

Лекция 1

План

1 Карта дисциплины

2 Вербальная постановка задачи математического моделирования состояний систем.

3 Формализация и построение модели задачи математического моделирования состояний систем.

Математическое моделирование потока управления состояний системы
XXX

В работе рассматривается вопрос математического моделирования состояний системы XXX с целью определения элементов потока управления.

Средством математического моделирования будет выступать алгебра конечных предикатов, разработанная профессором Харьковского института радиозлектроники Юрием Петровичем Шабановым-Кушнаренко [Шаб 1,2].

Построение математических моделей состояний системы.

В результате объектного анализа состояний системы XXX [Ст_ОбАн] были получены проекции системы в пространство состояний (диаграммы состояний системы) для следующих сценариев - «Основной» (Рис. х.х), «Задолженность», «Увольнение» (Рис. х.х), «Судебный иск» (Рис. х.х)

прецедента ХХХ. Построим модели состояний системы для наиболее вероятных сценариев «Основной» и «Задолженность» с целью определения элементов потока управления в виде уравнений алгебры конечных предикатов [Шаб 1,2].

Постановка задачи. (Вербальна постановка задачі математичного моделювання станів систем.)

Имеется множество состояний системы, как совокупность состояний объектов системы – начального состояния объекта, активного, пассивного и конечного состояния.

Будем предполагать, что существует сколь угодно малый промежуток времени, в течение которого объекты системы не генерируют каких-либо событий, то есть система пребывает в некотором состоянии.

Также будем предполагать, что система может пребывать в своем состоянии сколь угодно долго.

Для рассматриваемого сценария введем множество букв

$$A = \{ a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}, a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2n}, \dots, a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nm} \}$$

Где первый индекс – это номер объекта, а второй индекс – это номер состояния объекта, n – число объектов сценария, m - число состояний системы.

Приведем содержательную интерпретацию состояний объектов сценария.

- 5,1
а - состояние подачи заявки на зарплату
- 3,1
а - состояние приема заявки от работника
- 3,2
а - состояние подачи заявки на расчет МСТ
- 2,2
а - состояние приема заявки от УРпоОТ
- 2,3
а - состояние подачи заявки на подготовку сведений
- 1,3
а - состояние приема заявки от МСТ
- 1,4
а - состояние подготовки сведений
- 1,5
а - состояние подачи сведений для МСТ

2,5
а - состояние приема сведений от аⁱ

2,6
а - расчет МСТ

2,7
а - состояние подачи сведений для УРпоОТ

3,7
а - состояние приема сведений от МСТ

3,8
а - состояние запроса к Банк о зарплате

4,8
а - состояние приема запроса от УРпоОТ

4,9
а - состояние уведомления УРпоОТ о необходимости получения

зарплаты

3,9
а - состояние получения уведомления от Банк о необходимости

получения зарплаты

3,10
а - состояние уведомления б^j о необходимости получения зарплаты

5,10
а - состояние получения уведомления о необходимости получения

зарплаты

5,11
а - состояние получения зарплаты

4,11
а - состояние выдачи зарплаты

Таким образом, для рассматриваемой задачи $n=5$, $m=11$.

Введем множество переменных соответственно объектам сценария

$$A = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

Укажем области определения введенных переменных

$$\begin{aligned} x_1 &\in \{a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1m}\} \\ x_2 &\in \{a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2m}\} \\ &\dots \\ x_n &\in \{a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nm}\} \end{aligned}$$

Или в виде законов истинности алгебры конечных предикатов

$$\begin{aligned} \bigwedge_{j=1}^m x_1^{a_{1j}} &= 1 \\ &\dots \\ \bigwedge_{j=1}^m x_n^{a_{nj}} &= 1 \end{aligned}$$

Исходя из диаграммы состояний системы рассматриваемого сценария, для активных состояний объектов системы составим конъюнкцию предикатов узнавания состояний объектов для каждого состояния системы и, приравняв ее к единице, получим математические модели состояний системы в виде уравнений алгебры конечных предикатов.

$$\begin{aligned}
 x_3^{a_{31}} \wedge x_5^{a_{51}} &= 1 \quad \square \\
 x_2^{a_{22}} \wedge x_3^{a_{32}} &= 1 \quad \square \\
 x_1^{a_{13}} \wedge x_2^{a_{23}} &= 1 \quad \square \\
 x_1^{a_{14}} &= 1 \quad \square \\
 x_1^{a_{15}} \wedge x_2^{a_{25}} &= 1 \quad \square \\
 x_2^{a_{26}} &= 1 \quad \square \\
 x_2^{a_{27}} \wedge x_3^{a_{37}} &= 1 \quad \square \\
 x_3^{a_{38}} \wedge x_4^{a_{48}} &= 1 \quad \square \\
 x_3^{a_{39}} \wedge x_4^{a_{49}} &= 1 \quad \square \\
 x_3^{a_{310}} \wedge x_5^{a_{510}} &= 1 \quad \square \\
 x_4^{a_{411}} \wedge x_5^{a_{511}} &= 1 \quad \square
 \end{aligned}
 \tag{3.2.1.}$$

Для активных состояний объектов выполним содержательное ассоциирование показателей узнавания предикатов (как элементов потока управления) с элементами потока событий.

- 5,1
а - состояние подачи заявки на зарплату
- 3,1
а - состояние приема заявки от работника
- 3,2
а - состояние подачи заявку на расчет МСТ
- 2,2
а - состояние приема заявки от УРпоОТ
- 2,3
а - состояние подачи заявку на подготовку сведений

1,3

a - состояние приема заявки от МСТ

1,4

a - состояние подготовки сведений

1,5

a - состояние подачи сведения для МСТ

2,5

a - состояние приема сведений от aⁱ

2,6

a - состояние расчета МСТ

2,7

a - состояние подачи сведения для УРпоОТ

3,8

a - состояние запроса к Банку о зарплате

4,8

a - состояние приема запроса от УРпоОТ

4,9

a - состояние уведомления УРпоОТ о необходимости получения

зарплаты

3,9

a - состояние получения уведомления от Банк о необходимости

получения зарплаты

3,10

a - состояние уведомления b^j о необходимости получения зарплаты

5,10

a - состояние получения уведомления о необходимости получения

зарплаты

5,11

а - состояние получения зарплаты

4,11

а - состояние выдачи зарплаты

Получим решение уравнений (3.2.1) путем приведения ДНФ левых частей уравнений к СДНФ, используя тождества алгебры конечных предикатов [Шаб1с20].

Обратим внимание на то, что $a^{1,1} \equiv a^{1,2} \equiv a^{1,6} \equiv \dots \equiv a^{1,11} \equiv a^{1,0}$ есть пассивные состояния объекта «а». Аналогичные тождества будут иметь место и для других объектов системы, например, для объекта «МСТ» будем иметь $a^{2,1} \equiv a^{2,4} \equiv a^{2,8} \equiv \dots \equiv a^{2,11} \equiv a^{2,0}$. Под $a^{1,0}$, $a^{2,0}$, ... будем понимать пассивные состояния объектов.

Анализируя диаграмму состояний системы, также заметим, что, например, для первого состояния системы состояния $a^{1,3}$, $a^{1,4}$, $a^{1,5}$ объекта «а» следует рассматривать как пассивные так как, исходя из физического смысла задачи, можно заключить, что объект «а» системы в ее первом состоянии может

1,1

быть только в состоянии a и не может одновременно находиться в состоянии

1,3

a .

Таким образом, конъюнктивные члены СКНФ вида $x_1^{a_{31}}, x_2^{a_{21}}, x_3^{a_{31}}, x_4^{a_{41}}, x_5^{a_{51}}$

будут равны нулю поскольку $x_1^{a_{31}} \equiv 0$, так как $x_1 \neq a$, а возможно лишь

равенство $x_1 = a$.

С учетом сказанного, СДНФ для первого уравнения из (3.2.1) будет иметь

вид $x_1^{a_{11}}, x_2^{a_{21}}, x_3^{a_{31}}, x_4^{a_{41}}, x_5^{a_{51}}$ и решением его будет набор показателей узнавания a ,

2,1 3,1 4,1 5,1

a, a, a, a .

Аналогично рассуждая, можно получить СДНФ левых частей остальных уравнений (3.2.1).

Состояние	СДНФ	Решение
1	$x_1^{a_{11}}, x_2^{a_{21}}, x_3^{a_{31}}, x_4^{a_{41}}, x_5^{a_{51}}$	1,0 2,0 3,1 4,0 5,1 a, a, a, a, a
2	$x_1^{a_{12}}, x_2^{a_{22}}, x_3^{a_{22}}, x_4^{a_{42}}, x_5^{a_{52}}$	1,0 2,2 3,2 4,0 5,0 a, a, a, a, a
3	$x_1^{a_{13}}, x_2^{a_{23}}, x_3^{a_{33}}, x_4^{a_{43}}, x_5^{a_{53}}$	1,3 2,3 3,0 4,0 5,0 a, a, a, a, a
4	$x_1^{a_{14}}, x_2^{a_{24}}, x_3^{a_{34}}, x_4^{a_{44}}, x_5^{a_{54}}$	1,4 2,0 3,0 4,0 5,0 a, a, a, a, a

5	$x_1^{a_{15}}, x_2^{a_{25}}, x_3^{a_{35}}, x_4^{a_{45}}, x_5^{a_{55}}$	1,5 2,5 3,0 4,0 5,0 а , а , а , а , а
6	$x_1^{a_{16}}, x_2^{a_{26}}, x_3^{a_{36}}, x_4^{a_{46}}, x_5^{a_{56}}$	1,0 2,6 3,0 4,0 5,0 а , а , а , а , а
7	$x_1^{a_{17}}, x_2^{a_{27}}, x_3^{a_{37}}, x_4^{a_{47}}, x_5^{a_{57}}$	1,0 2,7 3,7 4,0 5,0 а , а , а , а , а
8	$x_1^{a_{18}}, x_2^{a_{28}}, x_3^{a_{38}}, x_4^{a_{48}}, x_5^{a_{58}}$	1,0 2,0 3,8 4,8 5,0 а , а , а , а , а
9	$x_1^{a_{19}}, x_2^{a_{29}}, x_3^{a_{39}}, x_4^{a_{49}}, x_5^{a_{59}}$	1,0 2,0 3,9 4,9 5,0 а , а , а , а , а
10	$x_1^{a_{110}}, x_2^{a_{210}}, x_3^{a_{310}}, x_4^{a_{410}}, x_5^{a_{510}}$	1,0 2,0 3,10 4,0 5,10 а , а , а , а , а
11	$x_1^{a_{311}}, x_2^{a_{211}}, x_3^{a_{311}}, x_4^{a_{411}}, x_5^{a_{511}}$	1,0 2,0 3,0 4,11 5,11 а , а , а , а , а

Приведем соответствие решений УАКП элементам потока управления системы при реализации состояний системы сценария «Основной» и элементам потока событий программной модели системы (см. табл. 3.1).

Таблица 3.1

Связь решений с элементами потока управления и потока событий для состояний системы сценария «Основной»

Решение	Элемент потока управления	Элемент потока событий
1,0 а , 2,0 а , 3,1 а , 4,0 а , 5,1 а	Прием заявки на зарплату	evИдентификатор
...
...
...
..