

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО РАБОЧЕГО МЕСТА РАДИОМОНТАЖНИКА

С.И. Бочков¹

В статье приводится описание алгоритмов, используемых в работе тренажёра рабочего места монтажника радиоэлектронной аппаратуры и приборов. В рамках статьи рассматривается технологический процесс монтажника сборочно-монтажного цеха – объёмного монтажа.

Введение

Разработка и внедрение виртуальных тренажёрных систем имеет целью подготовку и переподготовку персонала и специалистов в сокращённые сроки и повышение качества обучения.

В отличие от традиционных курсов виртуальные системы позволяют полностью «погрузиться» в обучающее пространство, приближенное к реальности [3,5].

Для реализации сложных тренажёров необходимо использовать мощный алгоритмический аппарат, чтобы адекватно воспроизводить функции тренажёрной системы.

Описание рабочего места

Виртуальное рабочее место монтажника сборочно-монтажного цеха представляет собой комплекс рабочих мест, состоящий из двух технологических процессов: сборки жгута проводов на шаблоне и пайки его проводов к блокам изделия.

Рассматриваемое рабочее место написано с помощью интегрированной среды разработки и игрового движка Unity.

В статье описываются особенности алгоритмического обеспечения процесса сборки жгута на шаблоне (рис. 1), особенности [процесса] которого закреплены в конструкторской документации и встроены в тренажёр. Процесс сборки жгута включает в себя прокладку проводов, вязку жгута электроизоляционными материалами [1, 2]. Специфика моделирования технологического процесса пайки изложена в [4, 6].

¹ 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, e-mail: bochkovsi@ido.ulstu.ru

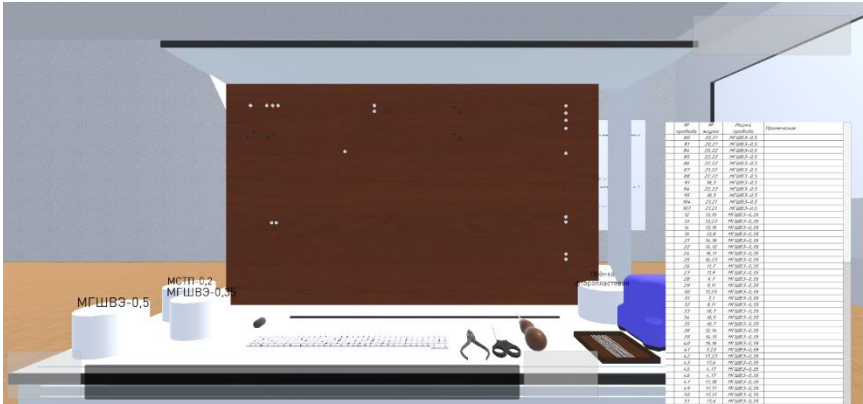


Рис. 1. Шаблон, используемый в процессе вязки жгута

Шаблон укладки проводов формально состоит из проводов $Wires = (W_1; W_2; \dots; W_j)$, входящих в него, узлов $Nodes = (N_1; N_2; \dots; N_k)$, через которые они проходят, магистралей жгута $Magistr = (M_1; M_2; \dots; M_l)$, которые необходимо закрепить изоляционными материалами.

Модель провода имеет вид $w = \{ND, WT, P_{st}, P_{end}, T_{st}, T_{end}\}$, где:

- ND – последовательность узлов, через которые проходит провод, $ND \subset Nodes$;
- WT – марка провода;
- P_{st} – начальный узел;
- P_{end} – конечный узел;
- T_{st} – номер ярлыка в начале провода;
- T_{end} – номер ярлыка в конце провода.

Проверка правильности проложенного провода W_i работает по следующему алгоритму:

1. Для каждого $W_k \in Wires$.
2. Если $P_{sti} = P_{stk}$ И $P_{endi} = P_{endk}$, то п. 3, иначе п. 1.
3. Если $|ND_i| = |ND_k|$, то п. 4, иначе провод построен неправильно.
4. Для каждого $ND_{ix} \in ND_i$.
5. Если $ND_{ix} \neq ND_{kx}$, то провод построен неправильно, иначе п. 4.
6. Вывод сообщения о правильно построенном проводе.

Собранный на шаблоне жгут проводов применяется для соединения деталей, размещённых на достаточном расстоянии друг от друга и подключения плат к движущимся деталям радиоэлектронной аппаратуры и приборов, электрической связи блоков и модулей между собой [7]. Перед этим его необходимо связать, в частности, стяжной электроизоляционной лентой [7].

На рис. 2 изображена схема обмотки магистрали жгута лентой. Магистраль имеет вид $M = \{p_{m0}; p_{m1} h\}$. В виртуальном рабочем месте процесс наложения изоляционной ленты на жгут симулируется проведением прямой $p_{m0M}p_{m1M}$. Непосредственно перед выполнением алгоритма вводятся переменные ϵ и α , означающие соответственно погрешность длины проведённого отрезка магистрали и наибольший угол между проведённым отрезком $p_{m0M}p_{m1M}$ и магистралью M_i

Ниже приведён алгоритм проверки обмотки жгута:

1. Для каждой $M_i \in Magistr.$
2. Если $M \cap M_i \neq \emptyset$, то п. 3, иначе п. 1.
3. Если $|p_{m0M} - p_{m0i}| < \epsilon$ И $|p_{m1M} - p_{m1i}| < \epsilon$ И $|h_M - h_i| < \epsilon$ И $\alpha < \alpha_{max}$, то п. 5, иначе п. 1.
4. Вывод сообщения о том, что ни одна из магистралей не обязана верно. Остановка алгоритма.
5. Магистраль M_i обязана правильно.

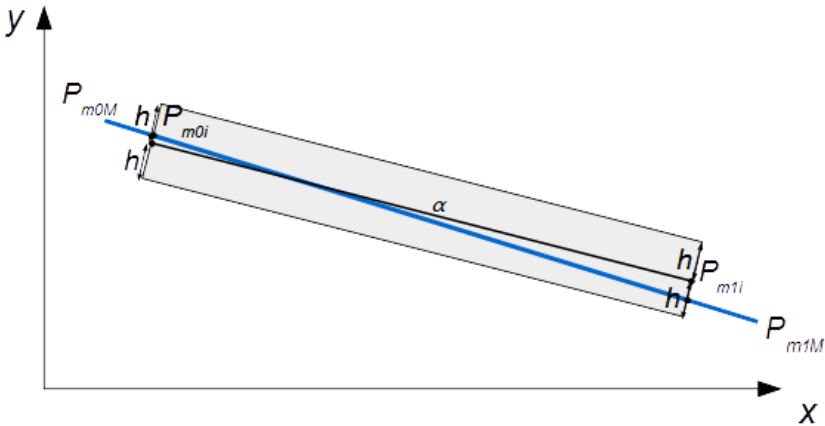


Рис. 2. Схематическое изображение процесса обвязывания жгута

Заключение

Таким образом, большинство алгоритмов, обеспечивающих работу тренажёра объёмного радиомонтажа, используют логико-алгебраические модели сущностей технологического процесса монтажа и сводятся к математическим задачам.

Разработанные с этой особенностью виртуальные рабочие места обладают свойствами гибкости и масштабируемости и являются универсальными относительно собираемых изделий.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области в рамках научного проекта № 16-47-732152. Исследования поддержаны грантом Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 2.1615.2017/ПЧ.

Список литературы

1. ГОСТ 15845-80 Изделия кабельные. Термины и определения.
2. ГОСТ 23587-96 Монтаж электрической радиоэлектронной аппаратуры и приборов. Технические требования к разделке монтажных проводов и креплению жил.
3. А.Н. Афанасьев, Н.Н. Войт, В.А. Гульшин, С.И. Бочков. Проектирование промышленных виртуальных миров на платформе OpenSim. // Вестник УлГТУ. – 2017. №1.
4. Афанасьев А.Н., Бочков С.И. Математическое и алгоритмическое обеспечение рекомендательной системы для виртуальных тренажеров. // Ученые записки института социальных и гуманитарных знаний. Выпуск №1(15), 2017. Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Электронная Казань-2017». (Казань, 25–26 апреля, 2017). Казань: ЮНИВЕРСУМ, 2017. С. 112–117.
5. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Канев Д.С. Модель и метод разработки и анализа компьютерных тренажеров.//Автоматизация процессов управления. – 2015. № 2. С. 64-71.
6. Бочков С.И. Разработка и исследование виртуального рабочего места монтажника РЭАиП. //Ученые записки института социальных и гуманитарных знаний. Выпуск № 1(14), 2016. Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Электронная Казань-2016» (Казань, 25-28 апреля, 2016). Казань: ЮНИВЕРСУМ, 2016. С. 103-108.
7. Петров В.П. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов, блоков, приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. – М.: Академия, 2013. – 272 с.
8. Технологии виртуальных миров в электронном обучении. / Афанасьев А.Н., Егорова Т.М. . URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23109124>, свободный.