

ПРИНЦИПЫ СОГЛАСОВАНИЯ ЗАДАЧ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДИАГНОСТИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

В.Я. Пророк, доктор технических наук, доцент;
А.С. Смирнов, доктор технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрен вопрос построения системы поиска неисправностей и верификации информационного взаимодействия всех составных частей автоматизированной системы управления пожарной охраны. Основное внимание уделено вопросам согласования задач, решаемых при построении и использовании системы диагностики автоматизированных систем управления. Структуризация задач имеет своей целью создание наилучших условий для достижения целей диагностики неисправностей систем управления.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, верификация, синтез, системный подход, структуризация

CONSISTENCY PRINCIPLE TASKS OF THE DIAGNOSTIC AUTOMATION SYSTEMS FIRE DEPARTMENT

V.Ya. Prorok; A.S. Smirnov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

One of the most important tasks during the operation of any automated system is to maintain it in working condition. For early detection of possible malfunctions and regular verification of information interaction of all subsystems needs to create an effective system of diagnosis. Structuring of tasks solved by the system of diagnosis, aims to create the best conditions for achieving the objectives of the control of the level of preparedness of the management information system to perform its functions.

Keywords: automated control system, verification, synthesis, principle of a systematic approach, structuring

Основными задачами автоматизированной системы управления (АСУ) пожарной охраны МЧС России являются: совершенствование государственного пожарного надзора с целью сокращения числа пожаров, предотвращения гибели людей на пожарах, ограничения возможного ущерба, совершенствование организации тушения пожаров, улучшение технического оснащения гарнизонов пожарной охраны, качественное улучшение планирования и прогнозирования деятельности пожарной охраны как в масштабе страны, так и в отдельных административных районах.

Для реализации этих задач предполагается автоматизировать сбор, обработку, хранение и выдачу информации о пожарах в стране, о деятельности гарнизонов пожарной охраны, о наличии и техническом состоянии пожарной техники, оборудования, средств пожаротушения и средств связи, кадровом составе пожарной охраны. Предполагается автоматизировать процесс формирования государственной и ведомственной отчетности, а также сбор и обработку информации, характеризующей различные аспекты деятельности пожарной охраны.

Но создание и функционирование АСУ само по себе не решает всех проблем. Одной из важнейших задач при эксплуатации любой автоматизированной системы является

поддержание ее в работоспособном состоянии. Для своевременного выявления возможных неисправностей и регулярной верификации информационного взаимодействия всех подсистем необходимо создание эффективной системы диагностики.

Структуризация задач, решаемых системой диагностики, имеет своей целью создание наилучших условий для достижения целей контроля уровня готовности АСУ к выполнению возложенных на нее функций. Поэтому компактность решения задач в определенном смысле не является требованием максимальной информационной автономности (минимальной связности) задач, решаемых с помощью разнообразных средств контроля: замыкание прямых информационных связей между задачами в группах, в данном случае не цель, а следствие и осуществляется только в той мере, в которой это необходимо для выполнения указанного требования и удовлетворения соответствующих ограничений на разработку, создание и поддержание работоспособности диагностического модуля.

Создание сбалансированной структуры диагностической системы, в которой каждое диагностическое средство решает задачи наиболее близкие с точки зрения необходимой для их реализации информации, эквивалентно при ограничениях на результаты решения задач, требованию минимизации объема дублирующей информации, поступающей на обработку. Тем самым обнаруживается тесная связь между задачами создания рациональной системы информационных потоков и совершенствованием структуры системы диагностики.

В настоящее время нет достаточно разработанной теории, позволяющей осуществить процесс взаимного согласования задач, решаемых какой-либо диагностической системой. Отсутствие такой теории ряд авторов объясняет, во-первых, недостаточным эмпирическим опытом классификации различного рода задач и разнесения их по уровням сложности принимаемых решений. Во-вторых, недостаточной проработкой принципов рационального распределения усилий по принятию решений органами управления (проблема централизации и децентрализации). В-третьих, трудностями синтеза иерархии задач и микроуровневой структуры средств решения этих задач ввиду отсутствия однозначного соответствия между этими двумя типами иерархий.

Иерархия задач (целей) при проведении диагностики может строиться как снизу вверх (то есть индуктивным методом), так и сверху вниз путем конкретизации задач вышестоящего уровня (то есть методом дедукции).

В некоторых работах предлагается комбинированный метод построения целей: на основе дедуктивного метода строится структура дерева целей, на основе индуктивного метода уточняются перекрестные связи между целями. Исходя из общей методологии проектирования структур систем, структуризация задач должна отвечать двум критериям:

- структурная группировка задач должна отражать характер их представления во множестве причинно-следственных связей и соответствовать доминирующей форме иерархической организации системы данного класса;

- будучи распределенными между структурными подсистемами системы диагностики, задачи не должны нарушать целостность ее структуры и должны обеспечивать требуемую степень целенаправленности ее функционирования.

В отношении первого критерия можно указать, что в соответствии с анализом различных форм организации систем диагностики могут быть выделены две основные формы организации: централистическая, соответствующая иерархической структуре системы, и скелетная или ацентрическая. В современных системах обе формы организации находятся в тесной взаимосвязи, что необходимо для их нормального функционирования. В целом, исходя из общих принципов функционирования, доминирующей оказывается централистическая форма организации.

Таким образом, процедуры, реализующие первый критерий структуризации задач, должны обеспечивать также их разбиение, которое позволило бы представить их в форме иерархической многоуровневой структуры. Отражая характер связей между группами задач, такая структура может рассматриваться как иерархическая структура потенциальных сфер использования отдельных подсистем системы диагностики разных уровней иерархии.

В отношении второго критерия можно указать, что в рамках этих процедур структуризации осуществляется группировка задач не по вертикальным, а по горизонтальным связям. Полученные таким образом группировки задач будут определять потенциальные сферы применения подсистем, находящихся на одном уровне иерархии.

Наличие перекрестных связей между задачами нередко приводит к появлению циклов, что исключает их вертикальную структуризацию. Наличие циклов свидетельствует о существовании совокупности сильно связанных подзадач, решаемых в ходе циклического обмена информацией (в процессе внутреннего диалога). Такие подзадачи не могут быть разделены в рамках данного уровня декомпозиции системы. Они рассматриваются как одна задача (как один сложный элемент). А при необходимости изучения более тонкой структуры их анализ осуществляется отдельно [1].

Так как в ходе синтеза структуры системы диагностики необходим просмотр большого количества вариантов их организации, отличающихся как глубиной иерархии, так и количественными составами структурных подсистем на каждом уровне, то необходим механизм, позволяющий целенаправленно изменять структурную сложность взаимных связей задач, и на основе синтезируемых таким образом вариантов их структур осуществлять их вертикальную и горизонтальную структуризацию [2].

Суть работы этого механизма сводится к следующему:

а) на множестве задач X рассчитывается некоторая структурная функция $R(x_i, x_j)$, определяющая меру их взаимной близости, функция определена на интервале от нуля до единицы;

б) выбирается шаг варьирования параметров структуризации задач ΔR . Он определяет дискретность выбора структурных параметров задач, а следовательно, и вариантов организации структуры диагностической системы;

в) вводится понятие «шаг структуризации» – Z , ($Z=1,2,3\dots$);

г) на множестве значений функции $R(x_i, x_j : i, j = \overline{1, L})$ формируется дискретная функция $R_Z(x_i, x_j)$, $L = |X|$ – число типов задач управления,

$$R_Z(x_i, x_j) = \begin{cases} R(x_i, x_j) & \text{если } R_Z(x_i, x_j) \geq Z \Delta R, Z = \overline{0, \lfloor 1 / \Delta R \rfloor} \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

где $\lfloor \cdot \rfloor$ – означает операцию округления до меньшего целого и корректируется граф $G_Z(X, Y_Z)$ взаимных связей задач, где дуги графа, определяющие направленные связи задач, равны:

$$Y_Z(x_i, x_j) = \begin{cases} Y(x_i, x_j) & \text{если } R_Z(x_i, x_j) \geq 1 - Z\Delta R; \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

д) к полученному графу $G_Z(X, Y_Z)$ применяются алгоритмы вертикальной, а затем горизонтальной структуризации.

При $Z = \lfloor 1 / \Delta R \rfloor$ структурная функция множества X содержит только те связи между задачами, которые определяют их жесткую координацию (то есть $R(x_i, x_j) = 1$) по выходу, входу, времени или по оператору преобразования. При $Z=0$ $R_Z(x_i, x_j) \approx R(x_i, x_j)$, то есть в структурной функции сохраняется полная информация о взаимных связях задач управления. В результате, если при $Z_{\max} = \lfloor 1 / \Delta R \rfloor$ структура связей задач минимальна, а следовательно, минимальны и их возможные структурные преобразования по вертикали

и горизонтали, то при $Z_{\min} = 0$ множество этих связей максимально, а следовательно, максимальны и возможные структурные параметры агрегированной модели взаимных связей задач.

При изменении параметра Z будет меняться и структура графа $G_Z(X, Y_Z)$ взаимных связей задач на Z шаге структуризации. Изменяя Z от Z_{\min} до Z_{\max} , представляется возможным на основе такой процедуры генерировать все допустимые для данного множества задач варианты их структуризации, а следовательно, и представить последовательно все допустимые варианты организации структуры.

Итак, математическая модель предстает в виде множества векторов, на котором определена функция, задающая двумерные связи. На упорядоченном таким образом множестве векторов для каждого варианта определения дискретной функции связи $R_Z(x_i, x_j)$ последовательно решаются задачи вертикальной и горизонтальной структуризации. В результате решения этих задач определяются варианты вертикальной (иерархической) и горизонтальной структуризации диагностических систем. Вместе с тем, как это было указано выше, процедурам вертикальной и горизонтальной структуризации предшествует процедура выявления сильно связанных задач (процедура декомпозиции графа взаимных связей задач).

Таким образом, реализация процедур генерирования различных вариантов группировки задач предполагает решение следующих вопросов:

- выбор соответствующей методики оценки расстояний между отдельными задачами множества X ;

- выбор соответствующей методики вертикальной (иерархической) структуризации задач;

- выбор методики горизонтальной структуризации задач.

Предлагаемый метод решения задач проектирования функциональной структуры системы диагностики позволит автоматически генерировать альтернативные варианты построения структур, на множестве которых с помощью модели расчета базового варианта далее определяется иерархическая система предпочтений выбора оптимальной структуры.

Методика структурной группировки задач диагностики позволит представить множество задач в форме многоуровневой иерархической структуры, выявить все допустимые варианты структурной группировки задач, и в итоге определить множество допустимых вариантов построения.

Группировка отдельных контролируемых задач с учетом причинно-следственных, временных и пространственных признаков обеспечивается последовательной реализацией алгоритмов выделения сильно связанных задач, их вертикальной и горизонтальной структуризацией. При этом варианты вертикальной структуризации задач отображают множество альтернатив иерархического представления структуры, а варианты их горизонтальной структуризации дают возможность определить альтернативы их структурной группировки на равных (одноименных) уровнях.

Математическая модель, соответствующая этапу построения сфер взаимного влияния задач, представляется множеством векторов, на котором определена дискретная функция связи задач и позволит регулировать степень декомпозиции целей и задач на подзадачи.

Литература

1. Дмитриев А.К. Распознавание отказов в системах электроавтоматики. Л.: Энергоатомиздат, 1983. 103 с.
2. Пророк В.Я. Построение систем сопровождения процессов профессионального становления и деятельности военных специалистов: монография. СПб.: ВКА (филиал), 2004.