

УДК 65.011.56

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО РОБОТА

Скаткова Н.А.

Рассматривается функционирование транспортного робота, обслуживающего производственный участок, состоящий из нескольких станков, каждый из которых имеет входную и выходную очередь, а также склада обработанных деталей и заготовок. Построена имитационная модель.

Постановка задачи. Система представляет собой производственный участок, состоящий из четырех станков, обрабатывающих детали, склада заготовок, склада готовых изделий и транспортного робота, который развозит заготовки к станкам и отвозит обработанные детали на склад готовых изделий (рисунок 1). У каждого станка есть входная и выходная очереди для заготовки и обработанных деталей.

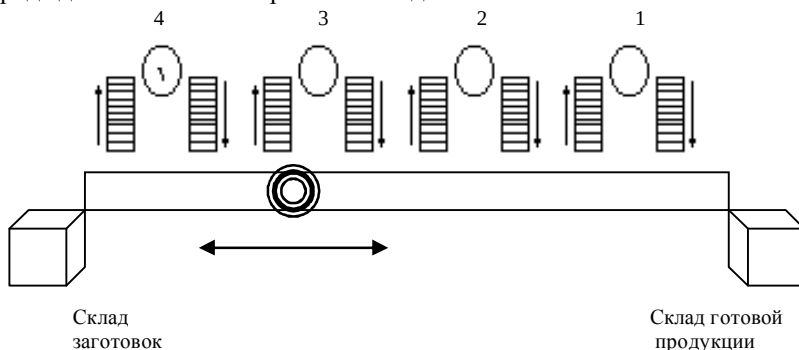


Рисунок 1 – Схема функционирования конвейерной линии

Дисциплина обслуживания для обеих очередей - FIFO. Время обработки деталей дискретное. После обработки деталь должна сразу поступить в выходную очередь, если это невозможно (по причине отсутствия мест в очереди) то деталь считается потерянной и выбывает из системы. Тележка (транспортный робот) может перемещать в любой момент времени не более одной детали. Необходимо разработать имитационную модель системы. Соотношение времени обработки детали и единичного перемещения тележки (между соседними станками) рассмотреть равными 100:1, 50:1, 10:1. Порядок загрузки станков и отвоза

обработанных деталей на склад задается дисциплиной обслуживания станков.

Описание объекта моделирования. Целью моделирования является получение имитационной модели описанной выше системы и проведение с ней ряда экспериментов. Управляемой переменной моделирования является время обработки станком поступившей детали. По условию оно является дискретным и задано. Для упрощения модели предположим, что тележка-робот получает информацию о состоянии системы в двух местах: когда она находится на складе готовой продукции или на складе заготовок. Транзактами (динамическими объектами модели) в такой модели являются сами детали. Кроме того, так как тележка-робот перемещается по конвейеру и имеет такое свойство, как задержка перемещения, то в данной модели будет еще один тип транзактов - тележка-робот. Для создания имитационной модели будем использовать систему GPSS/PC, предназначенную для имитационного моделирования сложных дискретных систем. После построения алгоритма программы, имитирующей работу системы и его реализации на ПЭВМ, были исследованы свойства имитационной модели. Для исследования свойств модели проведены следующие процедуры:

- 1) оценка погрешности имитационной модели, обусловленной наличием в ней неидеальных генераторов случайных чисел;
- 2) определение длительности переходного режима в работе модели;
- 3) оценка устойчивости результатов имитации исследуемых процессов;
- 4) исследование чувствительности имитационной модели.

Выяснилось, что в данной модели отсутствует погрешность, связанная с неидеальными генераторами случайных чисел, так как модель не является вероятностной и не использует генераторы случайных чисел. Было определено, что с достаточно большой долей уверенности можно считать, что за время моделирования 30000 ед. времени система входит в стационарный режим. В силу особенностей данной модели можно считать, что результаты моделирования устойчивы. При исследовании чувствительности модели было определено, что данная модель является чувствительной к изменениям рассмотренных параметров (изменялось время обработки заявок, а в качестве отклика модели рассматривались загрузки устройств), и данные параметры должны представляться в модели с высокой точностью.

Проведение экспериментов. После исследования свойств модели был проведен ряд экспериментов. Ниже приведены результаты некоторых из них.

Эксперимент 1. Условия эксперимента: время моделирования 100000 временных единиц, время обработки заявки прибором – дискретное (100 временных единиц), емкость входной и выходной очереди каждого прибора – 3 заявки, дисциплина загрузки приборов – начиная от самого

дальнего от начального пункта, приоритетная выборка заявок, обслуженных приборами.

Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента 1

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	STOR/ CAP	MAX.	ENTRIES	AVE.C.	UTIL.
1	1000	0,999	100	1/3	3	1003	2,62	0,873
2	1000	0,999	99,99	2/3	3	1003	2,62	0,873
3	1000	0,999	99,98	3/3	3	1003	2,62	0,873
4	1000	0,999	99,98	4/3	3	1003	2,62	0,873
				5/3	1	999	0,04	0,013
				6/3	1	999	0,06	0,02
				7/3	1	999	0,06	0,02
				8/3	1	999	0,1	0,033

Число обслуженных за время моделирования заявок – 3996.

Таблица разделена на две части двойной чертой: в первой ее части приводятся результаты моделирования для приборов, во второй – для многоканальных устройств, которыми моделируются очереди к приборам. В столбце FACILITY указаны номера приборов, в столбце STOR/CAP – номера устройств и их емкость, в столбце ENTRIES – число вхождений в соответствующий прибор (устройство), в столбце UTIL - часть периода моделирования, в течение которого прибор был занят (или многоканальное устройство использовалось), в столбце AVE.TIME - среднее время занятости устройства одним сообщением в течение периода моделирования, в столбце MAX. - максимальное количество используемой емкости многоканального устройства за период моделирования, в столбце AVE.C. - среднее значение занятой емкости за период моделирования.

Таким образом, за время моделирования было обработано 3996 деталей.

Как видно из результатов эксперимента, максимальное заполнение выходной очереди каждого прибора не превысило 1-й заявки, следовательно, при данной стратегии функционирования системы можно без опасения потери производительности уменьшить выходную очередь каждого прибора до 1-й заявки. Загрузки выходных очередей возрастают с увеличением расстояния от соответствующего прибора до конечного пункта маршрута заявки. Это связано с тем, что, при данной стратегии загрузки приборов, чем ближе находится прибор к конечному пункту маршрута заявки, тем меньше заявка находится в выходной очереди соответствующего прибора (чем раньше в него поступит заявка, тем раньше он ее обработает, следовательно, с этого прибора и начнется выборка обработанных заявок). Для загрузки входных очередей приборов характерна иная картина – они равны. Это объясняется

тем, что при данных условиях эксперимента первая (в самом начале) загрузка приборов и очередей к ним влияет только на стартовое время начала работы приборов и очередей, далее же они функционируют непрерывно (о чем говорит загрузка приборов), поэтому входные очереди приборов имеют равную загрузку. Загрузка приборов отлична от 1-й в силу той же причины – стартового времени начала работы приборов.

Эксперимент 2. Изменим условия эксперимента следующим образом: уменьшим емкость входной очереди каждого прибора - до 2-х заявок, а емкость выходной очереди каждого прибора до 1-й заявки, а все остальные условия оставим, как в эксперименте 1.

Результаты эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты эксперимента 2

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	A VE.TIME	STORAGE	MAX.	ENTRIES	A VE.C.	UTIL.
1	1000	0,999	100	1/2	2	1002	1,62	0,81
2	1000	0,999	99,99	2/2	2	1002	1,62	0,81
3	1000	0,999	99,98	3/2	2	1002	1,62	0,81
4	1000	0,999	99,98	4/2	2	1002	1,62	0,81
				5/1	1	999	0,04	0,04
				6/1	1	999	0,06	0,06
				7/1	1	999	0,06	0,06
				8/1	1	999	0,1	0,1

Число обслуженных за время моделирования заявок – 3996.

Как видно из этого эксперимента, при той же производительности системы при уменьшении входных очередей каждого из приборов загрузка данных очередей снизилась с 0,873 до 0,81. Уменьшение загрузки многоканального устройства при снижении числа каналов устройства говорит о сокращении лишней нерационально используемой емкости, т.е. той части емкости, которая загружена, но используется явно неэффективно. При уменьшении выходных очередей каждого из приборов, (а именно снижении числа каналов соответствующих многоканальных устройств) загрузка данных очередей увеличилась в соответствующее число раз.

Эксперимент 3. Изменим условия эксперимента следующим образом: уменьшим емкость входной очереди каждого прибора до 1-й заявки, емкость выходной очереди каждого прибора оставим равной 1-й заявке, а все остальные условия оставим такими, как в эксперименте 1.

Результаты эксперимента приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты эксперимента 3

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	A VE.TIME	STOR/CAP	MAX.	ENTRIES	A VE.C.	UTIL.
1	1000	0,999	100	1/1	1	1001	0,62	0,62
2	1000	0,999	99,99	2/1	1	1001	0,62	0,62
3	1000	0,999	99,98	3/1	1	1001	0,62	0,62
4	1000	0,999	99,98	4/1	1	1001	0,62	0,62
				5/1	1	999	0,04	0,04
				6/1	1	999	0,06	0,06
				7/1	1	999	0,06	0,06
				8/1	1	999	0,1	0,1

Число обслуженных за время моделирования заявок – 3996.

Как видно из этого эксперимента, при той же производительности системы, при уменьшении входных очередей каждого из приборов, загрузка данных очередей снизилась до 0,62. Это говорит о том, что при данной стратегии функционирования системы установка к каждому из приборов очереди, длиннее одной заявки, не только не приносит пользы, но и увеличивает нагрузку для данных очередей, что тоже можно считать нежелательным фактором.

Вывод по экспериментам 1-3: при данной стратегии функционирования системы и ее параметрах без снижения производительности и даже при уменьшения нагрузки на отдельные части системы необходимо установить входную и выходную емкость для каждого прибора, равной одной заявке.

По результатам всех проведенных опытов можно сделать следующие выводы:

1) при стратегии загрузки приборов, начиная от самого дальнего от склада заготовок и отношением времени обработки ко времени единичного перемещения тележки 100:1 без снижения производительности и даже при уменьшении нагрузки на отдельные части системы необходимо установить входную и выходную емкости очереди для каждого станка, равной одной детали;

2) при стратегии загрузки станков, начиная от самого дальнего от склада заготовок и отношением времени обработки детали станком ко времени единичного перемещения тележки 50:1 наибольшая загрузка

наблюдается у первого и второго станка без снижения производительности у них следует установить емкость входной очереди в две детали, а остальные емкости можно оставить по одной детали;

3) при стратегии загрузки станков, начиная от самого дальнего от склада заготовок и отношением времени обработки заявки ко времени единичного перемещения тележки 10:1 станки 3 и 4 не используются вообще, следовательно данная стратегия становится неэффективной

Библиография

1 Киндлер Е. Языки моделирования / Е.Киндлер: Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат 1985. — 288 с.

Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М.Месарович, Д.Мако, Я.Такахара: Пер. с англ. — М.: Мир, 1973. — 344 с.

Поступила в редакцию 10.01.2001 г.