

4. Касьянов В. Н., Евстигнеев В. А. Графы в программировании, визуализация и применение. СПб.: Петербург, 2003.

УДК 519.713

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ АВТОМАТЫ С ОБЩЕЙ ПАМЯТЬЮ¹

В. Н. Тренькаев

Одним из требований к современным цифровым устройствам является гибкость, т.е. возможность внесения изменений в алгоритм функционирования, реализуемая с помощью соответствующей настройки устройства [1, 2]. В работе рассматривается функциональная настройка, когда не изменяются связи между элементами перестраиваемого устройства, но изменяется их функциональность. Предполагается, что часть устройства реализована на «жесткой» логике, а часть — на многофункциональных настраиваемых элементах. Например, к данному классу перестраиваемых устройств можно отнести автоматные шифраторы с ключевой информацией в виде подмножества переходов. Поведение таких устройств предлагается моделировать с помощью совместной работы двух базовых автоматов, один из которых имеет жестко фиксированное поведение, а поведение другого может изменяться (задаваться пользователем). Предложена логическая структура перестраиваемого устройства (рис.1), поведение которого является объединением поведения составляющих его базовых автоматов.

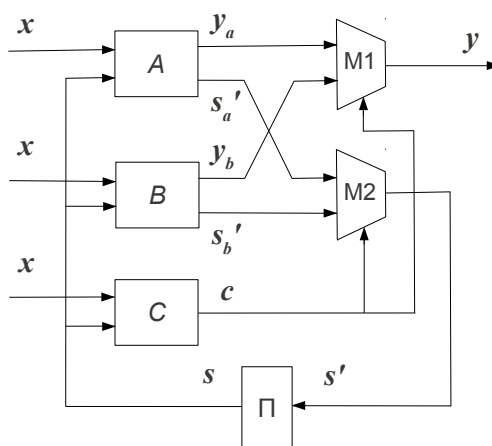


Рис. 1. Структура перестраиваемого устройства

Далее в работе «гибкие» цифровые устройства описываются моделью перестраиваемого автомата. Перестраиваемым автоматом Q называется шестерка $(S, X, Y, K, \psi, \varphi)$, где S, X, Y, K — конечные множества, называемые соответственно множеством состояний, входным алфавитом, выходным алфавитом, множеством настроек, а $\psi : S \times X \times K \rightarrow S$ и $\varphi : S \times X \times K \rightarrow Y$ — функции переходов и выходов соответственно. Таким образом, перестраиваемый автомат Q задает множество автоматов Мили $\{A_k = (S, X, Y, \psi_k, \varphi_k) : k \in K\}$, где $\psi_k(s, x) = \psi(s, x, k)$, $\varphi_k(s, x) = \varphi(s, x, k)$ для всех $s \in S$, $x \in X$ и $k \in K$.

¹Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (гос. контракт № П1010).

Рассмотрим предлагаемую логическую схему перестраиваемого устройства (рис.1). Блоки A , B , C имеют входы $x \in X$, $s \in S$. Выходы блока A суть $y_a \in Y$ и $s'_a \in S$ — значения его функций $\mu : S \times X \rightarrow Y$ и $\eta : S \times X \rightarrow S$ соответственно. Выходы блока B суть $y_b \in Y$ и $s'_b \in S$ — значения его функций $\lambda : S \times X \times K \rightarrow Y$ и $\delta : S \times X \times K \rightarrow S$ соответственно при фиксированном $k \in K$, т. е. блок B отвечает за настройку устройства. Блок C реализует функцию $\pi : S \times X \times K \rightarrow \{a, b\}$ при фиксированном $k \in K$, т. е. блок C также отвечает за настройку устройства. Таким образом, чтобы настроить устройство, требуется зафиксировать $k \in K$. Выход блока C есть управляющий символ c для мультиплексоров $M1$ и $M2$, которые в зависимости от c «пропускают дальше» соответствующие выходы либо блока A , либо блока B . Более точно: если $c = a$, то выход $M1$ есть y_a , т. е. $y = y_a$, а выход $M2$ есть s'_a , т. е. $s' = s'_a$; если $c = b$, то $y = y_b$ и $s' = s'_b$. Память перестраиваемого устройства реализуется в виде блока Π , в котором хранится состояние s , причем $s = s'$ в следующий такт времени работы устройства.

Поведение перестраиваемого устройства формируется в результате совместной работы двух базовых автоматов $A_1 = (S, X, Y, \eta, \mu)$ и $A_2 = (S, X, Y, \delta_k, \lambda_k)$ и может быть описано с помощью перестраиваемого автомата. Такой автомат будем называть перестраиваемым автоматом с общей памятью, поскольку состояние, в которое перейдет автомат, формируется как блоком A , так и блоком B , но в память «закладывается» только одно из двух возможных значений, т. е. память является как бы общей для автоматов A_1 и A_2 . Справедливо следующее утверждение.

Утверждение. Пусть заданы два базовых автомата $A_1 = (S, X, Y, \eta, \mu)$ и $A_2 = (S, X, Y, \delta_k, \lambda_k)$, а также функция $\pi : S \times X \times K \rightarrow \{a, b\}$. Тогда перестраиваемый автомат с общей памятью $Q = (S, X, Y, K, \psi, \varphi)$ при фиксированной настройке $k \in K$ есть автомат Мили $A_k = (S, X, Y, \psi_k, \varphi_k)$, такой, что для любой пары (s, x) из $S \times X$ верно: если $\pi_k(s, x) = a$, то $\psi_k(s, x) = \eta(s, x)$ и $\varphi_k(s, x) = \mu(s, x)$, иначе $\psi_k(s, x) = \delta_k(s, x)$ и $\varphi_k(s, x) = \lambda_k(s, x)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Sklyarov V.* Reconfigurable models of finite state machines and their implementation in FPGAs // J. Systems Architecture. 2002. No. 47. P. 1047–1064.
2. *Шидловский С. В.* Автоматическое управление. Перестраиваемые структуры. Томск: Томский государственный университет, 2006. 288 с.