





Opis tworzenia przykładowych systemów programem Micro Saint

Uruchomienie programu

Program Micro Saint służy do symulacji procesów dyskretnych. Działa w środowisku systemu Windows i w związku z tym ogólny sposób posługiwania się programem jest zgodny ze standardami Windows. Program można uruchomić wywołując plik **saint.exe**. W trakcie korzystania z programu dostępna jest pomoc dla użytkownika (polecenie *Help*).

Definiowanie modelu

Definiowanie modelu przebiega w dwu fazach. W fazie pierwszej należy zdefiniować topologię modelu, w fazie drugiej - jego parametry. Topologię modelu definiuje się budując schemat blokowy (korzystając z paska narzędzi znajdującego się u góry arkusza) składający się z następujących obiektów:

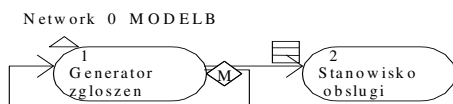
-  *Task* - obiekt reprezentujący np. stanowisko obsługi klientów, maszynę, na której wykonywane są operacje.
-  *Queue* - kolejka, bufor, itp. umieszczany na wejściu obiektu *Task*.
-  *Path* - połączenie między obiektami typu *Task*, określające kolejność obsługi klientów, kolejność wykonywania operacji, itp.
-  *Decision node* - obiekt decyzyjny, umieszczany automatycznie na rozgałęzieniu ścieżek.

Po zdefiniowaniu topologii modelu należy określić parametry funkcjonalne poszczególnych obiektów oraz zdefiniować zmienne, które będą występować w wyrażeniach sterujących symulacją procesu. Wprowadzenie parametrów danego obiektu (*Task*, *Queue*, *Decision node*) jest możliwe po wskazaniu kursorem obiektu i podwójnym kliknięciu lewym przyciskiem myszy.

Przykładowy Problem

Rozważany jest system obsługi typu (*M/M/c*). Klienci zgłaszają się do systemu zgodnie z rozkładem Poissona (długość czasu między zgłoszeniami ma rozkład wykładniczy). Średni czas między zgłoszeniami wynosi $1/\lambda = 6$. Czas obsługi klienta na stanowisku ma rozkład wykładniczy, przy czym średni czas obsługi wynosi $1/\mu = 5$. Wyznaczyć średni czas oczekiwania klienta na obsługę w systemie składającym się z jednego stanowiska oraz w systemie składającym się z 2 równoległych, identycznych stanowisk obsługi. Z badać, jak często następuje odmowa obsługi, jeżeli pojemność bufora na wejściu do systemu o jednym stanowiskiem wynosi 5.

Schemat systemu utworzonego za pomocą programu Micro Saint:



Deklaracje zmiennych

| nazwa zmiennej | wartość początkowa | Typ | opis |
|----------------|--------------------|---------|---|
| clock | 0.0 | Real | zmienna systemowa - aktualny czas symulacji |
| duration | 0.0 | Real | zmienna systemowa - aktualny czas obsługi klienta lub czas oczekiwania klienta w kolejce |
| run | 0 | Integer | zmienna systemowa - numer przebiegu symulacji |
| seed | 564 | Integer | zmienna systemowa - strumień generatora pseudolosowego |
| tag | 0 | Integer | zmienna systemowa - numer aktualnego klienta |
| stan | 1 lub 2 | Integer | podczas symulacji systemu o jednym stanowisku należy przyjąć stan=1, natomiast podczas symulacji systemu składającego się z 2 równoległych stanowisk, należy przyjąć stan=2 |
| kol | 0 | Integer | liczba zgłoszeń oczekujących aktualnie w kolejce |
| czas_czek | 0 | Real | czas oczekiwania zgłoszenia na obsługę |
| wy | 0 | Integer | liczba obsłużonych zgłoszeń |

Tworzenie generatora zgłoszeń

| nazwa pola | wpisywane wyrażenie | opis, wynik działania |
|-------------------|---------------------|---|
| Name | Generator zgłoszeń | nazwa obiektu |
| Time Distribution | Exponential | rozkład prawdopodobieństwa, według którego generowany jest czas między zgłoszeniami |
| Mean Time | 6; | średni czas między zgłoszeniami |
| Release Condition | 1; | |
| Ending Effect | tag:=tag+1; | zwiększenie liczby wygenerowanych zgłoszeń |

Opis rozgałęzienia ścieżek

| nazwa pola | wpisywane wyrażenie | opis, wynik działania |
|-----------------------|---------------------|--|
| Decision Type | Multiple | generowanie wielu zgłoszeń |
| What Happens Next: if | | |
| 1 | tag < 1000; | jeżeli liczba zgłoszeń jest mniejsza od 1000, to generowane jest nowe zgłoszenie |
| 2 | kol<5; | wygenerowane zgłoszenie jest przesyłane do kolejki przed stanowiskiem, jeżeli mniej niż 5 zgłoszeń oczekuje na obsługę |

Tworzenie kolejki

| nazwa pola | wpisywane wyrażenie | opis, wynik działania |
|-------------------------|--|--|
| <i>Name</i> | Kolejka | nazwa kolejki |
| <i>Sorting Order</i> | FIFO | zadania wykonywane są w kolejności zgłaszania się |
| <i>Entering Effect</i> | kol:=kol+1; | zgłoszenie wchodzi do kolejki |
| <i>Departing Effect</i> | czas_czek:=czas_czek+duration/1000; kol:=kol-1; | zmienna czas_czek zwiększana jest o czas oczekiwania każdego klienta na obsługę, przez podzielenie przez liczbę zgłoszeń otrzymywany jest średni czas oczekiwania klienta w kolejce zgłoszenie wychodzi z kolejki |

Tworzenie stanowiska obsługi

| nazwa pola | wpisywane wyrażenie | opis, wynik działania |
|--------------------------|----------------------------|---|
| <i>Name</i> | Stanowisko | nazwa obiektu |
| <i>Time Distribution</i> | Exponential | rozkład prawdopodobieństwa, według którego generowany jest czas obsługi klienta |
| <i>Mean Time</i> | 5; | średni czas obsługi klienta |
| <i>Release Condition</i> | stan>=1; | stanowisko zaczyna obsługiwać klienta, jeżeli jest wolne |
| <i>Begining Effect</i> | stan:=stan-1; | wynik rozpoczęcia obsługi klienta |
| <i>Ending Effect</i> | stan:=stan+1; wy:=wy+1; | wynik zakończenia obsługi klienta zliczanie obsłużonych zgłoszeń |

Uruchomienie symulacji i tworzenie statystyk

Uruchomienie symulacji następuje po wywołaniu polecenia *Execute/Go*. Wykonanie zadanej liczby przebiegów symulacji i zapisanie do pliku ich wyników odbywa się przez wywołanie *Execute/Go* po włączeniu opcji *Execute/Settings/Snapshots of Variables* oraz ustawieniu w polu *Number of Times to Run the Model* zadanej liczby przebiegów. Wartości zmiennych określonych w *Display/Snapshots* zostaną wówczas zapisane do podanych plików; w oknie *Display/Snapshots* należy: podać nazwę pliku wynikowego, odpowiednio ustawić pole *Trigger Type* (np. *End of Run*, jeżeli chcemy zapisać wartość zmiennej po zakończeniu przebiegu symulacji), w polu *Variables to Store* należy podać nazwy zmiennych, których wartości chcemy zapamiętać (np. czas_czek).

Aby obejrzeć wyniki zapisane w pliku po przeprowadzeniu symulacji, należy otworzyć odpowiedni plik (*File/Open*) z rozszerzeniem .res. Aby wyznaczyć średnie wartości zapisanych wielkości, należy wybrać *Analyze/Statistics*.

Wzory umożliwiające obliczanie wielkości operacyjnych dla systemu (M/M/c).

λ - średnia liczba zgłoszeń przybywających w jednostce czasu

$1/\lambda$ - średnia długość czasu między zgłoszeniami

μ - średnia liczba zgłoszeń, które mogłyby zostać obsłużone na jednym stanowisku w jednostce czasu

c - liczba identycznych równoległych stanowisk obsługi

| wielkość | ozna- czenie | wartość dla systemu o jednym stanowisku ($c=1$) | wartość dla systemu o dowolnej liczbie identycznych równoległych stanowisk |
|---|-----------------|--|--|
| średni czas obsługi | | $1/\mu$ | $1/c\mu$ |
| intensywność ruchu | ρ | λ/μ | $\lambda/c\mu$ |
| prawdopodobieństwo, że w systemie nie ma żadnego zgłoszenia | Π_0 | $1 - \rho$ | $\left[\frac{(c\rho)^c}{c!(1-\rho)} + \sum_{n=0}^{c-1} \frac{(c\rho)^n}{n!} \right]^{-1}$ |
| średnia długość kolejki | L_q | $\frac{\rho^2}{1-\rho}$ | $\frac{\rho (c\rho)^c \Pi_0}{c!(1-\rho)^2}$ |
| średnia liczba klientów w systemie | L | $\frac{\rho}{1-\rho}$ | $L_q + \frac{\lambda}{\mu}$ |
| średni czas oczekiwania w kolejce | W_q | $\frac{\rho}{\mu (1-\rho)}$ | $\frac{(c\rho)^c \Pi_0}{c!c\mu (1-\rho)^2}$ |
| średni czas przebywania klienta w systemie | W | $\frac{1}{\mu (1-\rho)}$ | $W_q + \frac{1}{\mu}$ |