Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. LI, № 2, 1998, с. 203–207.

УДК 621.392.1:62.507

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

С.О. СИМОНЯН, Е.Ш. БОЗОЯН

ОБ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

Մշակված է տրամաբանական սխեմաների տարրերի ֆունկցիոնալ ակտիվության գնահատման արդյունավետ եղանակ, որը լայն գործնական կիրառություն ունի այդ սխեմաների հուսալիության, ֆունկցիոնալ մոդելավորման, թեստավորման և այլ խնդիրների լուծման ժամանակ:

Разработан эффективный способ оценки функциональной активности элементов логических схем, имеющий широкое практическое применение при решении задач надежности, функционального моделирования, тестирования и т.д.

Ил. 2. Библиогр.: 3 назв.

An effective method of functional activation estimation of logic circuit elements has been developed. They have a wide range of applications for solving reliability, functional modelling and testing problems.

Il 2. Ref. 3

При анализе надежности логических схем важными являются не только надежностные характеристики их элементов, но и фактор чувствительности выхода схемы к изменениям состояний выходов отдельных элементов. Именно этот фактор в основном и определяет "вклад" каждого элемента в общий качественный фон надежности схемы, а ее количественное уточнение позволяет точно оценить надежность схемы в целом. В этом смысле различные элементы схемы отнюдь не "равноправны" и в общем случае по своим "вкладам" могут существенным образом отличаться друг от друга. Этим исследованиям посвящены, в частности, работы [1-3], где рассмотрены вопросы уточнения понятия **чувствительности выхода схемы к изменениям состояний выходов ее элементов**.

В основе одного из возможных вариантов уточнения понятия чувствительности лежит понятие **функциональной активности элемента (ФАЭ)** [3], суть которого заключается в следующем.

Пусть схема S, состоящая из N логических элементов, имеет n входов и один выход. Обозначим ее элементы числами 1,2,...,N. Пусть эти элементы соответственно реализуют булевые функции $f_1, f_2, ..., f_N$. При "правильной" работе ее элементов схема S реализует некоторую функцию, являющуюся суперпозицией функций $f_1, f_2, ..., f_N$. Обозначим эту функцию через $(f_1 \circ f_2 \circ ... \circ f_N)$. Тогда под "правильной" работой элементов или схемы понимается событие, когда при подаче сигналов на их входы на выходах появляются сигналы, предусмотренные проектировщиком. В противном случае - элемент "ошибается". Итак, значением "правильного" сигнала на выходе схемы, если на ее входы поступает набор сигналов $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n)$, будет $(f_1 \circ f_2 \circ \ldots \circ f_N)(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n)$.

Теперь для уточнения понятия ФАЭ введем понятие **нормы булевой функции**. Рассмотрим функцию $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$. Пусть с вероятностью $P(x_i = \lambda_i)$ переменная x_i принимает значение α_i $(i = \overline{1, n})$, при этом значения, принимаемые переменными x_i и x_j $(i, j = \overline{1, n};\ i \neq j)$, статистически независимы. Вероятность события $f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 1$ при случайном наборе $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n)$ значений переменных $x_1, x_2, \ldots, x_n$ называется нормой функции $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ и обозначается через $\|f\|$. Очевидно, что

$$\|f\| = \sum_{(\alpha_1, \ldots, \alpha_n) \in E^n} f(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) \prod_{i=1}^{n} P(x_i = \alpha_i),$$

где $E = \{0, 1\}$.

Функциональной активностью элемента i схемы S, реализующего функцию f_i, называется число

$$P_S(i) = \|(f_1 \circ \ldots \circ f_i \circ \ldots \circ f_N) \oplus (f_1 \circ \ldots \circ \tilde{f}_i \circ \ldots \circ f_N)\|.$$

Очевидно, $P_S(i)$ является вероятностью того, что если элемент i "ошибается", а все остальные элементы схемы работают "правильно", то схема S "ошибается", т.е. на ее выходе появляется "ошибочный" сигнал. В [1-3] установлены некоторые свойства нормы, облегчающие ее вычисления. Эти свойства особенно эффективны, когда формула для определения $P_S(i)$ обладает "разделительными" свойствами. Однако процедура вычисления этой нормы является трудоемкой, поэтому необходимо обратиться к статистическим методам (типа метода Монте-Карло). Между тем, во многих случаях вполне удовлетворительным оказывается оценка нормы величины $P_S(i)$, что и обуславливает необходимость разработки методов оценки ФАЭ.

Настоящая работа посвящена решению этой проблемы - разработке метода оценки ФАЭ, основанного на некую "монотонность" ФАЭ относительно некоторого специального расположения элементов в схеме. Исходя из точного значения ФА некоторого элемента, "монотонность" позволяет оценить ФА сразу множества других элементов, если они расположены "до" или "после" указанного элемента.

Пусть i и j являются элементами схемы S, а S_i - подсхемой с выходным элементом i, состоящей из всех тех элементов S, от выходов которых функционально зависит выход элемента i (рис. 1). Множество элементов S_i обозначим через $M(i)$. Тогда имеет место следующее утверждение.

Теорема. Если $j \in M(i)$ и выход любого элемента k $(k \notin M(i))$, функционально не зависящего от выхода i, не зависит также от выхода элемента j, то

$$P_S(j) \leq P_S(i).$$

Доказательство теоремы немедленно следует из равенства

$$P_S(j)=P_{S_i}(j)P_S(i),$$

справедливость которого, в свою очередь, следует из того факта, что ошибочный сигнал на выходе элемента j "пропускается" на выход схемы только через элемент i (рис. 1), т.к. все пути от выхода элемента j к выходу схемы проходят через элемент j (см. условие теоремы).

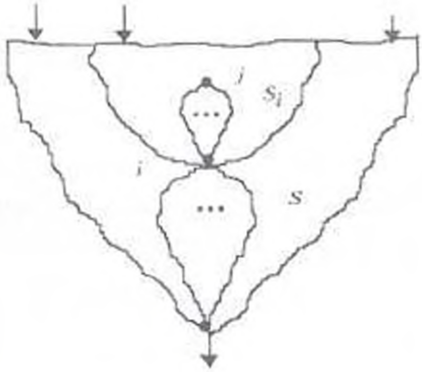

Рис. 1

Таким образом, понятие ФАЭ обладает неким свойством "монотонности" относительно отношения "быть элементом подсхемы с данным выходным элементом". Такая монотонность позволяет сверху и снизу оценить ФА многих других элементов, зная ФА некоторых "граничных" элементов. Это обстоятельство существенно сокращает объем вычислений при оценке надежности схем.

Эффект предлагаемого метода оценки ФАЭ продемонстрируем на примере (рис.2).

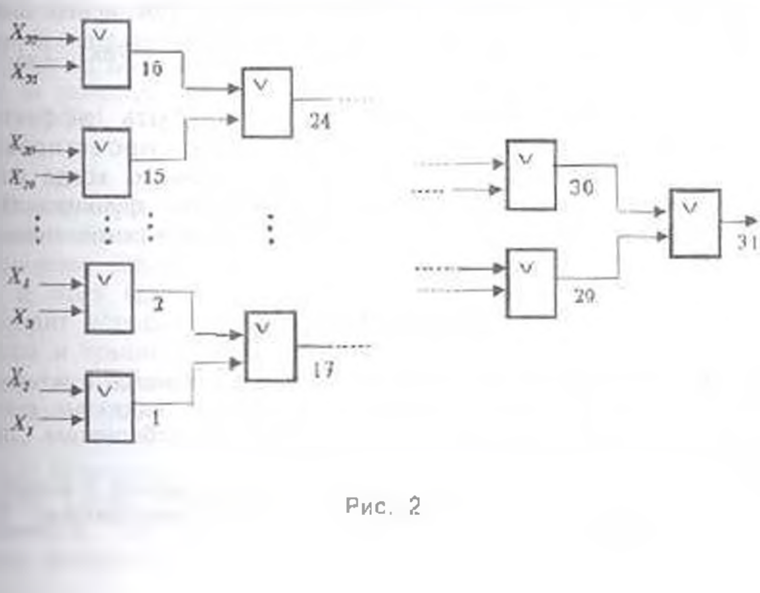

Рис. 2

Вычислим ФА элементов этой схемы, предполагая, что каждый элемент реализует функцию типа "или", а вся схема реализует функцию $x_1 \vee x_2 \vee \ldots \vee x_{32}$. Подсхема с выходным элементом 29 реализует функцию $x_1 \vee x_2 \vee \ldots \vee x_{16}$. При неправильной работе этого элемента указанная подсхема будет реализовывать функцию $\overline{x_1 \vee x_2 \vee \ldots \vee x_{16}}$. Принимая $P(x_i = \alpha_i) = 1/2, \forall i = \overline{1,32}$, вычислим ФА элемента 29. Пользуясь методами вычисления нормы булевой функции [3], получим

$$P_S(29) = \left\| (x_1 \vee \ldots \vee x_{16} \vee x_{17} \vee \ldots \vee x_{32}) \oplus (\overline{x_1 \vee \ldots \vee x_{16}} \vee x_{17} \vee \ldots \vee x_{32}) \right\| =$$

$$= \left\| \overline{x}_1 \ldots \overline{x}_{16} \overline{x}_{17} \ldots \overline{x}_{32} \oplus (x_1 \vee \ldots \vee x_{16}) \cdot \overline{x}_{17} \ldots \overline{x}_{32} \right\| =$$

$$= \left\| \overline{x}_{17} \ldots \overline{x}_{32} \right\| \cdot \left\| \overline{x}_1 \ldots \overline{x}_{16} \oplus (x_1 \vee \ldots \vee x_{16}) \right\| = 2^{-16}.$$

Вычисляя таким же образом ФА остальных элементов, получим

$$P_S(1) = P_S(2) = \ldots = P_S(16) = 2^{-30},$$

$$P_S(17) = P_S(18) = \ldots = P_S(24) = 2^{-28},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$P_S(25) = P_S(26) = P_S(27) = P_S(28) = 2^{-24},$$

$$P_S(29) = P_S(30) = 2^{-16},$$

$$P_S(31) = 1.$$

Теперь, если требуется найти элементы, у которых выполняется условие $P_S(i) \leq 2^{-24}$, то достаточно вычислить $P_S(i)$ для $i = 25, 26, 27, 28$, которые удовлетворяют этому условию, а его выполнение для $i = \overline{1,24}$ следует уже из доказанной выше теоремы. Итак, в рассмотренном примере вместо вычисления ФА 31 элементов оказалось достаточным вычисление ФА всего лишь 6 элементов, т.е. вычисление $P_S(i)$ при $i = \overline{25,30}$. Факт $P_S(31) = 1$ тривиален и не нуждается в комментарии.

Результаты настоящей работы могут быть эффективно использованы в области автоматизации проектирования вычислительных устройств, в частности, в случаях, когда фактор функционального поведения схемы (надежность, функциональное моделирование, тестирование и т.д.) имеет особо важное значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бозоян Ш.Е.** Некоторые свойства булевых дифференциалов и активностей аргументов булевых функций и вопросы построения надежных схем из ненадежных элементов //Изв. АН СССР. Техническая кибернетика.- 1975.- №5.-С. 148-160.

2. **Бозоян Ш.Е.** Некоторые свойства булевых дифференциалов и активностей аргументов булевых функций // Проблемы передачи информации.- 1978.- Т.14, вып. 1.- С. 78-89.

3 Бозоян Е.Ш. Оценка надежности функциональной схемы с учетом частоты переключения ее элементов // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер.ТН. - 1997.- Т. 50, №2.- С. 120-125.

ГИУА 04.04.1997

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. LI, № 2, 1998, с. 207 - 210

УДК 621.315.592 (086.8)

НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

А.К. АТАНЕСЯН, Л.С. БАЛАЯН, А.А. ОГАНЕСЯН

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА С ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТЬЮ

Ջրային լուծույթներից միաբյուրեղներ աճեցնելու համար նախատեսված բյուրեղացման սարքերում գերհագեցման մեխանիզմի ուսումնասիրության ժամանակ հայտնաբերվել են ընթացքի կայունությունը խախտող գործոններ. Ստացված տվյալների հիման վրա մշակվել է բյուրեղացման սարքի կափարիչի՝ սկզբունքորեն նոր կառուցվածք, որի կիրառումը միաբյուրեղների աճեցման ողջ ընթացքում ապահովում է նրանց աճի հաստատուն արագությունը.

При исследовании механизма задания пересыщения в кристаллизационных аппаратах для выращивания монокристаллов из водных растворов выявлены основные факторы, нарушающие стационарность процесса. На основании полученных данных разработана принципиально новая конструкция крышки кристаллизационного аппарата, применение которой обеспечивает постоянство скорости роста монокристаллов во всем процессе выращивания.

Ил.3. Библиогр.: 4 назв.

The supersaturation setting mechanism in a crystallizer is investigated. The supersaturation and, consequently, the rate of growth is found to be not constant all along the growth process. Due to these investigations a new type of a crystallizer lid was worked out providing a more regular course of the growth process for monocrystals.

Il. 3. Ref. 4.

В кристаллизационных аппаратах для выращивания в изотермических условиях водорастворимых монокристаллов пересыщение задается методом свободного испарения растворителя [1-3]. В этих кристаллизаторах (рис. 1) с поверхности раствора происходит испарение растворителя, и из-за разности температур раствора и крышки аппарата пары растворителя конденсируются на крышке. Конденсированный растворитель сливается сначала в конденсатосборник, а после его наполнения - обратно в раствор. Так как система герметична, то достигается условие равенства скорости испарения растворителя с поверхности раствора и средней скорости слива конденсата обратно в раствор. Скорость слива усредняется, так как капли растворителя, конденсированные на крышке аппарата, достигают определенных размеров, после чего