

ГИПЕР-АВТОМАТ – МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЛОЖНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Зюбин В.Е.

Институт автоматике и электрометрии СО РАН

e-mail: zyubin@iae.nsk.su

В настоящее время практически вся промышленная автоматизация реализуется на цифровых системах управления. В качестве базового элемента систем управления используются программируемые логические контроллеры (ПЛК). ПЛК функционируют в соответствии с заданным управляющим алгоритмом (УА). УА для ПЛК имеют исключительно программную реализацию.

Создание программ для ПЛК возможно только при наличии формальных языков и методик, само существование которых предполагает серьезный теоретический базис (модель УА, понятийный аппарат, терминология), отражающий следующую специфику задач автоматизации [1]:

- гомеостаз, или наличие внешней по отношению к алгоритму среды – объекта управления (ОУ);
- цикличность функционирования УА;
- присущую задаче управления событийность;
- необходимость синхронизации функционирования УА с физическими процессами на ОУ (служба времени);
- параллелизм физических процессов на ОУ.

Предварительный анализ проблемы показывает, что в качестве основы модели УА может быть использована модель конечного автомата (МКА). Однако прямое использование МКА для моделирования сложных УА невозможно, поскольку, с одной стороны, ее привлекательные свойства (возможность отразить гомеостаз, событийность и цикличность) явно не подчеркнуты, а с другой стороны, МКА не предполагает операций с временными интервалами и параллелизм. Кроме этого, МКА ориентирована на схемную реализацию, что приводит к ряду негативных последствий. В частности, МКА сложна для понимания современным выпускником школы или ВУЗа, т.к. ее понятийный аппарат не соответствует текущим тенденциям в образовании, ориентированном на информационные технологии и тотальную компьютеризацию.

Предлагается формальная модель сложного алгоритма управления в виде гиперавтомата.

Гиперавтомат H – упорядоченное множество процессов (z -автоматов), циклически активизируемых с периодом активизации T_H :

$$H = (T_H, Z, z_1),$$

где T_H – период активизации гиперавтомата; Z – множество z -автоматов ($Z = \{z_1, z_2, \dots, z_M\}$, где M – число z -автоматов гиперавтомата); z_1 – начальный z -автомат, $z_1 \in Z$.

Z-автомат, или процесс, – это *полиморфная функция* – совокупность альтернативных функций, представляемых в программе как единая неделимая сущность (в МКА эквивалент функции z-автомата – это состояние конечного автомата). В каждый из моментов активизации z-автомат представлен одной из своих функций – *текущей функцией*, код которой и выполняется в момент активизации. Каждый z-автомат имеет индивидуальные часы – счетчик времени отсутствия смены текущей функции, что позволяет организовать синхронизацию z-автомата с физическими процессами на объекте управления. Для организации взаимодействия между z-автоматами введены т.н. *пассивные функции*, приводящие к возврату управления при попытке активизации.

Таким образом, математическая модель z-автомата представляет собой множество из пяти элементов:

$$z_i = (F_i, F_i^p, f_i^1, f_i^{cur}, T_i^z) \quad (z_i \in Z, i = \{1, \dots, M\}),$$

где F_i – множество функций; F_i^p – множество пассивных функций, $F_i^p \in F_i$; f_i^1 – начальная функция (выделенная активная функция), $f_i^1 \in F_i \wedge f_i^1 \notin F_i^p$; f_i^{cur} – текущая функция, $f_i^{cur} \in F_i$; T_i^z – время отсутствия смены текущей функции z-автомата.

В свою очередь, j -я функция произвольного i -го z-автомата

$$f_i^j = (X_i^j, Y_i^j),$$

где $X_i^j = \{x_i^{j1}, \dots, x_i^{jL}\}$ – множество событий f_i^j ; $Y_i^j = \{y_i^{j1}, \dots, y_i^{jL}\}$ – множество реакций f_i^j .

В качестве *события* функции может рассматриваться произвольная суперпозиция фактов: значение текущей функции некоторого z-автомата, некоторое определенное значение переменной и некоторое определенное значение времени отсутствия переходов z-автомата.

Реакцией называется произвольная суперпозиция действий по изменению значений переменных и текущих функций z-автоматов, определяемая на основе событий текущей функции.

Анализ явно выраженных свойств предложенной модели указывает на ее соответствие задачам управления: ориентация на гомеостаз, цикличность, событийность, возможность операций с временными интервалами, средства компоновки z-автоматов и естественный параллелизм. Модель гиперавтомата терминологически ориентирована на программную реализацию и отражает современное состояние информационных технологий. Выделен новый тип функционального полиморфизма, названный *событийным полиморфизмом*.

Список литературы

1. Зюбин В.Е. Программирование ПЛК: стандарт МЭК 61131-3 и возможные альтернативы // “Промышленные АСУ и контроллеры”, №11, 2005. С. 31-35