Fakulta riadenia a informatiky

Informačné systémy

**Semestrálna práca 3**

Diskrétna simulácia

Michal Stupka

Študijná skupina: 5ZIS11

Akademický rok: 2022/2023

# Agentovo orientovaný model

Obrázok, na ktorom je kruh, diagram, snímka obrazovky, rad

Automaticky generovaný popis

Obrázok 1 Hierarchia agentov a správy, ktoré si agenti posielajú

## AgentModelu

AgentModelu je na vrchole hierarchie, zodpovedný za spustenie a beh celej simulácie. Má dvoch podriadených agentov - AgentOkolia a AgentElektra. Na začiatku simulácie vysiela do oboch podriadených agentov správu Mc.inicializuj, ktorá slúži na inicializáciu príchodov zákazníkov do systému, inicializáciu schedulerov PlanovacZatvoreniaAutomatu, PlanovacZaciatkuObedu a PlanovacKoncuObedu. Od agenta okolia preberá nových zákazníkov (kód správy Mc.prichodZakaznika) ktorých posiela agentovi prevádzky AgentElektra správou typu request Mc.obsluhaZakaznika. Po prijatí odpovede (response) správy Mc.obsluhaZakaznika od AgentElektra, posiela správu Mc.odchodZakaznika do AgentOkolia.

## AgentOkolia

Obrázok, na ktorom je kruh, text, diagram, animák

Automaticky generovaný popis

Agent reprezentujúci okolie systému, z ktorého do systému prichádzajú zákazníci. Príchody rôznych typov zákazníkov sú modelovane pomocou objektov typu scheduler – PlanovacPrichodovZakaznikovValidMod (používaný pri validácii), PlanovacPrichodovBeznychZakaznikov, PlanovacPrichodovZmluvnychZakaznikov, PlanovacPrichodovOnlineZakaznikov. Tieto objekty posielajú správy o príchode zákazníkov manažérovi agenta v časových intervaloch ktoré sú generované z exponenciálneho rozdelenia. Po prijatí tejto správy o príchode zákazníka notifikuje agenta modelu správou Mc.prichodZakaznika. Pri prijatí správy Mc.odchodZakaznika manažér agenta spracuje odchod zákazníka zo systému.

## AgentElektra

Agent reprezentujúci celú pobočku elektra. Má štyroch podriadených agentov – AgentAutomatu, AgentObsluznychMiest, AgentObed a AgentPokladni. Úloha agenta je zabezpečenie obsluhy zákazníkov ktorú deleguje najskôr agentovi automatu (správou request Mc.vydanieListku), agentovi obslužných miest (správou request Mc.pripravaObjednavky) a nakoniec agentovi pokladni (správou request Mc.platenie). Taktiež zabezpečuje komunikáciu medzi agentom automatu a agentom obslužných miest pomocou sprav request-response Mc.dajPocetMiestVCakarni a správou notice Mc.uvolniloSaMiesto. Tieto správy slúžia pre správne využívanie automatu. Ďalšími správami, ktoré tento agent dokáže spracovať sú Mc.jeCasObedu a Mc.jeKoniecObedu, ktorými informuje ďalších agentov o obedňajšej prestávke. Počas obedňajšej prestávky zabezpečuje výmenu pracovníkov medzi AgentPokladni a AgentObsluznych miest pomocou sprav Mc.dajPracovnika a Mc.vrateniePracovnika.

## AgentAutomatu

Obrázok, na ktorom je kruh, text, diagram, dizajn

Automaticky generovaný popis

Predstavuje automat na vydávanie poradových lístkov. Pri obdŕžaní správy Mc.vydanieListku zabezpečí zaradenie zákazníka do radu alebo jeho interakciu s automatom. Časové trvanie interakcie s automatom je modelovaný pomocou objektu typu process – ProcesInterakciaAutomat. Po dokončení trvania interakcie posiela response Mc.vydanieListku do AgentElektra a tým sa interakcia s automatom konci a zákazník sa presúva do predajne. Na rozhodovanie o začiatku interakcie s automatom používa informácie o pocte ľudí pred obslužnými miestami, ktoré získava pomocou správy Mc.dajPocetMiestVCakarni posielanej do AgentObsluznychMiest skrz AgentElektra.

## AgentObsluznychMiest

Obrázok, na ktorom je text, kruh, diagram, snímka obrazovky

Automaticky generovaný popis

Reprezentuje obslužné miesta kde zákazníci podľa svojho typu nadiktujú objednávku a čakajú na jej pripravenie. Agent taktiež obsahuje zoznam zákazníkov čakajúcich na obsluhu, ktorý ma obmedzenú kapacitu 9 ľudí. V prípade, že je voľný príslušný pracovník, po obdŕžaní správy Mc.pripravaObjednavky začne príprava zákazníkovej objednávky. V opačnom prípade zákazník ostáva čakať v miestnosti pred obslužnými miestami. Časové trvanie je modelovane pomocou procesov – ProcesDiktovanieObjednavky a ProcesPripravaObjednavky. Po dokončení zmienených procesov agent odosiela response Mc.priprvaObjednavky do AgentElektra a tým ukončuje prípravu objednavky. Informácie o počte miest a uvoľnení miesta v čakárni poskytuje správami Mc.dajPocetVolnychMiestVCakarni a Mc.uvolniloSaMiesto. V prípade, že zákazník mal nadrozmernú objednávku vracia sa naspäť po tuto objednávku na blokovane obslužné miesto, tato situácia je zabezpečená správou Mc.vyzdvihnutieVelkejObjednavky. Trvanie vyzdvihnutia je modelovane pomocou procesu ProcesVyzdvihnutieVelkehoTovaru a spojitého rovnomerného rozdelenia. Po ukončení posiela agent správu response Mc.vyzdvihnutieVelkejObjednavky a zákazník môže odisť z elektra. Počas obedňajšej prestávky agent prijme správu typu request Mc.dajPracovnika, ktorá reprezentuje požiadavku AgentPokladni na presun pracovníka z prvého obslužného miesta na prvú pokladňu. V momente kedy je pracovník z prvého obslužného miesta voľný je odoslaná sprava typu response a požiadavke na presun pracovníka je tým vyhovene. Pri skončení prestávky agent môže prijať správu Mc.vrateniePracovnika, ktorá zabezpečuje vrátenie pracovníka na svoje obslužné miesto. Sprava Mc.jeKoniecCasuObedu informuje agenta o skončení obedňajšej prestávky.

## AgentPokladni

Obrázok, na ktorom je text, kruh, diagram, kompaktný disk

Automaticky generovaný popis

Tento agent reprezentuje poklade, pred ktorými zákazníci tvoria samostatne rady. Pri obdŕžaní správy request platenie agent rozhodne o zákazníkovom zaradení do radu alebo o začatí platby. Časové trvanie platby je modelovane procesom ProcesPlatba. Po jeho ukončení je platba skončená a je zasielaná sprava response Mc.platenie do AgentElektra. O začatí času obedňajšej prestávky je agent informovaný správou Mc.jeCasObedu a v tomto momente sú voľní pracovnici poslaní na obed a pomocou správy request Mc.dajPracovnika je zaslaná požiadavka na pracovníka obslužného miesta, aby sa dostavil k prvej pokladni. Počas trvania prestávky pracovnici, ktorí pravé dokončili obsluhu zákazníka sa postupne taktiež presúvajú na obedňajšiu prestávku. O skončení prestávky je agent informovaný správou Mc.jeKoniecCasuObedu. Náhradný pracovník z prvej pokladne je po skončení prestávky a svojej obsluhy vrátený na svoje pôvodné obslužné miesto pomocou správy Mc.vrateniePracovnika, zaslanej skrz AgentElektra k AgentObsluznychMiest.

## AgentObed

Obrázok, na ktorom je kruh, text, diagram, animák

Automaticky generovaný popis

AgentObed slúži na informovanie ostatných agentov o začatí a skončení obedňajšej prestávky. K tomu používa dva objekty typu scheduler – PlanovacZaciatkuObedu a PlanovacKoncaObedu a správy Mc.JeCasObedu a Mc.jeKoniecObedu.

# Validácia voči semestrálnej práci č.2

V tejto časti práce je vykonaná validácia výsledkov semestrálnej prace č.3 voči semestrálnej práci č.2. Postupne budú porovnané všetky štatistiky zbierané v rámci druhej semestrálnej práce s výsledkami príslušných štatistik v tretej semestrálnej práci. Porovnané budú postupne varianty od najmenej vyhovujúcich variantov po optimálny variant, ktorý bol určený v rámci výsledkov druhej semestrálnej prace.

Výsledné štatistiky sú priemerom zo 100 000 replikácii a označenie v nasledujúcich tabuľkách variant[X,Y] značí X obslužných miest a Y pokladni.

## Variant [3;1]

* Priemerný čas prevádzky medzi oboma prácami je veľmi podobný, s rozdielom len niekoľkých sekúnd, pričom interval spoľahlivosti (IS) ukazuje prekrytie.
* Čas vo fronte a dĺžka fronty pred automatom sa taktiež mierne líšia.
* Percentuálne vyťaženie automatu, obslužných miest a pokladni sa takmer nelíši, čo naznačuje konzistenciu.
* Priemerný čas odchodu posledného zákazníka je takmer identický.
* Celkový počet obslúžených zákazníkov je totožný.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **Štatistika** | **Semestrálna práca 2** | **Semestrálna práca 3** |
| **Priemerný čas - prevádzka** | **12296,819 sekúnd / 204,947 minút** | **12299,249 sekúnd / 204,987 minút** |
| **95% IS priemerný čas - prevádzka** | **<12290,523 ; 12303,114>** | **<12292,961; 12305,538>** |
| **Priemerný čas vo fronte pred automatom** | **7461,918 sekúnd / 124,365 minút** | **7463,767 sekúnd / 124,396 minút** |
| **Priemerná dĺžka frontu pred automatom** | **75,032** | **75,381** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie automatu** | **20,36%** | **20,36%** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie obslužných miest** | **78,26%** | **78,25%** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie pokladní** | **63,32%** | **63,32%** |
| **Priemerný čas odchodu posledného zákazníka** | **18:58:54** | **18:58:56** |
| **Priemerný počet obslúžených zákazníkov** | **77,344** | **77,344** |

## Variant [6;2]

* Priemerný čas prevádzky je taktiež pomerne blízky, rozdiel sa pohybuje v rozmedzí niekoľkých sekúnd.
* Čas vo fronte a dĺžka fronty pred automatom majú medzi sebou mierne rozdiely.
* Dĺžka fronty pred automatom a percentuálne vyťaženie automatu, obslužných miest a pokladní sa zhodujú.
* Priemerný čas odchodu posledného zákazníka a priemerný počet obslúžených zákazníkov je takmer identický.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **Štatistika** | **Semestrálna práca 2** | **Semestrálna práca 3** |
| **Priemerný čas - prevádzka** | **7578,265 sekúnd / 126,304 minút** | **7583,159 sekúnd / 126,386 minút** |
| **95% IS priemerný čas - prevádzka** | **<7571,456 ; 7585,074>** | **<7576,327 ; 7589,991>** |
| **Priemerný čas vo fronte pred automatom** | **4604,998 sekúnd / 76,750 minút** | **4609,323 sekúnd / 76,822 minút** |
| **Priemerná dĺžka frontu pred automatom** | **42,665** | **42,844** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie automatu** | **37,39%** | **37,39%** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie obslužných miest** | **76,25%** | **76,25%** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie pokladní** | **63,33%** | **63,33%** |
| **Priemerný čas odchodu posledného zákazníka** | **18:13:06** | **18:13:04** |
| **Priemerný počet obslúžených zákazníkov** | **142,944** | **142,911** |

## Variant [12;3]

* Priemerný čas prevádzky aj s intervalom spoľahlivosti sú takmer rovnaké.
* Čas vo fronte a dĺžka fronty pred automatom sú tiež veľmi blízke, čo odráža konzistenciu v meraniach.
* Percentuálne vyťaženie jednotlivých obslužných miest sa odlišuje len minimálne.
* Priemerný čas odchodu posledného zákazníka je identický.
* Počet obslúžených zákazníkov je takmer rovnaký.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **Štatistika** | **Semestrálna práca 2** | **Semestrálna práca 3** |
| **Priemerný čas - prevádzka** | **1840,845 sekúnd / 30,681 minút** | **1841,074 sekúnd / 30,685 minút** |
| **95% IS priemerný čas - prevádzka** | **<1838,065 ; 1843,624>** | **<1838,291 ; 1843,857>** |
| **Priemerný čas vo fronte pred automatom** | **180,136 sekúnd / 3,002 minút** | **180,122 sekúnd / 3,002 minút** |
| **Priemerná dĺžka frontu pred automatom** | **1,599** | **1,601** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie automatu** | **61,81%** | **61,79%** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie obslužných miest** | **68,57%** | **68,58%** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie pokladní** | **74,60%** | **74,60%** |
| **Priemerný čas odchodu posledného zákazníka** | **17:39:11** | **17:39:11** |
| **Priemerný počet obslúžených zákazníkov** | **237,145** | **237,106** |

## Variant [13;4]

* Priemerný čas prevádzky a interval spoľahlivosti sú v podstate rovnaké.
* Čas vo fronte pred automatom je takmer rovnaký a dĺžka frontu je identická.
* Percentuálne vyťaženie obslužných miest sa len mierne líši.
* Priemerný čas odchodu posledného zákazníka a priemerný počet obslúžených zákazníkov sa takmer nelíši.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Variant [13;4]** |  |  |
| **Štatistika** | **Semestrálna práca 2** | **Semestrálna práca 3** |
| **Priemerný čas - prevádzka** | **1423,472 sekúnd / 23,725 minút** | **1423,827 sekúnd / 23,730 minút** |
| **95% IS priemerný čas - prevádzka** | **<1422,553 ; 1424,392>** | **<1422,907; 1424,746>** |
| **Priemerný čas vo fronte pred automatom** | **75,468 sekúnd / 1,258 minút** | **75,360 sekúnd / 1,256 minút** |
| **Priemerná dĺžka frontu pred automatom** | **0,646** | **0,646** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie automatu** | **62,34%** | **62,35%** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie obslužných miest** | **62,13%** | **62,17%** |
| **Priemerné percentuálne vyťaženie pokladní** | **57,44%** | **57,46%** |
| **Priemerný čas odchodu posledného zákazníka** | **17:30:15** | **17:30:14** |
| **Priemerný počet obslúžených zákazníkov** | **239,276** | **239,318** |

## Záver validácie

Celkovo sú rozdiely medzi výsledkami semestrálnej práce č. 2 a č. 3 pre všetky varianty zanedbateľné, čo svedčí o konzistencii medzi týmito dvoma prácami.

# Implementácia prestávky

# Výsledky experimentov

## Experimenty so základným systémom

## Experimenty so systémom po 30% zvýšení počtu zákazníkov

# Grafické zobrazenie závislostí