разработки и вплоть до развертывания и эксплуатации. В 2007 году окончательно были обобщены методики и концепции программной и системной инженерий в области модели-ориентированных разработок MBSE.

Основополагающая идея MBSE состоит в том, что разрабатываемая модель системы разрабатывается на ранних стадиях процесса и по мере разработки эволюционирует в ходе жизненного цикла системы. Моделе-ориентированное программирование лежит в основе BIM. Процесс создания BIM модели можно схематически описать следующим алгоритмом: Запрос на создание, Формирование технического задания, Формирование исполнителем ВЕР-плана реализации модели, Предпроект, компоновка оборудования, Конструкторские работы, Проектные работы, Утверждение и согласование, Разработка рабочей документации, Передача модели в строительство, Актуализация модели в течении жизненного цикла, Архивирование.

Программное обеспечение для реализации BIM модели представлено множеством САПров и CADов. AUTODESK REVIT/REVIT SERVER, ARCHICAD, Tekla Structures, MagiCAD, AutoCAD Civil 3D.

Применимо к ж/д инфраструктуре использование, более наглядных чем традиционные, BIM технологий позволяет решить многие организационно финансовые вопросы, а также удостовериться в соответствии проекта ТБ, ГОСТам, СНиПам и т.п.

1. Альтшуллер, Г. С. Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач) / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. — Кишинев : Картя Молдовеняска, 1989. — 381 с.
2. Байбурун, А. Х. Надежность организационно-технологических систем : учеб. пособие / А. Х. Байбурун, Н. В. Кочарин, Д. А. Байбурун, С. М. Вайсман. — Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2018. — 84 с.
3. Байбурун, А. Х. Научно-исследовательская работа магистрантов инновационной программы с основами патентоведения / А. Х. Байбурун, Н. В. Кочарин, И. А. Шишкеедова, Б. В. Шмаков. — Челябинск : Полиграф Центр, 2019. — 79 с.
4. Чеботаев, А. А. Влияние транспортных факторов на пространственнотерриториальное развитие больших городов [Текст] / А. А. Чеботаев, А. М. Ивахненко, Д. Б. Ефименко, И. М. Кийченко //Автотранспортное компания. – 2013. – № 1. – С. 24-30. – ISSN: 2076-3050.

Баширов А.В., Ханов Т.А.

Исследование особенностей перемещения программно-управляемого модуля с использованием имитационного моделирования

*Карагандинский университет Казпотребсоюза
(Казахстан, Караганда)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-08

Аннотация

В статье описывается результативность проведения компьютерного эксперимента в задаче перемещения программно-управляемого модуля в пространстве с заранее установленными границами. Проведя значительное число испытаний были выявлены обобщенные закономерности при условии того, что перемещение модуля происходит случайным образом.

Ключевые слова: имитационное моделирование, генерация случайных чисел, управляемый модуль, компьютерный эксперимент.

Abstract

The article describes the effectiveness of a computer experiment in the problem of moving a software-controlled module in a space with pre-defined boundaries. After

conducting a significant number of tests, generalized patterns were revealed, provided that the movement of the module occurs randomly.

Keywords: simulation modeling, random number generation, controller module, computer experiment.

В статье рассматривается решение задачи перемещения программного управляемого модуля (робота) на плоскости. Авторами был выполнен компьютерный эксперимент с использованием имитационного моделирования. В качестве инструментального программного средства был выбран табличный процессор Excel.

Выбор табличного процессора, как инструментального средства, при решении вышеописанной задачи было связано с целого ряда преимуществами, которые были достаточно подробно описаны ранее [1-3].

Моделирование заключалось в исследовании перемещения программно-управляемого модуля на плоскости. Управление модуля осуществлялось случайным образом. С каждым шагом происходит обращение к системе автоматического управления до того момента, пока не выполнится условие остановки. Основным элементом управления является генератор случайных чисел RND.

Использование рабочего поля клеток табличного процессора Excel исключительно удобно для визуализации и контроля перемещения модуля при выполнении имитационного моделирования [4-6].

Генерация появления модуля осуществлялась из центра квадрата cells (40,40) со сторонами (40 единиц), при этом координаты крайних точек квадрата определяются соответственно как cells (20,20) и cells (60,60).

Основной вопрос исследования состоял в том, сколько шагов (перемещений) может сделать модуль до соприкосновения с любой из сторон квадрата (заданной границей). В этом случае, как уже было сказано, происходит прекращение движения модуля.

Совершенно очевидно, что минимальное, теоретическое возможное количество шагов отдельно взятого испытания может быть $N_i = 20$, а максимальное возможное число может быть достаточно большим.

Компьютерный эксперимент состоял из $k_0 = 1000$ испытаний. Такое достаточно большое значение k_0 было связано с стремлением получить максимально правдоподобный результат исследования.

В Таблице 1 показана результативность перемещения модуля. Здесь, в частности, можно отследить количество испытаний k_i для определенного количества перемещений N_i . Значительная доля испытаний (74%) показывает, что движение или “блуждание” модуля заканчивается, при совершении перемещений N_i от 100 до 600 шагов.

Таблица 1

Распределение количества перемещений модуля N_i от количества проведенных испытаний k_i

интервал N_i	k_i	интервал N_i	k_i	интервал N_i	k_i
0-100	18	1000-1100	16	2000-2100	0
100-200	159	1100-1200	19	2100-2200	2
200-300	211	1200-1300	6	2200-2300	2
300-400	158	1300-1400	9	2300-2400	1
400-500	108	1400-1500	2	2400-2500	0
500-600	101	1500-1600	4	2500-2600	1
600-700	70	1600-1700	4	2600-2700	0
700-800	42	1700-1800	2	2700-2800	0
800-900	35	1800-1900	0	2800-2900	0
900-1000	26	1900-2000	3	2900-3000	1

На рисунке 1 показано распределение числа испытаний k_i в зависимости от интервала выбранного диапазона перемещения модуля N_i .

Очевидно, что вид зависимости статистических испытаний на рисунке относится к логнормальному распределению исследуемой величины.

Обращает на себя внимание, в частности, существование так называемых “выбросов”, которые значительно превышают значения среднестатистических показателей.

Рисунок 1

Визуальное представление результативности движения модуля до его остановки при значительном количестве испытаний ($k_0=1000$ испытаний)

Выводы:

- 1) При решении вышеописанных задач целесообразно использовать возможности табличного процессора Excel.
- 2) Закон распределения вероятности движения программно-управляемого модуля до пересечения границы в замкнутом пространстве является логнормальным.
- 3) Рассмотренная задача и ее решение имеет первоначальный (тестовый) вид. Предполагается существенное расширение использования и применение рассмотренной в представленной выше статье проблематики.

Статья подготовлена в рамках выполнения договора на грантовое финансирование Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (ИРН проекта AP08856905).

1. Баширов А.В., Ханов Т.А.// Использование надстроек прикладного программного обеспечения в практической подготовке студентов технических специальностей // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62-4. С. 8-10.
2. Баширов А.В., Ханов Т.А.// Результативность использования программного средства AnyLogic в вопросах оптимизации транспортного движения города Караганды//Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 3-1 (42). С. 195-198.
3. Яворский В.В., Ашкенова Ш.А., Баширов А.В.//Модели адаптивного компьютерного тестирования//Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 7. С. 39-41.

4. Зиатдинова Д.Р., Барышева О.Б.// Прикладные программные обеспечения в высшем профессиональном образовании// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2020. Т. 2. № 1 (39). С. 82-87.
5. Суханкин Г.В.//Оценка и прогноз работоспособности технического объекта в системах VBA и SCILAB//Grand Altai Research & Education. 2018. № 2. С. 20-25.
6. Kalytka V.A., Bashirov A.V., Timoshenko P.S., Urchishin R.U., Sadykhanova L.A.// Modernization the steam turbogenerator technological scheme of power heating plant, with the introduction of turbines t-25 0-300 tmz// Актуальные научные исследования в современном мире. 2019. № 5-1 (49). С. 80-82.

Гусак Е.В., Гурьев А.Т.

Исследование модели графа для построения маршрутов кабельных трасс для машиностроительных проектов

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
(Россия, Архангельск)*

doi: 10.18411/lj-07-2021-09

Анотация

В статье рассматривается несколько подходов к графу маршрута кабельной трассы в задаче трассировки кабелей. Описываются их отличительные черты, а также преимущества и недостатки.

Ключевые слова: Графы, кабельные трассы, задача поиска кратчайшего пути.

Abstract

In article describes a few ways to the cable route graph in the cable routing problem. Also describes their features, advantages and disadvantages of each other.

Keywords: Graphs, cable routes, shortest path search problem.

Проектирование маршрутов кабельных трасс представляет собой задачу, в которой необходимо провести кабели, подключающие электрооборудование между собой, по кабельным трассам с соблюдением ряда условий и ограничений, описанный в конструкторской документации. Данная конструкторская документация приходит от КБ-проектанта и любые изменения в ней должны быть согласованы. Как правило КБ-проектант выполняет трассировку кабельных трасс вручную в САД-системах (системах автоматизированного проектирования). Это приводит к частым несоответствиям проектной и реальной длин кабелей, и как следствию повторного согласования длины кабеля и других параметров с КБ-проектантом. Все это может сорвать срок завершения строительства заказа.

Обычно конструкторская документация на проект включает описание всех кабелей и требований на их прокладку. Но основание схем в документации и информации о требованиях мы можем получить данные о подключении кабеля к электрооборудованию. По данной информации мы можем мы можем построить маршрут кабельной трассы.

Маршрут кабельной трассы можно представить в виде графа. С учетом передаваемой информации от КБ-проектанта можно построить граф $G(P, K)$, узлами которого будут устройства (приборы, соединители, уплотнительные конструкции) $P = \{P_i\}$, а ребрами – множество кабелей $K = \{(P_i, P_j)\}$, поскольку информация о подключаемых к прибору кабелях можно определить по конструкторским документам. На рис. 1 представлена форма данного графа.