



ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ АПЕРИОДИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ЗАДАЧ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

С.А. Данилова

Пермский государственный технический университет

Предложен подход к рациональному планированию аperiodических потоков задач на основе экспертной информации и алгоритмов нечеткого вывода.

ВВЕДЕНИЕ

Современные АСУТП характеризуются сложной структурой. В качестве составной части в них входят информационно-управляющие системы, входные информационные потоки в которых представляют собой формируемые источниками информации последовательности требований, поступающих в случайные моменты времени.

Режим реального времени, характерный для современных информационно-управляющих систем, предполагает жесткое лимитирование времени отклика на запрос от объекта, поэтому требуется обеспечить минимальное время отклика системы, а также высокую эффективность использования вычислительных мощностей. Необходимо планировать последовательность обработки запросов, исходя из приоритетов, времени и крайних сроков выполнения, периодов решения задач и др. [1]. Рациональное планирование должно обеспечивать оптимальное распределение процессорного времени при выполнении совокупности задач с различными параметрами в течение заданного периода времени.

1. ПЛАНИРОВАНИЕ ПОТОКА ЗАДАЧ В АСУТП

Наиболее успешно достигается планирование детерминированных задач, поскольку их предсказуемость позволяет сделать точный прогноз загрузки еще до начала работы системы. Планирование потока аperiodических запросов в АСУТП при минимизации задержек их выполнения может решаться с помощью детерминированного и веро-

ятностного подходов. Однако их недостатки — использование предельных оценок, снижающее эффективность системы, большой объем вычислений и значительные затраты процессорного времени на расчеты — обуславливают актуальность разработки подхода к планированию аperiodических задач в АСУТП с использованием мнений экспертов, которые формируются у специалистов в процессе накопления производственного и жизненного опыта.

Задача ставится следующим образом. В систему поступает некоторое число запросов жесткого реального времени, характеризуемых четкостью параметров. Параллельно на обработку в систему поступают аperiodические запросы, характеризуемые нечеткостью параметров: N — число запросов на определенном интервале T ; L — длина запросов, определяющая необходимую продолжительность их обслуживания.

При решении задачи планирования аperiodических запросов используется идея серверного подхода, которая заключается в применении специального сервера для обработки аperiodических запросов [2]. Суть серверного подхода заключается в выделении специальной задачи (детерминированной по отношению к другим задачам), обычно самого высокого приоритета, предназначенной для выполнения различных операций (в том числе и аperiodических запросов). Сервер (как любая задача) характеризуется временем выполнения (размером сервера) — E_c и периодом T_c , а также загрузкой аperiodическими запросами. Естественно, что для лучшей работы системы в целом загрузка должна стремиться к 100 %.

На этапе проектирования возможно определить максимальные значения числа N_{\max} и длины L_{\max} запросов аperiodических задач, что позволяет на основе детерминистского подхода оценить предельное граничное значение размера сервера $E_{c_{\text{пред}}} = E_{\max} = N_{\max} L_{\max}$, позволяющее выполнять без потерь обслуживание аperiodических запросов. Однако при таком подходе при всех $N < N_{\max}$ и $L < L_{\max}$ часть выделенного интервала E_{\max} остается неиспользованной, что ведет к снижению эффективности системы. Поэтому в процессе работы необходимо определять параметры сервера для достижения его максимальной загрузки запросами с учетом фактического состояния параметров входного потока (N и L).

В соответствии с постановкой задачи очевидна общая схема управления: необходимо изменять размер сервера E_c на некоторую величину ΔE таким образом, чтобы удовлетворять требуемым соотношениям между числом аperiodических запросов N , длиной аperiodических запросов L и значением E_c .

В терминах нечетких регуляторов роль нечеткого контроллера в системе исполняют программные средства обработки нечетких переменных, а в качестве исполнительного механизма выступает уп-

равляющая программа, обеспечивающая соответствующее увеличение или уменьшение размера выделяемого сервера (ΔE) (рис. 1). Технически устройства, формирующие текущие значения нечетких переменных $x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*$, состояние входного потока аperiodических запросов, выполняются с помощью функциональных средств, реализуемых в аппаратном базисе счетчиков и регистров.

Исходная эмпирическая информация о стратегии управления хранится в базе знаний (БЗ) как совокупность нечетких правил условного логического вывода «если ..., то ...», которые формулируются на основе изучения задачи управления путем опроса специалистов (экспертов).

Для всех входных и выходных переменных задаются лингвистические термы, соответствующие некоторым диапазонам четких значений, описанные с помощью функций принадлежности (ФП) $\mu_{A_{11}}, \mu_{A_{12}}, \dots, \mu_{A_{1n}}, \mu_{A_{21}}, \mu_{A_{22}}, \dots, \mu_{A_{2n}}, \dots, \mu_{A_{n1}}, \mu_{A_{n2}}, \dots, \mu_{A_{nn}}$.

Блок фазификации (ФФ) выдает значения ФП посылок $\mu_{A_1}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*), \mu_{A_2}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*), \dots, \mu_{A_n}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$, соответствующие конкретным значениям $x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*$ входных переменных.

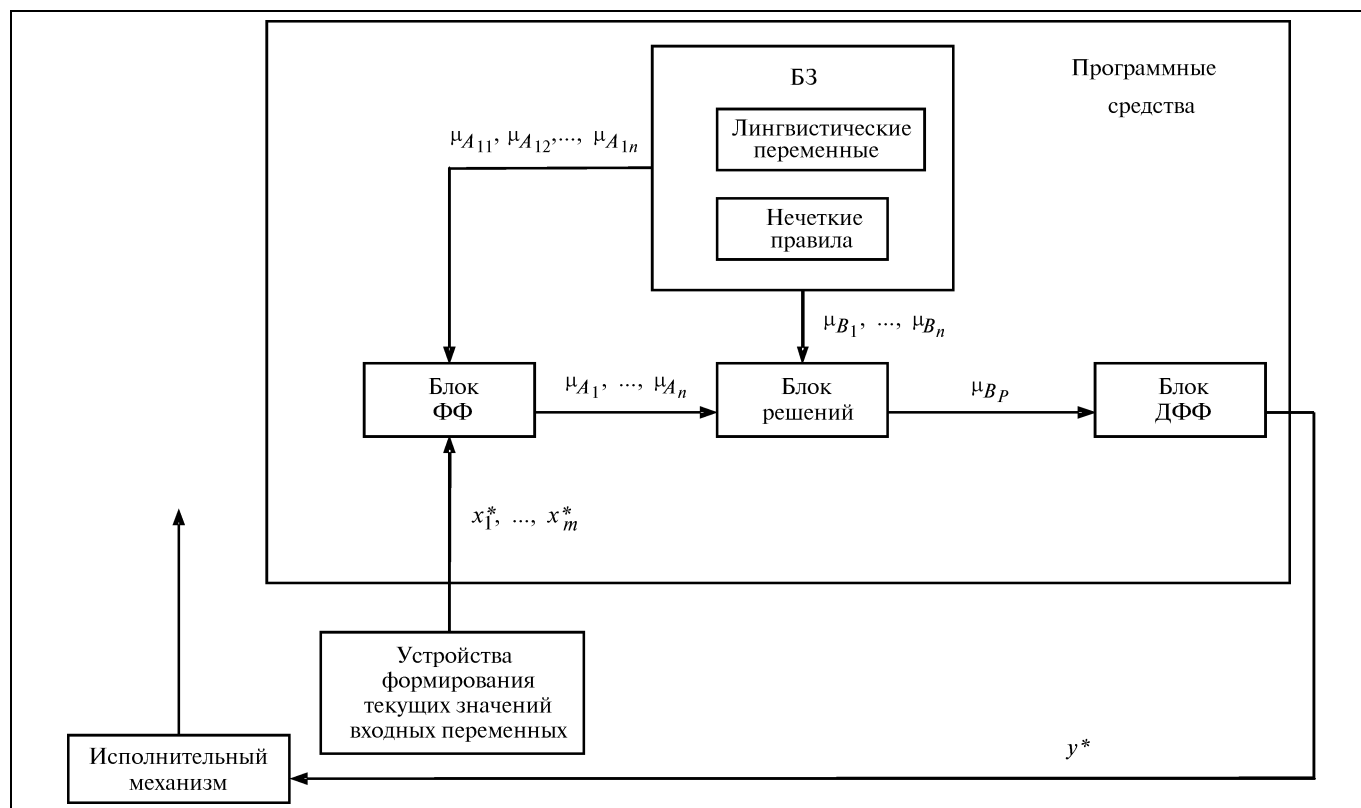


Рис. 1. Схема управления переменной «размер сервера»



Блок решений использует нечеткие условные правила, заложенные в базе знаний (БЗ), для выработки нестрогих логических выводов $\mu_{B_1^*}(y)$, ..., $\mu_{B_n^*}(y)$. В этом же блоке частные выводы объединяются в общий вывод, которому соответствует результирующая ФП $\mu_{B_D}(y)$.

Блок дефаззификации (ДФФ) преобразует [3] нечеткую выходную величину блока решений в четкую величину

$$y^* = \frac{\int y \mu_{B_p}(y) dy}{\int \mu_{B_p}(y) dy},$$

которая используется для управления объектом.

2. ОБЩАЯ ПРОЦЕДУРА УПРАВЛЕНИЯ

Рассмотрим общую процедуру управления на примере экспертных представлений лингвистических переменных [4, 5] N, L, E_c и ΔE с помощью нескольких термов. Их ФП приведены на рис. 2–5, где:

$$N = \{\text{«мало»}(N_1), \text{«много»}(N_2)\};$$

$$L = \{\text{«короткие»}(L_1), \text{«длинные»}(L_2)\};$$

$$E_c = \{\text{«достаточно малая»}(E_1), \text{«средняя»}(E_2), \text{«достаточно большая»}(E_3)\};$$

$$\Delta E = \{\text{«уменьшить»}(\Delta E_1), \text{«не менять»}(\Delta E_2), \text{«увеличить»}(\Delta E_3)\}.$$

Представленная экспертами база правил в рассматриваемом примере целиком состоит из правил вида:

«(если $L = \dots$ и $N = \dots$) и (если $L = \dots$ и $N = \dots$) и $E_c = \dots$, то $\Delta E = \dots$ »; «если $L = \text{короткие}$ и $N = \text{мало}$ = «мало коротких»; (например, «(если $L = \text{«короткие»}$ и $N = \text{«мало»}$) и (если $L = \text{«длинные»}$ и $N = \text{«мало»}$) и $E_c = \text{«достаточно большая»}$, то $\Delta E = \text{«уменьшить»}$). Базу правил удобно представить в табличном виде (табл. 1).

Таблица 1

База правил

$(N \times L)$	E_1		E_2		E_3	
	$(N \times L)$		$(N \times L)$		$(N \times L)$	
	Коротких					
	мало	много	мало	много	мало	много
Длинных						
мало	ΔE_3	ΔE_3	ΔE_2	ΔE_2	ΔE_1	ΔE_1
много	ΔE_3	ΔE_3	ΔE_3	ΔE_3	ΔE_2	ΔE_2

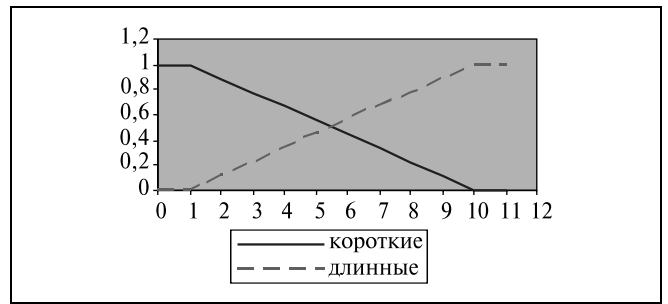


Рис. 2. Функция принадлежности входной переменной «длина аperiodических запросов» L

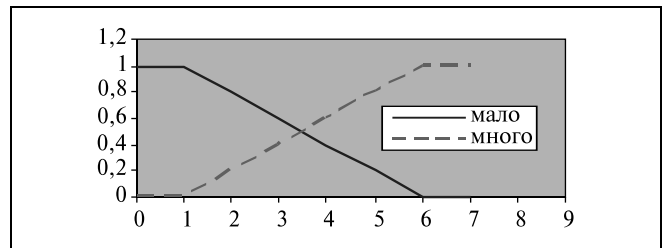


Рис. 3. Функция принадлежности входной переменной «число аperiodических запросов» N

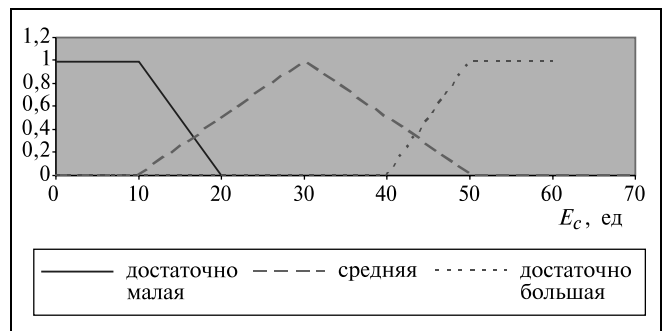


Рис. 4. Функция принадлежности входной переменной «размер сервера» E_c

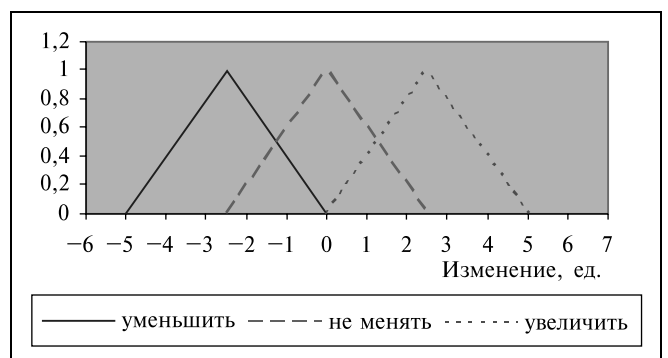


Рис. 5. Функция принадлежности входной переменной «изменение размера сервера» ΔE

После того, как для всех входных и выходных переменных заданы лингвистические термы, соответствующие некоторым диапазонам четких значений, и сформирована таблица правил на основе условных высказываний, математическую модель системы управления можно считать построенной.

В соответствии с алгоритмом Мамдани [3] протестируем построенную модель по шагам на основе следующих реальных данных: $E^* = 48$ ед. ($L_k^* = 2$ ед. и $N_k^* = 2$ шт.), и ($L_d^* = 8$ ед. и $N_d^* = 4$ шт.). Так как значения параметров входного потока соответствуют множествам «мало коротких» и «много длинных», а размер сервера не максимальный, очевидной стратегией управления должно быть определенное увеличение размера выделяемого сервера. Она состоит в следующем.

1. На основании известных соотношений нечеткой логики и с учетом принятых ФП (см. рис. 2–4) проводим ФФ:

$$\begin{aligned} L_1(L_k^*) &= 0, (8); & L_2(L_k^*) &= 0, (1); \\ L_1(L_d^*) &= 0, (2); & L_2(L_d^*) &= 0, (7); \\ N_1(N_k^*) &= 0, (8); & N_2(N_k^*) &= 0, 2; \\ N_1(N_d^*) &= 0, (4); & N_2(N_d^*) &= 0, 6; \\ E_1(E^*) &= 0; & E_2(E^*) &= 0, 1; & E_3(E^*) &= 0, 8. \end{aligned}$$

2. Используя эти фазсифицированные величины, вычисляем значения ограничений ФП правил (табл. 2).

3. Агрегируем правила вывода. Результирующая ФП управляющего воздействия, полученная из рис. 5, показана на рис. 6.

Таблица 2

Ограничения функции принадлежности правил

$(N \times L)$	E_1		E_2		E_3	
	$(N \times L)$		$(N \times L)$		$(N \times L)$	
	Коротких					
	мало	много	мало	много	мало	много
Длинных						
мало	0	0	0,1	0,1	0,(2)	0,(1)
много	0	0	0,1	0,1	0,6	0,(1)

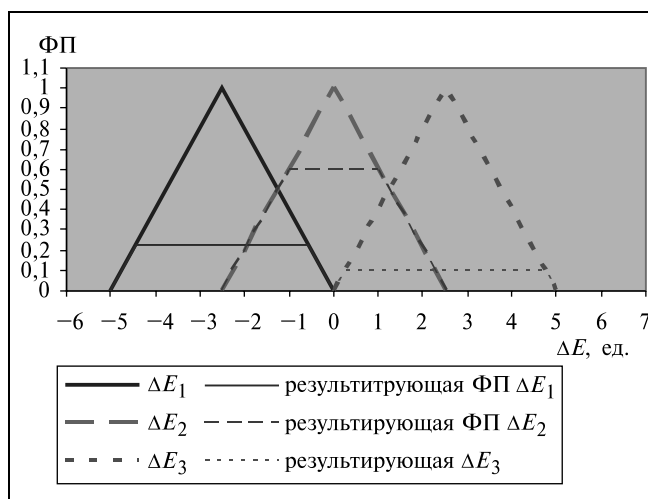


Рис. 6. Результирующая функция принадлежности изменения управляющего воздействия

4. В результате ДФФ получаем $\Delta E^* = 2,5$ ед., т. е. при данных условиях целесообразно увеличить размер выделяемого сервера на 2,5 ед.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный пример демонстрирует возможности управления процессом формирования прогнозируемого значения размера сервера на основании оценки состояния входного потока запросов с использованием нечетких переменных и последующей их обработкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилова С.А., Матушкин Н.Н. Об оптимальных системах реального времени с аperiodическими запросами // Высокие технологии — 2004: Сб. тр. науч.-техн. форума с междунар. участием. — Ижевск: ИЖГТУ, 2004. — Ч. 3. — С. 40–57.
2. Burns A., Bernat G. New Results on Fixed Priority Aperiodic Servers / Real-time Research Group University of York. — York: Heslington, 1999.
3. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях / В кн.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений. — М.: Мир, 1976.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. — Там же, 1976. — 168 с.
5. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. — М.: Радио и связь, 1982.

☎ (432) 239-18-17, e-mail: Vally-S@yandex.ru

Статья представлена к публикации членом редколлегии В.В. Кульбой.