

6.

Przykłady rozwiązywania problemów z wykorzystaniem myślenia komputacyjnego

Myślenie komputacyjne związane jest z rozwiązywaniem problemów z różnych dziedzin z wykorzystaniem metod wywodzących się z informatyki.

Należy sformułować problem w taki sposób, aby do jego rozwiązania było możliwe zastosowanie komputera. Dane powinny być logicznie zorganizowane, aby było możliwe wyciąganie wniosków z analizy ich powiązań. Reprezentację danych można przedstawić w postaci modelu lub symulacji.

Powinniśmy tak zaprojektować sposób rozwiązania, aby był jak najbardziej efektywny i optymalnie wykorzystywał możliwości komputera.

Ważną cechą rozwiązywania problemów z wykorzystaniem myślenia komputacyjnego jest to, aby doświadczenie nabyte przy rozwiązywaniu jednego problemu mogło zostać wykorzystane przy rozwiązywaniu innych problemów.

Pokażemy sposób rozwiązywania wybranych problemów, uwzględniając podstawowe etapy myślenia komputacyjnego:

1. określenie problemu,
2. określenie modeli i pojęć,
3. znalezienie rozwiązania,
4. zaprogramowanie i testowanie rozwiązania.

Problem 1. Skrzyżowanie ulic

Etap 1. Określenie problemu

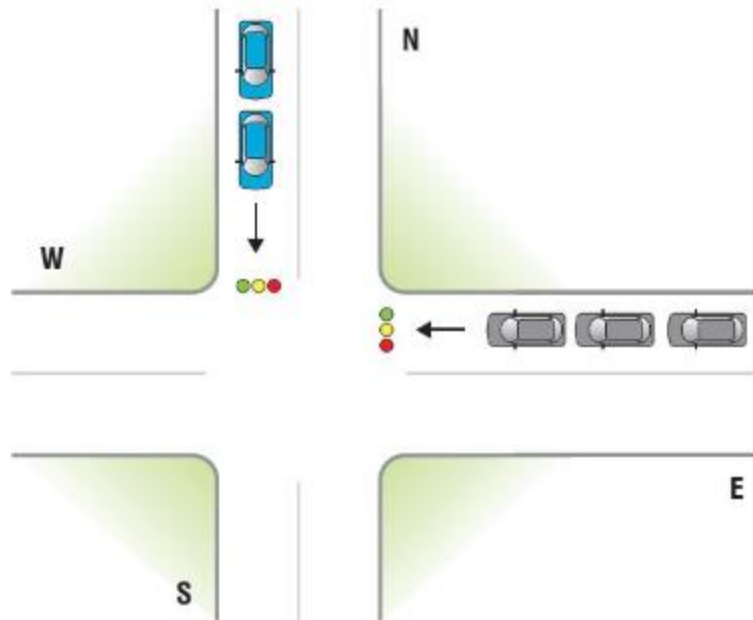
Chcemy zbadać ruch na skrzyżowaniu ulic i znaleźć optymalne ustawienie zielonych świateł, aby jak najmniej samochodów czekało na przejazd przez skrzyżowanie.

Dane do zadania musisz zgromadzić samodzielnie, badając rzeczywistą sytuację na drodze (w temacie podano fikcyjne dane). W tym celu udaj się na wybrane skrzyżowanie i policz, ile samochodów przejeżdża w określonym kierunku w cyklu zmiany świateł. Obserwuj przynajmniej piętnaście pełnych cykli. Poza tym sprawdź, jaki jest

czas przejazdu przez skrzyżowanie jednego samochodu i ile trwa jeden cykl zmiany świateł. Rezultatem rozwiązania tego problemu będzie informacja, przy jakich parametrach cyklu zmiany świateł możliwe jest, aby obydwa kierunki były przejezdne.

Etap 2. Określenie modeli i pojęć

Dla uproszczenia modelu rzeczywistej sytuacji na skrzyżowaniu ulic będziemy badać tylko ruch z północy na południe i ze wschodu na zachód (jak pokazano na rysunku 9). Przyjmujemy, że samochody jadą tylko na wprost.



Rys. 9. Schematyczny rysunek przedstawiający przykładowe skrzyżowanie

Model jest uproszczony, ponieważ wykonanie złożonego modelu, w którym uwzględnilibyśmy wszystkie warianty ruchu samochodów na skrzyżowaniu i zmiany wszystkich świateł byłoby skomplikowane i trudne do realizacji. Po sprawdzeniu poprawności działania prostego modelu można go rozbudowywać.

Przyjmujemy następujące oznaczenia kierunków:

- NS – z północy na południe (azymut 180°),
- EW – ze wschodu na zachód (azymut 270°).

W modelu będziemy posługiwać się następującymi pojęciami:

- *cykl zmiany świateł* – okres od włączenia światła zielonego na kierunku wschodnio-zachodnim do ponownego włączenia zielonego światła na tym kierunku,
- *zielone światło na kierunku NS* – czas wyświetlania zielonego światła w jednym cyklu na kierunku północ-południe,
- *zielone światło na kierunku EW* – czas wyświetlania zielonego światła w jednym cyklu na kierunku wschód-zachód,

- *efektywny czas cyklu* – suma czasu wyświetlania zielonych świateł w obydwu kierunkach (z pominięciem przerwy na zmianę świateł),
- *liczba samochodów z kierunku NS* – liczba samochodów, które przyjeżdżają z kierunku północnego podczas trwania jednego cyklu zmiany świateł,
- *liczba samochodów z kierunku EW* – liczba samochodów, które przyjeżdżają z kierunku wschodniego podczas trwania jednego cyklu zmiany świateł,
- *czas przejazdu przez skrzyżowanie* – czas przejazdu przez skrzyżowanie jednego samochodu, rozumiany jako parametr przepustowości skrzyżowania.

Etap 3. Znaleźnienie rozwiązania

Podczas badania (obserwowania) rzeczywistej sytuacji powinniśmy zaobserwować i zebrać następujące informacje:

- *cykl zmiany świateł* – w naszym przykładzie przyjmiemy, że cały cykl zmiany świateł trwa 60 sekund, a *efektywny czas cyklu* to 50 sekund,
- *liczba samochodów z kierunku NS* – liczba samochodów, które przyjechały z kierunku północnego podczas jednego cyklu. Będziemy potrzebować piętnastu takich wartości (w piętnastu cyklach). Dane zbieramy, licząc nowo pojawiające się samochody od momentu rozpoczęcia cyklu. Jeśli na przykład 3 samochody nie zdążyły przejechać przez światła i pozostały z poprzedniego cyklu, nie liczymy ich już w następnym cyklu,
- *liczba samochodów z kierunku EW* – liczba samochodów, które przyjechały z kierunku wschodniego podczas jednego cyklu. Będziemy również potrzebować piętnastu takich wartości. Dane zbieramy analogicznie i w tym samym czasie, co dla kierunku NS,
- *czas przejazdu przez skrzyżowanie* – wyznaczymy, zliczając, ile samochodów oczekujących na przejazd przez skrzyżowanie zdąży przez nie przejechać w określonym czasie od zapalenia zielonego światła, a następnie dzieląc ten czas przez liczbę samochodów. Na przykład: jeśli w czasie 30 sekund od zapalenia zielonego światła przez skrzyżowanie przejedzie 6 samochodów, to *czas przejazdu przez skrzyżowanie* wynosi 5 sekund.

Po zebraniu i spisaniu wszystkich informacji należy zastanowić się nad sposobem rozwiązania oraz wybrać narzędzie (program komputerowy), które umożliwi nam zgromadzenie wszystkich danych i ich odpowiednie przetworzenie (wykonanie potrzebnych obliczeń).

Odpowiednim narzędziem jest arkusz kalkulacyjny, w którym możemy zgromadzić wiele danych (umieszczając je w komórkach arkusza), wykonywać na nich różne obliczenia (stosując funkcje arkusza) i na tej podstawie utworzyć odpowiedni model rozwiązania problemu.

Podczas badania rzeczywistego modelu spisaliśmy tylko liczby samochodów nadjeżdżających z każdego kierunku w piętnastu cyklach zmiany świateł. Jest to za mało danych, aby badać model. Jednak spisane dane mogą posłużyć nam do symulacji ruchu na tym skrzyżowaniu. Korzystając z nich, możemy losować różne układy tych danych i w ten sposób symulować różne kombinacje liczb samochodów, które przybyły na skrzyżowanie z kierunku północnego i wschodniego.

Zebrane dane empiryczne wprowadzimy do tabeli arkusza kalkulacyjnego (rys. 10).

Dane empiryczne		
numer cyklu zmiany światła	liczba samochodów z kierunku NS	liczba samochodów z kierunku EW
1	4	3
2	6	2
3	8	2
4	4	3
5	6	4
6	9	1
7	7	0
8	6	2
9	6	3
10	7	2
11	6	3
12	7	6
13	8	3
14	9	2
15	11	1

Rys. 10. Przykładowe (fikcyjne) dane zebrane w czasie badania ruchu na skrzyżowaniu

Aby wylosować inny układ liczb z kolumny *B* (samochodów jadących z północy na południe), potrzebujemy funkcji, która poda wartość z komórki wybranej z zakresu *B3:B17* dla wylosowanego numeru cyklu (od 1 do 15). Podobnie, aby wylosować inny układ liczb z kolumny *C* (samochodów jadących ze wschodu na zachód), potrzebujemy funkcji, która poda wartość z komórki wybranej z zakresu *C3:C17* dla wylosowanego numeru cyklu (od 1 do 15).

Aby wylosować liczbę całkowitą z przedziału od 1 do 15, zastosujemy funkcję **LOS.ZAKR**.



LOS.ZAKR(dół:góra) zwraca losową liczbę całkowitą z podanego przedziału, gdzie *dół* to liczba najmniejsza, a *góra* to liczba największa w przedziale.

Na przykład **LOS.ZAKR(1;15)** wyświetli losową liczbę całkowitą z przedziału (1, 15).

Natomiast, aby dla wylosowanego numeru cyklu wybierać liczby np. z komórek od *B3* do *B17*, możemy zastosować funkcję **WYSZUKAJ.PIONOWO**.



WYSZUKAJ.PIONOWO(szukana_wartość;tabela_tablica;nr_indeksu_kolumny;przeszukiwany_zakres) wyszukuje wartość w pierwszej kolumnie od lewej podanego zakresu *tabela_tablica* i zwraca wartość z tego samego wiersza w kolumnie *nr_indeksu_kolumny*: przybliżoną (1/ PRAWDA) lub dokładną (0/ FAŁSZ).

Musimy jeszcze policzyć, ile samochodów zostało przed skrzyżowaniem po zakończonym cyklu światła – oddzielnie z kierunków północ-południe i wschód-zachód. W tym celu należy od liczby samochodów *liczba samochodów z kierunku NS* odjąć liczbę samochodów, która zdażyła przejechać przez skrzyżowanie w tym kierunku. A tę ostatnią obliczymy, dzieląc czas wyświetlania zielonego światła w jednym cyklu na kierunku północ-południe przez czas przejazdu przez skrzyżowanie jednego samochodu (*zielone światło na kierunku NS przez czas przejazdu przez skrzyżowanie*).

Etap 4. Zaprogramowanie i testowanie rozwiązania

Rozwiązanie przedstawiamy w arkuszu kalkulacyjnym. Jeśli dobrze przemyśleliśmy sposób rozwiązania, to pozostaje nam już tylko zapisać i wstawić odpowiednie formuły. Na rysunku 11. pokazano przykładowy projekt tabeli do rozwiązania zadania.

Wykorzystamy funkcję WYSZUKAJ.PIONOWO i w komórce E3 umieścimy formułę: =WYSZUKAJ.PIONOWO(LOS.ZAKR(1;15);\$A\$3:\$B\$17;2;0), która wyszuka wartość w kolumnie A w komórkach z A3:A17 i zwróci dokładną wartość z tego samego wiersza w kolumnie drugiej, czyli B. Jeśli wylosowaną liczbą będzie 12, to funkcja zwróci zawartość komórki B14, czyli liczbę 7.

Aby obliczyć, ile samochodów pozostało po cyklu, należy od liczby samochodów, które nadjechały, odjąć liczbę samochodów, które zdążyły przejechać przez skrzyżowanie. W każdym kolejnym cyklu do liczby samochodów, która najechała, dodajemy liczbę samochodów, która została z poprzedniego cyklu.

Musimy zadbać, aby w formule obliczającej, ile samochodów nie opuściło w danym cyklu skrzyżowania, nie pojawiły się ujemne liczby samochodów. W tym celu można zastosować funkcję MAX.

W komórce F3 możemy umieścić formułę:

=MAX(0; E3-\$J\$4/\$J\$3), która zwróci zero dla ujemnego wyniku obliczeń.

Odpowiednio w komórce F4 umieścimy formułę:

=MAX(0;F3+E4-\$J\$4/\$J\$3), która uwzględni samochody, które pozostały z poprzedniego cyklu.

=WYSZUKAJ.PIONOWO(LOS.ZAKR(1,15);\$A\$3:\$B\$17;2;0)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Dane empiryczne			Symulacja danych - losowanie liczby samochodów					Parametry cyklu zmiany świateł		
	numer cyklu zmiany światel	liczba samochodów z kierunku NS	liczba samochodów z kierunku EW	numer cyklu zmiany światel	liczba samochodów z kierunku NS	liczba samochodów, które zostały po cyklu	liczba samochodów z kierunku EW	liczba samochodów, które zostały po cyklu			
2	1	4	3	1	7	2	2	0	czas przejazdu przez skrzyżowanie zielone światło na kierunku NS 25 s zielone światło na kierunku EW 25 s efektywny czas cyklu zmiany świateł 50 s		
3	2	6	2	2	9	6	3	0			
4	3	8	2	3	9	10	2	0			
5	4	4	3	4	9	14	3	0			
6	5	6	4	5	7	16	2	0			
7	6	9	1	6	6	17	2	0			
8	7	7	0	7	4	16	2	0			
9	8	6	2	8	9	20	2	0			
10	9	6	3	9	6	21	6	1			
11	10	7	2	10	9	25	2	0			
12	11	6	3	11	6	26	0	0			
13	12	7	6	12	7	28	3	0			
14	13	8	3	13	4	27	6	1			
15	14	9	2	14	7	29	0	0			
16	15	11	1	15	4	28	3	0			

Rys. 11. Przykładowy projekt tabeli arkusza kalkulacyjnego – symulacja ruchu samochodów na skrzyżowaniu

Tabelę z parametrami cyklu zmiany świateł uzupełniamy danymi wynikającymi z obserwacji. W naszym przykładzie przyjmujemy, że *czas przejazdu przez skrzyżowanie* = 5 s, *efektywny czas cyklu* = 50 s, *zielone światło na kierunku EW* = 25 s, a *zielone światło na kierunku NS* = 25 s.

Naciskając klawisz **F9**, możemy ponownie losować liczby samochodów w obydwu kierunkach i obserwować symulację.

W naszym przykładzie obserwujemy, że na kierunku NS liczba samochodów oczekujących na przejazd zwiększa się (tworzy się korek), podczas gdy kierunek EW jest przejezdny. Żeby poszukać rozwiązania tej sytuacji, będziemy wprowadzać z klawiatury inne wartości parametru *zielone światło na kierunku NS* (np. zwiększać o 5 sekund) do momentu, aż liczby samochodów pozostających po zakończeniu cyklu w obydwu kierunkach będą najmniejsze. Naciskając klawisz **F9**, możemy wielokrotnie sprawdzać rozwiązanie w różnych losowanych kombinacjach. Należy pamiętać, aby w komórce J5 dodać formułę $=J6-J4$, która będzie automatycznie obliczać *czas zielonego światła na kierunku EW*. Efekt symulacji widzimy na rysunku 12.

Symulacja danych - losowanie liczby samochodów								
numer cyklu zmiany światła	liczba samochodów z kierunku NS	liczba samochodów z kierunku EW	numer cyklu zmiany światła	liczba samochodów z kierunku NS	liczba samochodów, które zostają po cyklu	liczba samochodów z kierunku EW	liczba samochodów, które zostają po cyklu	
1	4	3	1	6	0	3	0	
2	6	2	2	8	1	2	0	
3	8	2	3	4	0	4	1	
4	4	3	4	6	0	1	0	
5	6	4	5	4	0	3	0	
6	9	1	6	6	0	2	0	
7	7	0	7	7	0	2	0	
8	6	2	8	8	1	2	0	
9	6	3	9	9	3	3	0	
10	7	2	10	7	3	2	0	
11	6	3	11	8	4	4	1	
12	7	6	12	6	3	1	0	
13	8	3	13	4	0	3	0	
14	9	2	14	7	0	3	0	
15	11	1	15	9	2	2	0	

Rys. 12. Symulacja ruchu samochodów na skrzyżowaniu – ustalenie optymalnego czasu trwania zielonego światła

Ćwiczenie

W arkuszu kalkulacyjnym utwórz tabelę, umieść dane i odpowiednie formuły, korzystając z opisanych wskazówek. Przetestuj rozwiązanie przyjmując kolejno liczbę *zielone światło na kierunku NS* ze zbioru {5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45}. Wylosuj kilkakrotnie inny zestaw liczb w kolumnach E i G, naciskając klawisz F9. Skomentuj otrzymywane rezultaty dla poszczególnych danych (w tym samym arkuszu) – dla jakich danych wyniki są najbardziej optymalne, czyli jak powinny być według Ciebie ustawione zielone światła na kierunkach północ – południe i wschód – zachód. Zmodyfikuj model tak, aby można było sprawdzać wpływ czasu trwania cyklu zmiany światła na przejezdność skrzyżowania. Ustal minimalny czas trwania cyklu zmiany światła, przy którym skrzyżowanie jest przejezdne. Zapisz plik pod nazwą *skrzyżowanie_imię_nazwisko* (swoje 😊)