

4. Левин В.И. Переходные процессы в конечных автоматах при затянутых фронтах сигналов // Изв. АН СССР. Технич. кибернетика. 1975. № 2.
5. Левин В.И. Таблицы для расчета и анализа переходных процессов в дискретных устройствах. Рига: Зинатне, 1975. 60 с.
6. Левин В.И. Ведение в динамическую теорию конечных автоматов. Рига: Зинатне, 1975. 376 с.
7. Левин В.И. Интерационный анализ переходных процессов в дискретных автоматах // Кибернетика. 1976. № 4.
8. Левин В.И. Динамические процессы в цифровых устройствах автоматизации: Учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. политехн. ин-та, 1978. 65 с.
9. Левин В.И. Динамика логических устройств и систем. М.: Энергия, 1980. 232 с.
10. Левин В.И. Бесконечная логика в задачах кибернетики. М.: Радио и связь, 1982. 176 с.
11. Левин В.И. Логическая теория надежности сложных систем. М.: Энергоатомиздат, 1985. 128 с.
12. Левин В.И. Каноническое представление входных воздействий в динамике автоматов // Проблемы передачи информации. 1986. Т. XXII. Вып. 4.
13. Левин В.И. Структурно-логические методы исследования сложных систем с применением ЭВМ. М.: Наука, 1987. 304 с.
14. Левин В.И. Исследование динамики дискретных автоматов с возможной неопределенностью сигналов. I, II // Кибернетика. 1988. № 6; 1989. № 2.
15. Левин В.И. Непрерывная логика, ее обобщения и применения. I, II // Автоматика и телемеханика. 1990. № 9 - 10.
16. Волгин Л.И., Левин В.И. Непрерывная логика. Теория и применение. Таллин: Изд-во АН Эстонии, 1990. 210 с.
17. Левин В.И. Математические основы динамической диагностики цифровых схем. Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1994. 84 с.
18. Левин В.И. Теория динамических автоматов. Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1995. 408 с.
19. Левин В.И. Теория автоматов и моделирование сложных систем. Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1995. 84 с.

Поступила в редакцию 5 марта 1998 г.

ЛОГИЧЕСКИЕ ОПРЕДЕЛИТЕЛИ - АДЕКВАТНЫЙ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ДЛЯ СИМВОЛИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОНЕЧНЫХ АВТОМАТАХ ВЫСОКОЙ РАЗМЕРНОСТИ

© В.И. Левин

Предложен новый математический аппарат, позволивший впервые выражать в символической форме динамические процессы в структурах конечных динамических автоматов произвольно высокой размерности по заданным динамическим процессам произвольно большой длины на входах этих структур. Наш подход отличается тем, что моменты изменения в выражаемых внутренних и выходных динамических процессах автомата выражаются через моменты изменения в заданных входных процессах в виде суперпозиции логических определителей различных рангов от квазиматриц, строками которых являются моменты последовательных изменений одного типа (0-1 или 1-0) в различных входных процессах. Логический определитель ранга "Г" определяется как числовая характеристика квазиматрицы, равная ее Г-му по возрастанию элементу и выражаемая суперпозицией операций дизъюнкции (взятия максимума) и конъюнкции (взятия минимума) непрерывной логики над элементами квазиматрицы. Это положение вносит крупное изменение в уровень знаний о поведении высокоразмерных систем, описываемых автоматной моделью, и позволяет установить неизвестные ранее свойства и явления в таких системах. Обнаруженная возможность выражать в символической форме посредством логических определителей динамические процессы во внутренних и выходных узлах высокоразмерных структур конечных автоматов по заданным процессам произвольной длины на их входах основана на:

1. Известной из теории конечных автоматов возможности структурной реализации произвольного конечного автомата с помощью любого функционального полного набора логических элементов (автомат без памяти) или с помощью указанного набора и элемента задержки (автомат с памятью);

2. Доказанной автором возможности выражать в символической форме с помощью логических определителей динамические процессы на выходах логических элементов и схем с произвольным числом входов и длиной входных процессов и симметрической реализуемой функцией (в частности, логических элементов различных функционально полных наборов).

Практическая реализация обнаруженной возможности осуществляется для высокоразмерного автомата без памяти с помощью алгоритма подстановок, с предварительным разбиением структуры автомата на последовательные ступени глубиной в один элемент (если требуется - с преобразованием структуры для сокращения числа ступеней). Практическая реализация этой возможности для высокоразмерного автомата с памятью осуществляется путем составления и решения уравнений динамики поведения автомата или последовательным комбинационным моделированием процесса циркуляции информации по контурам схемы автомата, с получением на каждом шаге моделирования очередного участка отыскиваемых динамических процессов. Для удобства использования обоих алгоритмов требуются соотношения между входными и выходными динамическими типовых логических элементов различных функционально полных наборов и типовых схем с произвольным числом входов и симметрической реализуемой функцией (с произвольной длиной входных процессов) определяются заранее с помощью логических определителей и сводятся в таблицу формул.

Данное направление можно квалифицировать как обнаруженную адекватность операций вычисления логических определителей динамическим процессам в высокоразмерных структурах конечных

автоматов, с произвольно длинными входными процессами. Оно является расширением сделанного ранее автором открытия адекватности операций непрерывной логики динамическим процессам в структурах конечных автоматов, без учета возможных высокой размерности структуры автомата и большой длины его входных процессов. Его преимущество - возможность символического, основанного на твердой и единой математической базе теории логических определителей, изучения динамических процессов в разнообразных по природе высокоразмерных системах, описываемых единой моделью конечного динамического автомата. При этом размерность систем может быть не только численно заданной большой величиной, но и произвольной символически определенной величиной. Это открывает возможность самого глубокого анализа динамических явлений в указанных системах, включая установление зависимости этих явлений от размерности системы. В итоге существенно поднимается уровень знаний о динамическом поведении высокоразмерных систем, описываемых конечно-автоматной моделью, и устанавливается ряд неизвестных ранее закономерностей, свойств и явлений в таких системах. Ниже перечислены некоторые теории и методы исследования систем, созданные с помощью указанной методологии:

1. Логическая теория и методы расчета, анализа и синтеза переходных процессов в сложных цифровых устройствах информатики, вычислительной и управляющей техники;

2. Логическая теория надежности сложных технических и иных систем, устанавливающая фундаментальные логические связи моментов отказов и восстановлений системы и аналогичных моментов ее элементов;

3. Эффективная автоматная модель и метод распознавания сложных по форме образов, путем моделирования расстояния образа от эталона выходным процессом автомата-модели, реализующего функцию - расстояние;

4. Эффективная автоматная модель и метод анализа сцен с большим числом объектов, путем моделирования объектов импульсами, а взаиморасположения объектов - взаимодействием этих импульсов, поступающих на входы автомата-модели.

5. Автоматная модель и метод расчета систем синхронизации большого числа параллельно работающих источников информации (энергии);

6. Автоматная модель и метод анализа вычислительных сетей с большим числом станций, путем моделирования алгоритма доступа станций к сети автоматом, а потоков кадров от станций - его входными процессами;

7. Логическая теория и методы расчета регулярных систем обслуживания с большим числом источников заявок и обслуживающих устройств, где ин-

тервалы заявок моделируются одними импульсными процессами, а интервалы предоставления обслуживания - другими, причем все они - входные для автомата-модели;

8. Логические методы анализа и синтеза динамических тестов для обнаружения временных неисправностей в сложных цифровых информационных и вычислительных устройствах, которые не обнаруживаются обычными тестами;

9. Автоматная теория и методы расчета динамического поведения нейронных сетей, с большим числом входов нейронов;

10. Эффективная автоматная модель и методы анализа и синтеза высокоразмерных экономических систем (спрос-предложение, поддержание занятости и др.);

11. Автоматная теория взаиморасположения большого числа объектов.

Сложность описания динамики конечных автоматов с помощью логических определителей в K раз меньше, чем с помощью непрерывной логики, где K - число непрерывно-логических операций, выражающих определитель.

Полный список работ автора по данному направлению содержит свыше 250 названий. Ниже приведен список некоторых важнейших работ.

1. Левин В.И. Динамические процессы в цифровых устройствах информатики: Учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. политех. ин-та, 1978. 65 с.
2. Левин В.И. Динамика логических устройств и систем. М.: Энергия, 1980. 232 с.
3. Левин В.И. Бесконечная логика в задачах кибернетики. М.: Радио и связь, 1982. 176 с.
4. Левин В.И. Логическая теория надежности сложных систем. М.: Энергоатомиздат, 1985. 128 с.
5. Левин В.И. Динамические процессы в автоматах с периодическими воздействиями. I, II // Изв. АН СССР. Технич. кибернетика. 1985. № 4; 1986. № 1.
6. Левин В.И. Каноническое представление входных воздействий в динамике автоматов // Проблемы передачи информации. 1986. Т. XXII. Вып. 4.
7. Левин В.И. Структурно-логические методы исследования сложных систем с применением ЭВМ. М.: Наука, 1987. 304 с.
8. Левин В.И. Исследование динамики дискретных автоматов с возможной неопределенностью сигналов. I, II // Кибернетика. 1988. № 6; 1989. № 2.
9. Левин В.И. Непрерывная логика, ее обобщения и применения. I, II // Автоматика и телемеханика. 1990. № 9 - 10.
10. Волгин Л.И., Левин В.И. Непрерывная логика. Теория и применение. Таллин: Изд-во АН Эстонии, 1990. 210 с.
11. Левин В.И. Расчет динамических процессов в дискретных автоматах с неопределенными параметрами с помощью недетерминистской бесконечнозначной логики // Кибернетика и системный анализ. 1992. № 3.
12. Левин В.И. Математические основы динамической диагностики цифровых схем. Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1994. 84 с.
13. Левин В.И. Теория динамических автоматов. Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1995. 408 с.
14. Левин В.И. Теория автоматов и моделирование сложных систем. Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1995. 84 с.

Поступила в редакцию 5 марта 1998 г.