na podstawie następującego kryterium: czas trwania zielonego światła na danym wlocie ma być proporcjonalny do liczby samochodów oczekującej na tym wlocie. Informacje o zatkanych wylotach i obecności pieszych oczekujących na przejściach są uwzględniany w sposób szczegółowo opisany w rozdziale „Algorytm sterowania”.

# Opis elementów skrzyżowania

Fizycznie skrzyżowanie składa się z 4 wlotów dla samochodów (dwu- lub trzypasmowych) oraz 8 przejść dla pieszych. Każdy z pasów jest wyposażony w licznik oczekujących pojazdów. Wlot posiada 4 lub 5 sygnalizatorów świetlnych: po jednym trójkolorowym umieszczonym nad pasem, jeden trójkolorowy umieszczony po prawej stronie i jeden dodatkowy dla warunkowego skrętu w prawo. Każde przejście dla pieszych posiada przycisk wzbudzający. Każdy wylot posiada czujnik drożności.

[grafika przedstawiająca schemat skrzyżowania]

Licznik oczekujących pojazdów zrealizowany jest poprzez zamontowane pod nawierzchnią pętle indukcyjne. Ich zadaniem jest rozpoznanie ilości samochodów znajdujących się aktualnie na danym pasie.

W identyczny sposób zrealizowany jest czujnik drożności. Zamontowana pod nawierzchnią pętla ma za zadanie rozstrzygnąć, czy na wylocie znajdują się samochody. Ich obecność świadczy o zatkaniu wylotu.

[grafika przedstawiająca rozlokowanie czujników  
 (najlepiej na zdjęciu satelitarnym skrzyżowania)]

W modelu wszystkie czujniki reprezentowane są poprzez węzeł „sensors”. Kontrola nad sygnalizatorami świetlnymi jest zaś reprezentowana przez węzeł „slave”.

# Algorytm sterowania

Sterowanie zrealizowane jest poprzez węzeł „master”. Odbywa się ono cyklicznie w trzech etapach.

[grafika przedstawiająca schemat węzłów w CANoe]

Tabela : Wartości zdefiniowane na potrzeby algorytmu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| oznaczenie | wartość | komentarz |
|  |  | średni czas upływający od wjazdu pierwszego oczekującego samochodu na skrzyżowanie do momentu opuszczenia skrzyżowania przez -ty samochód |
|  |  | średni czas w jakim pieszy pokonuje przejście dla pieszych |
|  | 30 [s] | maksymalny czas trwania fazy |
|  | 60 [s] | maksymalny czas trwania cyklu |
|  | 1.5 [s] | czas trwania żółtego światła początkowego (zmiana sygnału na zielony) |
|  | 2.5 [s] | czas trwania żółtego światła końcowego (zmiana sygnału na czerwony) |

## Etap I

Pierwszym etapem jest odczyt danych z czujników, czyli obliczenie liczby samochodów znajdujących się na poszczególnych pasach, sprawdzenie drożności wylotów i określenie, czy i na których przejściach oczekują piesi. W modelu odczyt ten reprezentowany jest poprzez spisanie danych z węzła „sensors” do węzła „master”.

W tym też etapie węzeł „master” wykonuje wstępne przetworzenie danych:

* liczba samochodów, która znajduje się na pasie, który prowadzi do zablokowanego wylotu zostaje ustawiona na 0
* fazy, które zawierają w sobie przejścia dla pieszych, na których oczekują piesi otrzymują minimalny czas zielonego światła , zaś fazy, które zawierają w sobie wyłącznie przejścia dla pieszych, na których nie oczekują piesi otrzymują minimalny czas zielonego światła

## Etap II

Drugim etapem jest wybór jednego z czterech cykli i dopasowanie czasów jego faz. Cykle reprezentowane są przez macierze, gdzie wiersze reprezentują odpowiednie pasy (a także przejścia dla pieszych i warunkowe zielone światło), a kolumny to kolejne fazy cyklu. Wartość 1 oznacza, że w danej fazie zielone światło dla odpowiedniego pasa lub przejścia dla pieszych lub warunkowego skrętu w prawo jest zapalone. Wartość 0 oznacza, że nie.

Zaprogramowane są cztery cykle:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | zrównoważony | asymetryczny AK | asymetryczny P | asymetryczny |
| wiersze (0-9):  pasy dla pojazdów |  |  |  |  |
| wiersze (10-17):  przejścia dla pieszych |
| wiersze (18-21):  warunkowy skręt w prawo |

Do obliczeń używany jest tylko fragment macierzy (pierwsze 9 wierszy), który zostaje oznaczony jako . Elementy tej macierzy oznaczone są jako . Wektor reprezentuje liczbę samochodów oczekującą na poszczególnych pasach. Wektor reprezentuje czasy przypisane kolejnym fazom w cyklu. Aby wyznaczyć szukany wektor , najpierw konieczne jest rozwiązanie układu równań:

Następnie, obliczany jest czasu trwania cyklu:

Następnie, obliczone wartości są przeskalowane tak, aby ich suma była równa obliczonej wartości czasu całkowitego cyklu. Współczynnik skali wyrażony jest poniższym wzorem:

Następnie uwzględnione zostaje ograniczenie dotyczące maksymalnego i minimalnego czasu trwania cyklu.

Wybierany jest cykl, dla którego wartość błędu wyrażona poniższym wzorem jest najmniejsza:

## Etap III

Trzecim etapem jest wysyłanie do węzła „slave” kolejno sygnałów sterujących. Sygnał definiuje, które przejazdy mają zostać otwarte w następnej fazie. „Slave” zaś odpowiada za przeprowadzenie zmiany, w tym za odpowiednie zapalanie źółtych świateł i miganie świateł dla pieszych.

# Zabezpieczenia

Cały system posiada liczne zabezpieczenia, które mają za zadanie zapewnić awaryjne działanie świateł w sytuacji, gdyby wystąpiła usterka dowolnego urządzenia.

W przypadku uszkodzenia czujników, czyli awarii związanej z węzłem „sensors”, węzeł „master” stosuje awaryjne sterowanie światłami: uruchomiomy zostaje cykl zrównoważony, a czasy trwania faz cyklu zostają ustawione na równe wartości.

W przypadku uszkodzenia węzła „master”, czyli w przypadku gdyby węzeł „slave” przez zbyt długi czas nie otrzymywał informacji o zmianie fazy, węzeł „slave” przełącza się w tryb awaryjny: ustawione zostaje pulsjące żółte światło.