МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВО «КубГУ»)**

**Факультет компьютерных технологий и прикладной математики**

**Кафедра вычислительных технологий**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6**

**Дисциплина: Основы компьютерного моделирования**

Работу выполнил: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Курбатский В.А.

Направление подготовки: 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль): Компьютерные технологии и прикладная математика.

Преподаватель: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кособуцкая Е. В.

Краснодар

2023

**1 Постановка задачи**

В вычислительном центре имеются две ЭВМ. Задания на обработку поступают каждые 2 минуты в пункт приема. Здесь в течении 12 минут они регистрируются и сортируются оператором, после первой обработки на ЭВМ обнаруживаются ошибки ввода, которые сразу же в течение 3 минут исправляются оператором. На время корректировки ввода задание не освобождает соответствующей ЭВМ, и после корректировки начинается его повторная обработка. Возможность ошибки при повторной обработке исключается, т. е. повторная обработка всегда является окончательной. Продолжительность работы ЭВМ при обработке задания в каждом случае составляет 10 минут. В центре имеется лишь одно рабочее место оператора.

Разработать программу, моделирующую процесс функционирования вычислительного центра при условии, что обработать необходимо 100 заданий.

Разработанная программа должна удовлетворять следующим требованиям:

* обеспечивать ввод исходных данных;
* поддерживать интерактивное редактирование;
* производить имитационное моделирование;
* представлять результаты моделирования в удобном виде;

**2 Описание разработанного алгоритма**

Описанная в постановке задачи система является многоканальной системой массового обслуживания с не ограниченной очередью, поэтому алгоритм моделирования этой системы будет реализовывать принцип Δt.

Алгоритм симуляции системы заключен в бесконечный цикл с постусловием. При каждой итерации алгоритма выполняются следующие шаги:

1. Алгоритм проверяет не равно ли время до поступления новой задачи в систему нулю, если да, задача то счетчик очереди и счетчик количества прибывших задач увеличивается на один, а также обновляется время до следующей задачи.
2. Если в очереди есть задачи и оператор не работает, он начинает обрабатывать задачи, при этом время, присваивается время сортировки текущей задачи, количество задач в очереди уменьшается, а флаг сортировки задания переходит в рабочее положение.
3. Проверяется закончил ли оператор первичную обработку, если да, обработанное задание перемещается в очередь машины с меньшей очередью, со значением 0, обозначающем, что задача обрабатывается на ЭВМ в первый раз.
4. Проверяется, не закончил ли корректирование ошибок оператор, если да, то увеличивается счетчик времени, потраченного на обработку ошибок, и задание возвращается начало очереди соответствующей ЭВМ со значением 1 и удаляется из очереди корректировки ошибок.
5. Проверяется, закончила ли первая машина вычисления, если да, счетчик времени вычислений первой машины увеличивается на величину выполнения одного задания и определяется ошибка, если ошибка возникла, машина останавливается, задание помещается в очередь на корректирование оператором со значением 1, если ошибка не возникла задание удаляется из очереди машины, счетчик количества выполненных заданий и выполненных заданий на первой машине увеличиваются на 1, машина переходит в режим ожидания.
6. Проверяется, закончила ли вторая машина вычисления, если да, счетчик времени вычислений второй машины увеличивается на величину выполнения одного задания и определяется ошибка, если ошибка возникла, машина останавливается, задание помещается в очередь на корректирование оператором со значением 2, если ошибка не возникла задание удаляется из очереди машины, счетчик количества выполненных заданий и выполненных заданий на второй машине увеличиваются на 1, машина переходит в режим ожидания.
7. Проверяется, есть ли задания в очереди ошибок, если да, флаг сортировки оператором задач становится не активным, а флаг корректирования ошибок активным, счетчику времени корректирования текущего задания присваивается время корректирования задания.
8. Проверяется, работает ли первая ЭВМ и является ли последние задание в очереди не разу не обработанным, если да, времени обработки текущего задания присваивается время вычисления задачи, а флаг активности ЭВМ переводится в активное состояние.
9. Проверяется, работает ли вторая ЭВМ и является ли последние задание в очереди не разу не обработанным, если да, времени обработки текущего задания присваивается время вычисления задачи, а флаг активности ЭВМ переводится в активное состояние.
10. Сверяется количество выполненных задач и задач которые необходимо выполнить, если они равны алгоритм завершает свою работу.
11. Уменьшаются счетчики: времени сортировки, корректирования, вычисления при работе соответствующих флагов. Увеличивается общее время работы системы и время параллельной работы машин при активности соответствующих флагов.

После выхода из цикла вычисляются остальные характеристики, необходимые для правильного восприятия работы системы.

**4 Тестовые примеры и результаты тестирования программы**

Проведем моделирование системы со значениями, указанными в постановке задачи.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Результаты моделирования

Из результатов моделирования видно, что система не справляется с нагрузкой. Это можно определить параметру интенсивности нагрузки, в данном случае он равен 7,65, а также количеству задач, оставшихся в очереди, их количество равно 665 штук. При этом среднее количество задействованных каналов равно 1,25 штук, что тоже является негативным значением характеристики.

Попробуем корректировать параметры системы. Увеличим интервал поступления задач на 14 минут.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 – Результаты первого эксперимента

По результатам моделирования видно, что нагрузка на систему уменьшилась и с учетом всего двух задач оставшихся в очереди задач, можно сказать, что система в полной мере справляется с нагрузкой, но среднее количество задействованных каналов уменьшилось, что свидетельствует о низкой эффективности системы.

Попробуем корректировать значения времени сортировки и исправления ошибок оператором.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 3 – Результаты второго эксперимента

Уменьшив время сортировки до 8 минут и увеличив время поступления заданий до 10 минут, получилось уменьшить время простоя ЭВМ, тем самым увеличив среднее число задействованных машин до 1,7 штук.

Из проведенных экспериментов можно сделать вывод, что узким местом системы является низкая производительность оператора. Так повысив производительность оператора или увеличив количество операторов, задействованных в системе, можно значительно увеличить производительность системы.

**4 Текст разработанной программы**

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.ComponentModel;

using System.Data;

using System.Drawing;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using System.Windows.Forms;

namespace SimulationComputingCenter

{

public partial class Form1 : Form

{

public Form1()

{

InitializeComponent();

}

private void button1\_Click(object sender, EventArgs e)

{

groupBox2.Controls.Clear();

int timeToNextTask = Convert.ToInt32(textBox1.Text);

int timeSort = Convert.ToInt32(textBox2.Text);

int timeErrCorrection = Convert.ToInt32(textBox3.Text);

int ErrProbility = Convert.ToInt32(textBox4.Text);

int timeComputing = Convert.ToInt32(textBox5.Text);

int countTask = Convert.ToInt32(textBox6.Text);

Simulation model = new Simulation(countTask, timeToNextTask, timeSort, timeComputing, timeErrCorrection, ErrProbility);

Label result = new Label();

result.AutoSize = true;

result.Text = model.GetStringInfo();

result.Location = new Point(20, 20);

groupBox2.Controls.Add(result);

}

}

}

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace SimulationComputingCenter

{

public static class RandomExtension

{

public static bool NextBool(this Random rnd, int probility = 50)

{

bool[] bools = new bool[100];

for(int i = 0; i < 100; i++)

{

if(i <= probility)

{

bools[i] = true;

}

else

{

bools[i] = false;

}

}

return bools[rnd.Next(0, 100)];

}

}

}

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Globalization;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace SimulationComputingCenter

{

public class Simulation

{

int countTask, timeToNextTask, timeSort, timeComputing, timeErrCorection;

int ErrProbility;

int totalTimeWorking = 0, operatorDownTime = 0, EMC1DownTime = 0, EMC2DownTime = 0, totalTimeComputingEMC1 = 0, totalTimeComputingEMC2 = 0;

int timeWorkingOperator = 0, totalSortTime = 0, totalTimeCorrectionErr = 0, countErr = 0, countTaskInQue = 0;

int timeCorrectionErrEMC1 = 0, timeCorrectionErrEMC2 = 0, countTaskComputingInEMC1 = 0, countTaskComputingInEMC2 = 0;

int parallelComputing = 0;

public Simulation(int countTask, int timeToNextTask, int timeSort, int timeComputing, int timeErrCorection, int ErrProbility)

{

this.countTask = countTask;

this.ErrProbility = ErrProbility;

this.timeSort = timeSort;

this.timeComputing = timeComputing;

this.timeErrCorection = timeErrCorection;

this.timeToNextTask = timeToNextTask;

Simulate();

}

void Simulate()

{

Random rnd = new Random();

int countExecuteTask = 0;

int timeBeforNextTask = 2;

int countTaskInQue = 0; //очередь на обработку оператором

int timeSorting = 0;

int timeCorrecting = 0;

bool operatorRepairErr = false; //оператор исправляет ошибки

bool operatorSorting = false; //оператор сортирует задачи

int timeComputingInECM1 = 0;

int timeComputingInECM2 = 0;

bool EMC1Working = false;

bool EMC2Working = false;

int countIncomingTasks = 0;

List<int> queErr = new List<int>(); // 1 - ЭВМ1, 2 - ЭВМ2

List<int> queEMC1 = new List<int>(); // 0 - не обработана, 1 - была обработана

List<int> queEMC2 = new List<int>(); // 0 - не обработана, 1 - была обработана

do

{

if (timeBeforNextTask == 0)

{

if (countIncomingTasks < this.countTask)

{

countTaskInQue++;

}

countIncomingTasks++;

timeBeforNextTask = this.timeToNextTask;

}

///

if (countTaskInQue > 0 && !operatorSorting && !operatorRepairErr)//начинает работать оператор

{

timeSorting = this.timeSort;

countTaskInQue--;

operatorSorting = true;

}

if (timeSorting == 0 && operatorSorting && !operatorRepairErr) //оператор закончил первичную обработку задачи

{

this.totalSortTime += this.timeSort;

operatorSorting = false;

if (queEMC1.Count <= queEMC2.Count)

{

queEMC1.Add(0);

}

else

{

queEMC2.Add(0);

}

}

if (timeCorrecting == 0 && operatorRepairErr)

{

this.totalTimeCorrectionErr += this.timeErrCorection;

if(queErr.First() == 1)

{

EMC1Working = true;

//Время коррекции ошибок первой машины

this.timeCorrectionErrEMC1 += this.timeErrCorection;

}

else

{

EMC2Working = true;

//Время коррекции ошибок второй машины

this.timeCorrectionErrEMC2 += this.timeErrCorection;

}

queErr.RemoveAt(0);

operatorRepairErr = false;

}

///

//if (countTaskInQue > 0 && !operatorSorting && !operatorRepairErr)//начинает работать оператор

//{

// timeSorting = this.timeSort;

// countTaskInQue--;

// operatorSorting = true;

//}

if (timeComputingInECM1 == 0 && EMC1Working) //вычислила задачу первая машина

{

if (queEMC1.First() == 0)

{

if (rnd.NextBool(this.ErrProbility))

{

timeComputingInECM1 += this.timeComputing;

EMC1Working = false;

queErr.Add(1);

//operatorRepairErr = true;

queEMC1[0] = 1;

}

else

{

queEMC1.RemoveAt(0);

countExecuteTask++;

EMC1Working = false;

//Увеличиваем количество задач выполненных на ЭВМ1

this.countTaskComputingInEMC1++;

}

}

else

{

if (queEMC1.First() == 1)

{

queEMC1.RemoveAt(0);

countExecuteTask++;

EMC1Working = false;

//Увеличиваем количество задач выполненных на ЭВМ1

this.countTaskComputingInEMC1++;

}

}

this.totalTimeComputingEMC1 += this.timeComputing;

}

if (timeComputingInECM2 == 0 && EMC2Working) //вычислила задачу первая машина

{

if (queEMC2.First() == 0)

{

if (rnd.NextBool(this.ErrProbility))

{

timeComputingInECM2 += this.timeComputing;

EMC2Working = false;

queErr.Add(2);

//operatorRepairErr = true;

queEMC2[0] = 1;

}

else

{

queEMC2.RemoveAt(0);

countExecuteTask++;

EMC2Working = false;

//Увеличиваем количество задач выполненных на ЭВМ2

this.countTaskComputingInEMC2++;

}

}

else

{

if (queEMC2.First() == 1)

{

queEMC2.RemoveAt(0);

countExecuteTask++;

EMC2Working = false;

//Увеличиваем количество задач выполненных на ЭВМ2

this.countTaskComputingInEMC2++;

}

}

this.totalTimeComputingEMC2 += this.timeComputing;

}

if(queErr.Count > 0 && !operatorRepairErr)

{

timeCorrecting += this.timeErrCorection;

operatorRepairErr = true;

}

if (queEMC1.Count > 0 && !EMC1Working && queEMC1.First() == 0) // машина не работает - пусть работает

{

timeComputingInECM1 = this.timeComputing;

EMC1Working = true;

}

if (queEMC2.Count > 0 && !EMC2Working && queEMC2.First() == 0)// ты тоже работай

{

timeComputingInECM2 = this.timeComputing;

EMC2Working = true;

}

if (countExecuteTask == countTask)

{

break;

}

this.totalTimeWorking++;

timeBeforNextTask--;

if (operatorSorting && !operatorRepairErr)

{

timeSorting--;

}

if (operatorRepairErr)

{

timeCorrecting--;

}

if (EMC1Working)

{

timeComputingInECM1--;

}

if (EMC2Working)

{

timeComputingInECM2--;

}

if (EMC1Working && EMC2Working)

{

parallelComputing++;

}

} while (true);

this.EMC1DownTime = this.totalTimeWorking - this.totalTimeComputingEMC1;

this.EMC2DownTime = this.totalTimeWorking - this.totalTimeComputingEMC2;

this.timeWorkingOperator = this.totalTimeCorrectionErr + this.totalSortTime;

this.operatorDownTime = this.totalTimeWorking - this.timeWorkingOperator;

this.countErr = this.totalTimeCorrectionErr / this.timeErrCorection;

this.countTaskInQue = countIncomingTasks - this.countTask;

}

public string GetStringInfo()

{

string info = $"Общее время работы: {this.totalTimeWorking} минут\n"

+ $"Время работы ЭВМ1: {this.totalTimeComputingEMC1} минут\n"

+ $"Время простоя ЭВМ1: {Math.Round(this.EMC1DownTime \* 100.0 / this.totalTimeWorking, 2)} %\n"

+ $"Время работы ЭВМ2: {this.totalTimeComputingEMC2} минут\n"

+ $"Время простоя ЭВМ2: {Math.Round(this.EMC2DownTime \* 100.0 / this.totalTimeWorking, 2)} %\n"

+ $"Интенсивность нагрузки: {Math.Round(this.countTaskInQue \* 1.0 / this.countTask, 2)}\n"

+ $"Время работы оператора: {this.timeWorkingOperator} минут\n"

+ $"Время коррекции ошибок оператором: {this.totalTimeCorrectionErr} минут\n"

+ $"Время регистрации и сортировки задач оператором: {this.totalSortTime} минут\n"

+ $"Количество заданий в очереди: {this.countTaskInQue} штук\n"

+ $"Пропускная способность: {Math.Round(this.countTask \* 1.0 / this.totalTimeWorking, 2)} задач/минута\n"

+ $"Средние время в очереди: {this.timeSort + Math.Round(this.totalTimeCorrectionErr \* 1.0 / this.countTask, 2)} минут\n"

+ $"Количество ошибок обнаруженных ЭВМ1: {this.timeCorrectionErrEMC1 / this.timeErrCorection} штук\n"

+ $"Количество ошибок обнаруженных ЭВМ2: {this.timeCorrectionErrEMC2 / this.timeErrCorection} штук\n"

+ $"Количество задач обработаных ЭВМ1: {this.countTaskComputingInEMC1} штук\n"

+ $"Количество задач обработаных ЭВМ2: {this.countTaskComputingInEMC2} штук\n"

+ $"Среднее время выполнения задания: {Math.Round((this.totalTimeComputingEMC1 + this.totalTimeComputingEMC2 + this.totalTimeCorrectionErr) \* 1.0 / this.countTask, 2)} минут\n"

+ $"Среднее количество задействованых каналов: {Math.Round(this.parallelComputing \* 1.0 / ((this.countTask \* this.timeComputing + this.countErr \* this.timeComputing) / 2.0) \* 2.0, 2)} штук\n"

+ $"Среднее число заявок в очереди: {Math.Round(1.0 \* (this.countTask + this.countTaskInQue) / this.totalTimeWorking, 2)} штук/минута\n";

return info;

}

}

}