

cherez-simonovskuii-vetku-realno-li-videoprogulka-5f293fab4a79e57b7bd3355 (дата обращения 10.10.2021).

6. Новая линия наземного метро. МЦД-5 «Ярославско-Павелецкий». Новая линия наземного метро. – URL: <https://mcd.mosmetro.ru/mcd-5/> (дата обращения 10.10.2021).

7. Схема Московского метро 2030. Схема. – URL: <https://metromap.moscow/ru> (дата обращения 10.10.2021).

Сафронов А.И., Овсяников Г.П.

**Графоаналитическое моделирование равномерных
расположений транспортных средств как способ повышения
качества планирования маневровой работы электродепо
метрополитена**

Аннотация: В работе рассматривается один из возможных способов автоматизированной визуализации методики поиска равномерных расположений, сформулированной М.Л. Концевичем на базе алгоритма целочисленного деления Евклида. Предложенный способ визуализации позволяет просматривать как совокупность проделанных шагов работы методики, так и отдельно выполненные шаги. Рассмотрен эргономичный графический пользовательский интерфейс, адаптированный под эффективную и экономичную выдачу результатов как на экран персонального компьютера, так и на бумагу для проведения классического анализа вариантов расчета.

Ключевые слова: метрополитен, равномерность, алгоритм евклида, информационные технологии, обучение, маневровая работа, программирование

Задачи автоматизации планирования перевозочного процесса (ППП) на метрополитене решаются специалистами кафедры «Управление и защита информации» на протяжении многих десятилетий. За это время по тематике обособилось два устойчивых направления работ, неразрывно связанных друг с другом, но различных по уровню сложности:

– интеллектуальные задачи оптимизации,

– задачи визуализации и развития эргономичности графического пользовательского интерфейса (ГПИ).

Выявляемые новые задачи в каждом из упомянутых направлений позволяют ежегодно и непрерывно планировать структуры для будущих выпускных квалификационных работ (ВКР), магистерских и кандидатских диссертаций обучающихся. Это связано, прежде всего, с тем, что в разработанную на кафедре автоматизированную систему построения плановых графиков движения пассажирских поездов («АРМ Графиста»), предназначенную для ППП на метрополитене, заложены адекватные и устойчивые к изменяющейся ситуации математические модели, позволяющие проводить исследования для нужд не только Московского метрополитена, но и эффективного учебного процесса на кафедре. Последние, как правило, связаны с исследованием специфики движения иных видов городских рельсовых транспортных систем, отличных от метрополитена.

Одно из направлений развития «АРМ Графиста» свелось к решению оптимизационных задач экономии энергетических ресурсов на этапе ППП [1]. Работы, выполняемые для условий метрополитена, тесно взаимосвязаны с работами, выполняемыми для условий магистральных железных дорог [2].

Другое направление связано с совершенствованием методов, заложенных в систему, а также с визуализацией этих методов, необходимой для более удобного анализа результатов, получаемых по итогам работы алгоритмов автоматизации [3].

Вопросы визуализации методов оптимизации за счет своей наглядности еще на ранних курсах способны эффективно и быстро вовлекать обучающихся в научно-исследовательскую работу. Особо продуктивными являются ситуации, когда в параллель с увлеченностью железнодорожной тематикой у обучающихся имеется не менее сильная увлеченность информационными технологиями и программированием. Практикуемая на кафедре методика – это лучший способ организовать, так называемое, развивающее и выравнивающее обучение [4] на начальных курсах, когда параллельно обучающимися осваиваются фундаментальные общеобразовательные дисциплины, расширяющие их кругозор. И в то время, пока большинство в группах решает типовые задачи, которые, зачастую, создаются при использовании

автоматизированных системам формирования учебных заданий [5], энтузиасты нарабатывают опыт и материал для своей будущей ВКР.

Одной из особо интересных математических задач, удачно применяемых к сфере ППП на Московском метрополитене, является задача поиска равномерных расположений (РР), сформулированная М.Л. Концевичем на базе алгоритма целочисленного деления Евклида (АЕ) [6]. Идея использования результатов решений задач поиска РР на кафедре «Управление и защита информации» принадлежит Сеслаину А.И. [7]. Его основная рекомендация заключалась в том, чтобы рассматривать переходные процессы равномерного ввода составов из депо на линию и равномерного снятия составов в депо с линии. В работах Сеслаина А.И. показано, что алгоритм является быстродействующим. Это подтверждено, в частности, и результатами, опубликованными в [3]. В [3] так же показано, что любой результат, для которого может быть решена задача поиска РР, обязательно отвечает сформулированному критерию равномерности.

«Ядро» АЕ может быть записано следующей формулой (1):

$$G = C * N + K, \quad (1)$$

где G – количество элементов в кольце,

C – количество элементов, которое необходимо равномерно распределить (показывает общее количество серий элементов на окружности),

N – множитель, позволяющий приблизить значение равномерно распределяемых элементов к G (показывает длину меньшей серии элементов на окружности),

K – остаток, которого не хватает для того, чтобы $C*N$ сравнялся с G (показывает количество больших серий – на единицу больше N).

Работа АЕ продолжается до тех пор, пока значение K не станет равным нулю.

ГПИ созданной разработки представлен:

- кнопками, увеличивающими / уменьшающими общее количество элементов и количество маркированных элементов;
- списком для выбора изображения, соответствующего конкретному шагу АЕ, а также всех шагов АЕ сразу;

- списком информации о каждом шаге АЕ;
- кнопкой «Инvertировать цвет»;
- графической областью, на которой визуализируется РР маркированных элементов.

Подпрограмма «*UniformDistribution*» представлена тремя вложенными программными методами: «*AlgoritmEvklid*», «*StepsInformation*» и «*MarkingOfElements*».

В программном методе «*AlgoritmEvklid*» циклически заполняется матрица, содержащая в себе значения всех шагов АЕ. 1-й вектор-столбец состоит из общего количества элементов, 2-й – из количества элементов одной серии, 3-й – из количества маркированных элементов, 4-й – из количества больших серий.

На каждом шаге вектор первого шага АЕ изменяет значение своих элементов, после чего i -я строка матрицы присваивает себе его значение до тех пор, пока 4-й элемент не станет равен нулю. Количество строк матрицы так же изменяется на каждом шаге.

«*StepsInformation*» заполняет список информацией о каждом выполненном шаге АЕ.

«*MarkingOfElements*» изображает, зависимости от выбора шага, АЕ, равномерные распределенные элементы на окружности. Программный метод состоит из двух циклов, один из которых вложенный. У первого цикла количество итераций равно количеству шагов АЕ. В этом цикле, если в списке выбрано «все шаги АЕ», перебирается каждая строка четырехстрочной матрицы, иначе – рассматривается выбранный шаг АЕ и после первой итерации цикл завершается.

Вместе с тем выполняется расчет основного (как $Angle(360 / Matrix[i, 0])$) и дополнительного угла поворота элементов, после чего зарисовывается окружность выбранного или очередного i -го шага.

Количество итераций второго цикла соответствует количеству элементов выбранного или очередного i -го шага. В нем осуществляется поворот элемента на угол $Angle + 1$ относительно центра окружности, если дополнительный угол не равен нулю, в ином случае угол поворота остается равен $Angle$. При каждом повороте $Angle + 1$ из значения дополнительного угла вычитается единица. Далее изображаются элементы и их маркировка. Маркировка для меньших серий выполняется, когда остаток от

деления на i -ой итерации цикла на промежуток между маркированными элементами равен нулю и до тех пор, пока значение целочисленной переменной, учитывающей количество изображенных меньших серий, не станет равным разнице между количеством маркированных элементов и количеством больших серий. После значение переменной обнуляется и на каждой итерации цикла к ней прибавляется единица. Помимо этого при маркировке больших серий из $Matrix[i, 3]$ вычитается единица. Маркировка больших серий выполняется, когда остаток от деления количества изображенных меньших серий на сумму единицы и промежутка между маркированными элементами становится равным нулю и до тех пор, пока количество больших серий у выбранного или очередного i -го шага не станет равным нулю.

Визуализация примера работы АЕ при использовании составленного программного обеспечения показана на рисунке 1.

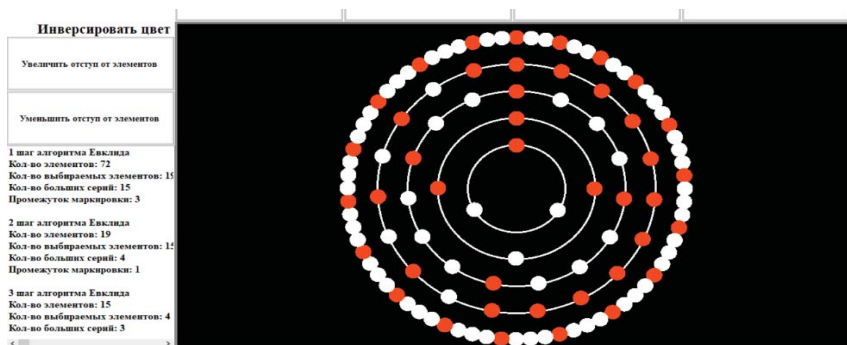


Рисунок 1 – Пример визуализации равномерных расположений 19-ти элементов среди 72-х

Планируется, что разработанное программное обеспечение в перспективе станет частью модуля анализа полученных результатов автоматизированного построения ПГД в «АРМ Графиста 2.0».

Литература:

1. Баранов Л.А., Сидоренко В.Г., Балакина Е.П., Сафронов А.И. Минимизация расхода энергии на тягу поездов внеуличного городского транспорта // Электротехника. – 2021. – № 9. – С. 26-34.

2. *Савоськин А.Н., Гарбузов И.И.* Сравнительный анализ эффективности работы двух- и четырехсекционных электровозов ЭС5К // Электротехника. – 2017. – № 9. – С. 37-40.

3. *Сидоренко В.Г., Сафронов А.И.* К вопросу об оценке быстродействия метода выравнивания временных интервалов // Информатизация образования и науки. – 2014. – № 1(21). – С. 120-130.

4. *Абушкин Д.Б.* Подготовка будущих учителей информатики по дисциплине «Практикум по решению задач на ЭВМ» на основе методики выравнивающего и развивающего обучения. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. – Москва, 2011. – 180 с.

5. *Абушкин Д.Б.* Автоматизированная система формирования учебных заданий // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2010. – № 1. – С. 41-43.

6. *Концевич М.Л.* Равномерные расположения // Квант. – 1985. – № 7. – С. 51-52, 59.

7. *Сеславин А.И., Сеславина Е.А.* Принципы равномерности в задачах управления потоками пассажирского транспорта // Прикладная информатика. – 2009. – № 2(20). – С. 91-95.

Полухович М.А.

Основы информационного обеспечения процесса передачи электроэнергии в условиях деструктивного воздействия гидрометеорологических факторов

Аннотация: Рассмотрена проблема устойчивости процесса передачи электроэнергии в условиях деструктивного воздействия гидрометеорологических факторов окружающей среды. Для решения данной проблемы предлагается осуществлять информационное обеспечение процесса передачи электроэнергии посредством применения геоинформационной системы. Данный подход позволяет установить требуемый показатель эффективности системы управления в условиях неопределенности окружающей среды.