



А. Ю. Вольвач, О. В. Толстель

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА В ЗАДАЧЕ АСУ ТП

Рассмотрен пример применения конечного автомата для реализации части системы управления промышленным оборудованием по интерфейсу RS-485.

An example of application of the final automatic device for realization of a part of a control system of the industrial equipment on the interface RS-485 is considered.

Ключевые слова: конечный автомат, система управления.

Key words: final automatic device, control system.

1. Определение конечного автомата и его применения

Конечным автоматом называется реализация алгебраической структуры $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, где Q – непустое множество состояний; Σ – конечное множество входных слов (алфавит); δ – отображение $Q \times \Sigma \rightarrow Q$, или функция переходов, которая каждой паре (символ, состояние) ставит в соответствие состояние из множества Q ; q_0 – состояние из Q , известное как начальное (стартовое); F – множество заключительных (допускающих) состояний, $F \subseteq Q$ или просто соответствует окончанию просмотра текста.

Работа автомата заключается в том (например, [1]), что изначально автомат находится в состоянии q_0 и под действием первого входного символа переходит в следующее состояние, читает следующий символ и так далее. Автомат заканчивает свою работу, если достигнуто одно из состояний множества F , или прочитан символ, не принадлежащий Σ , или входные данные исчерпаны. Если отображение q однозначно, то есть каждой паре (символ, состояние) соответствует определенное состояние, то автомат называют *детерминированным*, в противном случае (одной и той же паре в соответствие ставится сразу несколько состояний, чаще всего в зависимости от предыдущих или последующих символов обрабатываемой входной строки) – *недетерминированным*. Разница между двумя типами автоматов несущественна, так как доказано, что для любого недетерминированного конечного автомата можно построить соответствующий ему детерминированный. Последний легче реализовать, а в терминах первого проще записывать условия для большого числа задач.

Конечные автоматы используют при создании компиляторов языков программирования, организации интернет-браузеров, при программировании мобильных устройств [2] и логических контроллеров. Некоторые передовые исследования в области конечных автоматов на сегодняшний день изложены, например, в [3]. Ниже рассмотрен конкретный пример применения конечного автомата для решения одной задачи разработки автоматизированной системы управления технологическим процессом.

2. Структура конечного автомата и его место в системе управления

Цех по полимеризации ковровых покрытий одного из предприятий укомплектован технологическим оборудованием 1975 г. выпуска и до введения новой системы автоматизации работал на релейной схеме. Необходимо было дополнить технологию производства автоматической системой учета сырья и готовой продукции. Устройства приготовления и нанесения полимера на ковровое покрытие укомплектованы оборудованием, позволяющим подключать компьютер через стандартный интерфейс RS-485, но по закрытому протоколу, обеспечивающему обмен данными только с программным обеспечением, поставляемым производителем. Была проведена работа по парсингу части протокола, необходимого для интеграции устройств в разработанную систему.

Существует ряд программ, позволяющих осуществлять перехват данных, идущих практически через любые существующие интерфейсы. Такие программы называются *снифферы* (от англ. to



sniff – нюхать). В данном примере для парсинга протокола использовался sniffер американской фирмы NHD – Free Serial Port Monitor.

Разбор протокола реализован с помощью технологии конечного автомата. При помощи программного обеспечения, идущего в комплекте с оборудованием, был сделан ряд запросов о текущих показаниях прибора. Ответы, полученные от прибора, содержали все необходимые данные для потребностей диспетчеризации. Далее был произведен анализ запросов/ответов, который показал, что данные не зашифрованы и возможно проведение синтаксического анализа. В рамках существующей задачи по автоматизации из строк ответов были выделены слова алфавита и построен граф разбора этих ответов (рис. 1).

Построенный конечный автомат имеет следующее множество состояний: $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}\}$ и конечное множество входных слов (алфавит): $\Sigma = \{\text{Error}; w; \text{ok}; >; r; \text{char}(10)+\text{char}(13);, \}$. Он осуществляет следующие отображения (функции переходов):

$$\begin{aligned} \delta(q_0, \$10+\$13) &= q_1, & \delta(q_1, \$10+\$13) &= q_0, & \delta(q_1, \text{Error}) &= q_9, & \delta(q_9, \$10+\$13) &= q_0, & \delta(q_1, \text{ok}) &= q_{10}, \\ \delta(q_{10}, \$10+\$13) &= q_0, & \delta(q_1, >) &= q_4, & \delta(q_4, \$10+\$13) &= q_0, & \delta(q_1, r) &= q_2, \\ \delta(q_{2,r}) &= q_5, & \delta(q_{5,r}) &= q_6, & \delta(q_{6,r}) &= q_7, & \delta(q_{7,r}) &= q_3, & \delta(q_3, \$10+\$13) &= q_0. \end{aligned}$$

и имеет следующее множество заключительных состояний: $F = q_0$.

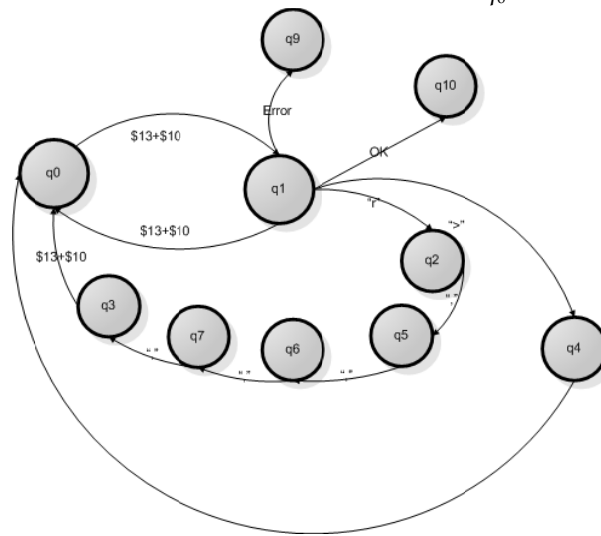


Рис. 1. Граф автомата

Выводы

Программная реализация конечного автомата осуществлена на языке C#. С ее помощью реализована часть системы управления. В результате оказалось возможным привязать к старому оборудованию современный программно-аппаратный комплекс, выполняющий функции экономического учета и системы диспетчеризации. Этот подход может быть применен и на других промышленных объектах, поскольку не требует полного технического перевооружения предприятия, связанного с тем, что за последние десятилетия программно-аппаратные комплексы стремительно развиваются и быстро устаревают, в то время как собственно технологическое оборудование работает на той же элементной базе.

Список литературы

1. Пентус А.Е., Пентус М.Р. Математическая теория формальных языков. URL: <http://www.intuit.ru/department/algorithms/mathformlang/0>.
2. Салмре И. Программирование мобильных устройств на платформе .Net Compact Framework. М., 2006.
3. Алешиников С.И., Болтнев Ю.Ф., Езык З. и др. Формальные языки и автоматы I: полукольца Конвея и конечные автоматы // Вестник Калининградского государственного университета. Вып. 3. 2003. С. 7 – 38.

Об авторах

Алексей Юрьевич Вольвач – директор, ООО «ПроСофт».
 Олег Владимирович Толстель – канд. техн. наук, доц., РГУ им. И. Канта, e-mail: oleg77764@mail.ru



Authors

Aleksey Volvach – open company “ProSoft”, director.

Dr Oleg Tolstel – assistant professor, IKSUR, e-mail: oleg77764@mail.ru