

Алгоритм распознавания принципиальных электрических схем на этапе проектирования информационно-измерительных систем

В.А. Секачев, Ю.П. Муха, О.А. Авдеюк, Е.С. Павлова,

И.В. Приходькова, И.Г. Лемешикина

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

Аннотация: В статье описан алгоритм распознавания принципиальных схем в рамках структурного проектирования сложных технических объектов. Указано, что при постановке задачи разработки специализированного векторизатора необходимо определить: программные подсистемы простейшего трассировщика; алгоритмы анализа изображений; форматы представления конечного результата; исходные данные (форматы) для распознавания. результате был сделан вывод о том, что для структурно-схемотехнического проектирования, в процессе которого происходит замещение вершины окончательного портрета графа проектируемой системы, полученного после оптимизации по критерию множества наименьшей внешней устойчивости, необходимо диалоговое распознавание изображений графических элементов. Предлагаемый алгоритм позволяет проводить адекватное распознавание элементов электронных схем, что в дальнейшем делает возможным автоматическое пополнение базы элементов новыми элементами в заданном формате.

Ключевые слова: векторизация, принципиальная схема, алгоритм распознавания, структурное проектирование, графический элемент, растровые изображения, электронные схемы, условно-графические отображения, блочно-функциональное распределение, трассировщик.

При структурном проектировании технических объектов, подобным современным ИИС, ИВК, АСУТП, на основании блочно-функционального распределения [1-10], возникает задача использования фрагментов принципиальных схем, существующих на бумажном носителе или в виде растрового (отсканированного) изображения. Для использования в дальнейшем этого фрагмента в принципиальной схеме всего устройства, его необходимо перевести в редактируемый формат разрабатываемой принципиальной схемы с помощью программного модуля векторизации (трассировщика).

На современном этапе развития компьютерной техники построено множество систем оптического распознавания графических объектов, разработано множество алгоритмов, методов и методик для этого процесса.

Давно существует система оптического распознавания символов, коммерческая программная система FineReader, претерпевшая много усовершенствований, позволяющая переводить текст любой сложности, заданный в виде изображения растрового типа в любой удобно редактируемый формат. Но помимо текстовой информации, существуют изображения, нуждающиеся в векторизации, чертежи, схемы, графики, диаграммы. Среди схем существует множественное деление на кинематические, параметрические, электрические, электрические принципиальные и т. д. Для того, чтобы каждый вид схемы корректно преобразовать в редактируемый формат с соблюдением первоначального смысла и минимальной правкой, необходимы различные векторизаторы. Для векторизации чертежей существует довольно большой перечень программных систем, например, TraceIT; RasterVect; VectorEye; Neuro Tracer.

Вышеперечисленные векторизаторы не ориентированы на распознавание изображений определённого типа – это универсальные программные средства. При использовании данных программных средств (если судить по анонимным пользователям в Internet) при векторизации (трассировке), например, чертежей, получаются результаты, приемлемые на 65%. Остальное приходится править вручную. При распознавании схем результаты варьируются в 55-65%. Векторизаторы используют наиболее распространённые растровые форматы: wmf, emf, dxf. Это уместно, когда необходимо отрисовать изображение для масштабирования.

При трассировке растровых изображений, содержащих принципиальные схемы, когда схему необходимо перевести в не только редактируемый, но и формат, позволяющий вести её анализ и разнообразные преобразования, с учётом всех соединений элементов, указанные векторизаторы подходят слабо. Таким образом, разработка

специализированного векторизатора для распознавания электронных схем является актуальной задачей.

При постановке задачи разработки специализированного векторизатора необходимо определить: программные подсистемы простейшего трассировщика; алгоритмы анализа изображений; форматы представления конечного результата; исходные данные (форматы) для распознавания.

Как правило, что при распознавании буквенных символов используется их сопоставление с эталоном – символами из встроенных в операционную систему. Значит, при распознавании принципиальных схем – тоже необходимо иметь базу условно-графических отображений (УГО) этих элементов. Примем допущение, что растровое изображение монохромное, причем оно предварительно очищено от лишних элементов при помощи определённых алгоритмов. Тогда его можно интерпретировать как двумерный булевый массив, где каждому элементу сопоставлен отдельный пиксель растрового изображения, цвет которого будет отличаться от цвета фона исходного изображения (по умолчанию - белого). Также примем во внимание, что изображения принципиальных схем не только монохромны, но и отличаются ортогональностью линий связи, тогда алгоритм распознавания принципиальных схем и блочных диаграмм выглядит следующим образом (рис.1):

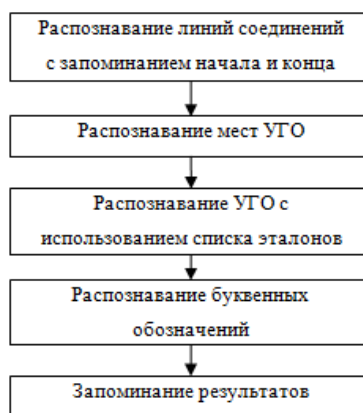


Рис. 1.– Основные макроэтапы алгоритма распознавания принципиальных схем и блочных диаграмм

Рассмотрим уточненный алгоритм (рис.1) распознавания принципиальных схем:

- 1) определить координаты всех узлов (отдельный алгоритм!) с записью в отдельный массив имён и координат;
- 2) выделить ортогональные соединительные линии в виде динамического массива декартовых координат (отдельный алгоритм!) с записью в массив;
- 3) определить по крайним точкам соединительных линий (отдельный алгоритм!) прямоугольные места, предположительно занятые УГО элементов, и полученные прямоугольные координаты занести в массив;
- 4) если начало/конец соединительной линии приходится на угол прямоугольной области, расширить эту прямоугольную область вверх/вниз/вправо/влево (отдельный алгоритм!);
- 5) выделить изображение в этой области и сопоставляем его с эталонными изображениями, построенными из графических примитивов (отдельный алгоритм);
- 6) сформировать отдельный элемент;
- 7) занести последний в массив с корректировкой координат его графических примитивов с учётом пиксельной привязки в исходном растровом изображении;
- 8) распознать надписи (отдельный алгоритм!) с занесением текста в массив как графический примитив;
- 9) сформировать на основании полученных данных описание фрагмента схемы с сохранением последнего в файл.

В виду того, что часто возникает проблема распознавания ортогональных соединительных линий (наличие разрыва, перекоса, искривления и т.п.), целесообразно под каждую задачу распознавания разрабатывать свой уникальный алгоритм. В данном случае необходимо не

только распознавание по качеству (полный портрет схемы), но и подгонка попиксельных размещений элементов с соединениями.

Таким образом, для структурно-схемотехнического проектирования, в результате которого происходит замещение вершины окончательного портрета графа, полученного после оптимизации по критерию множества наименьшей внешней устойчивости [1,2], необходимо диалоговое распознавание изображений графических элементов. Предлагаемый алгоритм позволяет проводить адекватное распознавание элементов электронных схем, что в дальнейшем делает возможным автоматическое пополнение базы элементов новыми элементами в заданном формате.

Литература

1. Муха Ю. П., Авдеюк О.А., Королева И.Ю. Алгебраическая теория синтеза сложных систем. Волгоград: ВолгГТУ, 2003. 320с.
2. Муха Ю.П., Секачев В.А. Алгоритм для автоматического формирования связей компонентов при структурном и схемотехническом проектировании// Известия ВолгГТУ. Серия «Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь». Вып. 7. 2013. № 3 . С. 107-112.
3. Секачев В.А. Создание редактора элементов и принципиальных схем для наработки компонентной базы при проектировании с использованием метода замещения// Международная научно-практическая конференция «Инновационные информационные технологии». М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. С. 73-75.
4. Baez J., Dolan J. Higher dimensional algebra and topological quantum field theory // Meth. Phys, 1995. V. 36. P. 60-105.
5. Муха Ю.П., Авдеюк О.А., Акулов Л.Г., Бугров А.В., Наумов В.Ю., Мухин В.М. Биоинструментальные информационно-измерительные системы. М.: Радиотехника, 2015. 309 с.

6. Авдеюк О.А., Горбачев С.В., Муха Ю.П., Секачев В.А., Сырямкин В.И., Титов В.С., Ширабакина Т.А. Математические методы информатики в задачах и примерах. опыт применения в проектировании сложных систем. Томск: ТГУ, 2012. 483 с.
7. Секачев В.А., Муха Ю.П., Авдеюк О.А. Усовершенствованный формат представления данных для описания орграфа фрагментов принципиальных схем // Новая наука: проблемы и перспективы. 2016. № 4. С. 98-100.
8. Ильичева О.А. Технология логического моделирования и анализа сложных систем// Инженерный вестник Дона. 2012. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1234.
9. Крысова И.В. Экспертная система для автоматизации процесса классификации деталей по ЕСКД/ Инженерный вестник Дона. 2013. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1888.
10. Diestel R. Graph Theory, Electronic Edition. NY: Springer-Verlag, 2005. P. 422.

References

1. Mukha Yu. P., Avdeyuk O.A., Koroleva I.YU. Algebraicheskaya teoriya sinteza slozhnyh system [An algebraic theory of synthesis of complex systems]. Volgograd: VolgGTU, 2003. 320 p.
 2. Mukha Yu.P., Sekachev V.A. Izvestiya VolgGTU. Seriya «Elektronika, izmeritel'naya tekhnika, radiotekhnika i svyaz'». 2013. № 3. pp. 107-112.
 3. Sekachev V.A. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Innovacionnye informacionnye tekhnologii». Moscow, 2013. pp. 73-75.
-



4. Baez J., Dolan J. Meth. Phys, 1995. V. 36. pp. 60-105.
5. Mukha Yu.P., Avdeyuk O.A., Akulov L.G., Bugrov A.V., Naumov V.Yu., Muhin V.M. Bioinstrumental'nye informacionno-izmeritel'nye sistemy [Bioinstrumentation information-measuring system]. Moskva: Radiotekhnika, 2015. 309 p.
6. Avdeyuk O.A., Gorbachev S.V., Mukha Yu.P., Sekachev V.A., Syryamkin V.I., Titov V.S., SHirabakina T.A. Matematicheskie metody informatiki v zadachah i primerah. opyt primeneniya v proektirovanii slozhnyh sistem [Mathematical methods of computer science in problems and examples. experience of application in the design of complex systems]. Tomsk: TGU, 2012. 483 p.
7. Sekachev V.A., Mukha Yu.P., Avdeyuk O.A. Novaya nauka: problemy i perspektivy. 2016. № 4. pp. 98-100.
8. Il'icheva O.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1234.
9. Krysova I.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1888.
10. Diestel R. NY: Springer-Verlag, 2005. P. 422.