

Politechnika Poznańska

Wydział Elektroniki i Telekomunikacji

Symulacja Cyfrowa – Projekt

Jakub Olejnik

TMiB

## 1. Treść zadania

W chińskiej restauracji pracuje  $k$  kelnerów obsługujących  $n_2$  stolików dwuosobowych,  $n_3$  stolików trzyosobowych oraz  $n_4$  stolików czteroosobowych. Klienci pojawiają się w restauracji jako grupy 1-, 2-, 3- lub 4-osobowe z prawdopodobieństwami odpowiednio  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  oraz  $p_4$ . Odstęp czasu rozdzielający pojawienie się kolejnych grup klientów jest zmienną losową o rozkładzie normalnym ze średnią  $\mu_a$  i wariancją  $\sigma_a^2$ . Jeśli jest dostępny stół odpowiadający wielkości grupy (lub większy), klienci są do niego prowadzeni przez kierownika sali (czynność ta zajmuje  $s$  jednostek czasu). W przeciwnym przypadku grupa oczekuje na stół w kolejce. Średnio połowa klientów korzysta z samoobsługowego bufetu, przy którym może znajdować się jednocześnie  $b$  osób. Czas spędzany przy bufecie przez pojedynczego klienta jest zmienną losową o rozkładzie normalnym ze średnią  $\mu_b$  i wariancją  $\sigma_b^2$ . Pozostali klienci są obsługiwani przez tego z kelnerów, który jako pierwszy będzie wolny. W pierwszej kolejności klienci otrzymują napoje, a następnie serwowane jest danie główne. Czas obsługi w obu przypadkach jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym ze średnimi odpowiednio  $\lambda_n$  oraz  $\lambda_j$  (te dwie wielkości uwzględniają zarówno czas oczekiwania na zrealizowanie zamówienia jak i sam czas podania napojów i posiłku głównego). Po zakończeniu konsumpcji, której długość jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym ze średnią  $\lambda_f$ , klient płaci jednemu z  $c$  zatrudnionych kasjerów. Czas obsługi przez kasjera jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym ze średnią  $\lambda_p$ . Zakładając, że kierownik sali zawsze wybiera stół najlepiej pasujący do danej grupy oraz stosuje jedną z podanych niżej zasad obsługi kolejki, oszacuj za pomocą odpowiedniego eksperymentu symulacyjnego:

- średni czas oczekiwania na stół,
- średnią długość kolejki oczekujących na stół,
- średni czas oczekiwania na obsługę przez kelnera od momentu zajęcia miejsca przy stole,
- średnią długość kolejki przy kasach.

Przyjęte parametry w programie:

Grupa:	D3
$k$	13
$n_2, n_3, n_4$	8,14,4
$p_1, p_2, p_3, p_4$	0.11, 0.33, 0.33, 0.23
$\mu_a (\sigma_a^2)$	1500 (100 <sup>2</sup> )
$s$	40
$b$	20
$\mu_b (\sigma_b^2)$	2900 (80 <sup>2</sup> )
$\lambda_n$	370
$\lambda_j$	2000
$\lambda_f$	2020
$c$	6
$\lambda_p$	220

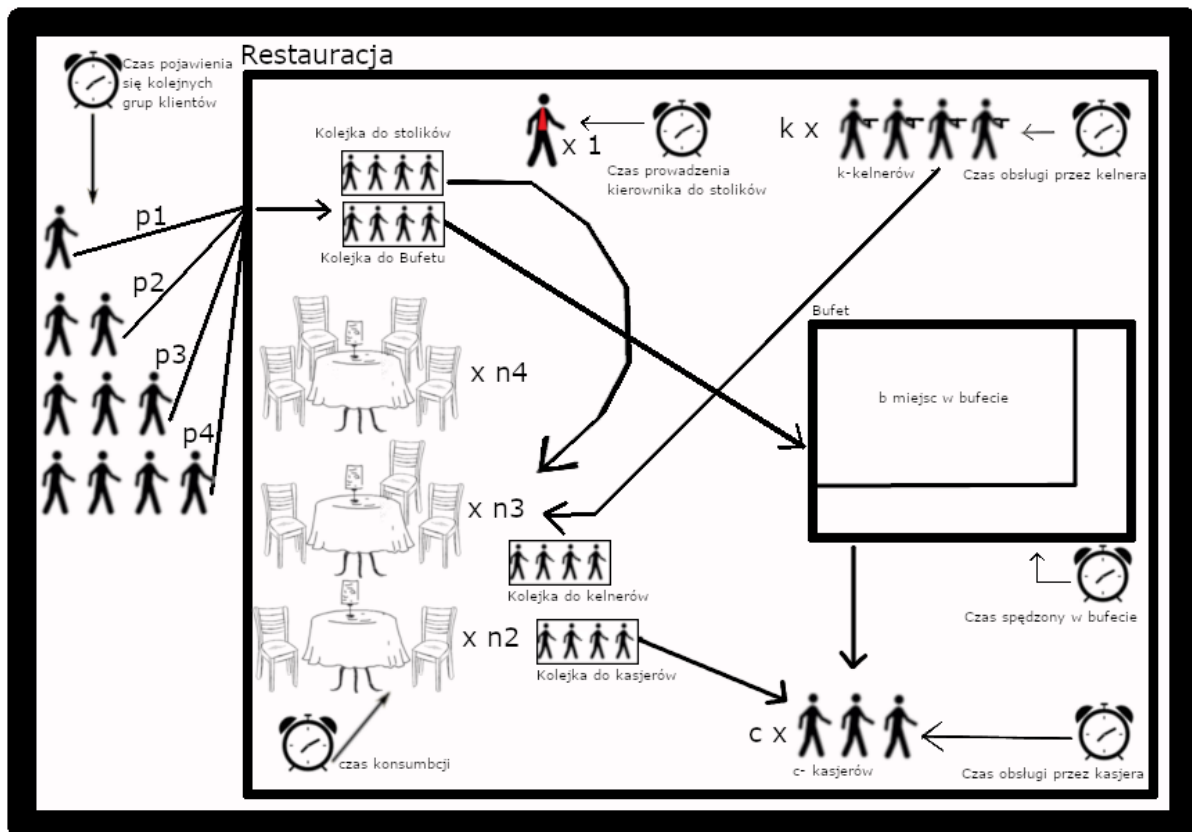
Strategia:

S2	Kierownik sali szuka w kolejce pierwszej grupy mieszczącej się w wolnych stolikach
----	--

Metoda symulacji:

M3	Metoda ABC
----	------------

## 2. Schemat modelu symulacyjne



## 3. Opis obiektów i ich atrybutów

Obiekt	Nazwa klasy implementującej obiekt	Opis	Atrybuty
Restauracja	Restauracja	Klasa gromadząca wszystkie pozostałe elementy systemu	-Zmienna identyfikująca czy zdarzenie warunkowe się wykonało -Zmienna identyfikująca tryb pracy symulacji
Klient	Klient	Klasa reprezentująca klienta. Klienci pojawiają się w restauracji jako grupy 1-, 2, 3- lub 4-osobowe z prawdopodobieństwami odpowiednio p1, p2, p3 oraz p4. Odstęp czasu rozdzielający pojawienie się kolejnych grup klientów jest zmienną losową o rozkładzie normalnym ze średnią $\mu_a$ i wariancją $\sigma_a^2$ . Klienci ustawiają się w kolejce do stolików, następnie są prowadzeni przez Kierownika do odpowiadających im stolików i obsługiwani przez kasjerów.	- prawdopodobieństwa przybycia grupy o danej ilości osób -Zmienna umożliwiająca identyfikację klienta (ID klienta) -Zmienna umożliwiająca identyfikację jakiego wyboru dokonała grupa

			-Zmienna umożliwiająca identyfikację czy klient zjadł oba posiłki -Ilość osób w grupie -Ilość zajętych krzeseł przez grupę
Kierownik	Kierownik	Klasa reprezentująca kierownika, którego zadaniem jest sprawdzenie czy dostępny jest stolik odpowiadający wielkości grupy (lub większy). Klienci są prowadzeni przez kierownika sali przez s jednostek czasu. W przeciwnym przypadku grupa oczekuje na stolik w kolejce. Kierownik sali zawsze wybiera stolik najlepiej pasujący do danej grupy.	- Zmienna umożliwiająca identyfikację kierownik ma przydzielonego klienta
Bufet samoobsługowy	Bufet	Klasa reprezentująca bufet, z którego średnio korzysta połowa klientów. Druga połowa korzysta składając zamówienie z kelnera. Przy bufecie może znajdować się maksymalne b osób. Czas spędzany przy bufecie przez pojedynczego klienta jest zmienną losową o rozkładzie normalnym ze średnią $\mu_b$ i wariancją $\sigma_b^2$ . Jeśli w bufecie jest maksymalna liczba osób to ustawiana jest kolejka do bufetu.	- Zmienna umożliwiająca identyfikację kierownik ma przydzielonego klienta
Kasjer	Kasjerzy	Klasa reprezentująca kasjerów, którzy po zakończeniu konsumpcji, klient płaci jednemu z c zatrudnionych kasjerów. Czas obsługi przez kasjera jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym ze średnią $\lambda_p$ .	- Zmienna umożliwiająca identyfikację kierownik ma przydzielonego klienta

Stolik	Stoliki	<p>Klasa reprezentująca grupę stolików.</p> <p>W restauracji jest <math>n_2</math> stolików dwuosobowych, <math>n_3</math> stolików trzyosobowych oraz <math>n_4</math> stolików czteroosobowych. Każdy stół jest obiektem o stałej przypisanej liczbie krzeseł. Do stolików przypisywani są klienci, którzy otrzymują napoje, a następnie posiłek.</p>	<p>- Zmienna umożliwiająca identyfikację kierownik ma przydzielonego klienta</p> <p>-Ilość krzeseł, które są przypisane do stolika</p>
Param	Param	<p>Klasa zawierająca zebrane parametry w projekcie.</p>	<p>-Zegar, który liczy czas symulacji</p> <p>-liczba stolików</p> <p>-pojemność bufetu</p> <p>-liczba miejsc w bufecie</p> <p>-liczba kasjerów</p> <p>-liczba kelnerów</p> <p>-Obiekt kierownik</p> <p>-Lista kelnerów, stolików, kasjerów, bufetu, zdarzeń czasowych</p> <p>-Kolejka do stolików, kelnerów, bufetu i kasjerów</p>
Kelner	Kelner	<p>Klasa reprezentująca kelnera, którego zadaniem jest obsługa stolików. Klienci są obsługiwani przez tego z kelnerów, który jako pierwszy będzie wolny. W pierwszej kolejności klienci otrzymują napoje, a następnie serwowane jest danie główne. Czas obsługi w obu przypadkach jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym ze średnimi odpowiednio <math>\lambda_n</math> oraz <math>\lambda_j</math> (te dwie wielkości uwzględniają zarówno czas oczekiwania na zrealizowanie zamówienia jak i sam czas podania napojów i posiłku głównego). Po zakończeniu konsumpcji, klient płaci jednemu z przydzielonych mu kasjerów.</p>	<p>- Zmienna umożliwiająca identyfikację kierownik ma przydzielonego klienta</p>

## 4. Opis obiektów i ich atrybutów

W modelu symulacyjnym możemy wyróżnić następujące zdarzenia czasowe:

- Pojawienie się grupy klientów
- Sprawdzenie dostępności kierownika
- Wybór najlepszego stolika
- Sprawdzenie wolnych miejsc w bufecie
- Zakończenie obsługi kelnera
- Zakończenie konsumpcji

W modelu symulacyjnym możemy wyróżnić następujące zdarzenia warunkowe:

- Przydział grupy do kierownika
- Przydział osób do bufetu
- Wyjście z bufetu
- Przydzielenie Kelnera
- Zwolnienie kelnera
- Zakończenie konsumpcji
- Sprawdzenie czy zostały podane oba dania
- Początek obsługi przez kasjera

Szczegółowy opis wyżej wymienionych zdarzeń zamieszczono w tabeli 2.1 oraz 2.2

Tab. 2.1 Zdarzenia czasowe

Zdarzenie	Opis	Algorytm
Pojawienie się grupy klientów	Zdarzenie generowanie przez odstęp czasu rozdzielający pojawienie się kolejnych grup klientów. W momencie pojawienia się klienta, algorytm losujący ustala kolejny czas oczekiwania, umieszcza klienta na końcu wylosowanej kolejki.	1. Stwórz nowego klienta 2. Umieść klienta na końcu kolejki do stolików lub bufetu, zależnie od podziału 3. Zaplanuj następne zgłoszenie.
Zakończenie prowadzenia przez kierownika sali	Zdarzenie oznaczające zakończenie prowadzenia osób do stolików przez kierownika sali.	1. Przypisz osobę do stolika 2. Ustaw klienta w kolejce do kelnerów 2. Zwolnienie klienta z kierownika
Zakończenie spożycia posiłku	Zdarzenie oznaczające zakończenie spożycia posiłku przez klienta.	1. Przypisanie klienta do kolejki do kasjerów 2. Zwolnienie stolika 3. Zwolnienie klienta z kelnera

Zakończenie samoobsługi w bufecie	Zdarzenie oznaczające zakończenie samoobsługi w bufecie.	1. Przypisanie klienta do kolejki do kasjerów 2. Zwolnienie klienta z bufetu
Zakończenie obsługi przez kelnera	Zdarzenie oznaczające zakończenie obsługi przez kelnera.	1. Sprawdzenie czy klient otrzymał oba dania a) Jeśli tak, to rozpoczęcie spożycia posiłku b) Jeśli nie to: -ustaw zmienną odpowiedzialną za identyfikację czy zostały podane oba dania na true -Ponowne przypisanie klienta do kolejki do kelnerów -Zwolnienie klienta z kelnera
Zakończenie obsługi przez kasjera	Zdarzenie zakańczające pobyt w restauracji. Następuje zwolnienie kasjera jak i stolika, wyjście klienta z restauracji.	1. Zakończ pobyt klienta w restauracji

Tab. 2.2 Zdarzenia warunkowe

Zdarzenie	Opis	Algorytm
Przydział grupy do stolików	Zdarzenie przydzielające grupę do kierownika restauracji.	1. Jeśli kolejka do stolików nie jest pusta, jest wolny odpowiadający tej grupie stół i kierownik jest wolny: a) Przypisz klienta do stolika b) Przypisz klienta do kierownika c) Usuń grupę, z kolejki której przyporządkowano stół d) Umieść grupę na końcu kolejki do kelnerów e) Zaplanuj koniec obsługi kierownika
Przydział osób do bufetu	Klient korzysta z bufetu samoobsługowego.	1. Jeśli kolejka do bufetu nie jest pusta i są wolne miejsca w bufecie: a) Usuń pierwszego klienta z kolejki z bufetu b) Przydziel klienta do bufetu c) Zaplanuj koniec samoobsługi

Przydział osób do kelnera	Klient opuszcza kolejkę do kelnera i jest przez niego obsługiwany.	1. Jeśli Kelner jest wolny i grupa oczekuje na obsługę w kolejce: a) Przydziel klienta z kolejki do kelnera b) Zaplanuj koniec obsługi
Przydział osób do kasjera	Klient jest obsługiwany przez kasjera.	1. Jeśli kolejka do kasjerów nie jest pusta i kasjer jest wolny: a) Przydziel klienta z kolejki do kasjera b) Zaplanuj koniec obsługi kasjera

## 5. Schemat obrazujący działanie pętli symulacyjnej:

