

УДК 681.3

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА РАДИОЧАСТОТНОЙ ОБСТАНОВКИ

Г.А. Максименко

Национальная комиссия по вопросам регулирования связи

e-mail: maks@nkrz.gov.ua

Сбор данных по радиочастотной обстановке может не ограничиваться только физической регистрацией источников радиосигналов, анализом их технических характеристик и определением значений их параметров. В некоторых случаях необходим расширенный анализ текстовых данных с помощью систем поддержки принятия решений (СППР). В данном случае речь идет о более высокой ступени развития системы радиомониторинга – дополнении традиционных средств радиоконтроля информационным мониторингом, который должен осуществляться в узлах соответствующих систем связи. Информационный мониторинг строится на основе СППР, объединяется в единую систему сбора данных радиочастотной обстановки и характеризуется большим количеством измеряемых параметров. Однако, в связи с высокой интенсивностью информационных потоков, в таких узлах и по ряду других причин различного характера, обеспечить необходимую полноту анализа данных сложно.

Рассмотрим основные информационные компоненты информационной технологии, которая является одним из средств, обеспечивающих необходимое расширение функциональных возможностей системы сбора данных о радиочастотной обстановке.

В данной работе будем рассматривать информационную технологию и ее компоненты для систем локального сбора данных об РЧО, которые находятся на низких уровнях иерархии. Информационные компоненты систем сбора данных об РЧО можно разделить на следующие типы: статические информационные компоненты, динамические информационные компоненты, функциональные информационные компоненты, интерпретационные информационные компоненты. Проведем краткий анализ каждого из перечисленных классов информационных компонент.

Статические информационные компоненты S_i представляют собой средства, которые формируются на этапе инициализации или инсталляции определенной информационной технологии и в процессе функционирования такой технологии не изменяются. Примерами таких статических средств могут служить: семантические словари S_c , энциклопедии S_E , специализированные словари S_{pi} , интерпретаторы S_u . Прежде чем приводить описание S_c , S_E , S_{pi} и S_u , отметим, что информационная технология в целом и, соответственно, информационные компоненты отличаются от других объектов и технологий следующими особенностями:

базовым элементом информационных технологий является элемент, использующий для своего описания язык, который отличен от языка, используемого для описания тех или иных технических или программных компонент и, чаще всего, представляет собой естественный язык пользователя;

каждый фрагмент информационной компоненты, который описывается естественным языком, выполняет не только роль описания, но и может использоваться для анализа функциональных возможностей, а также и для реализации отдельных функциональных возможностей;

в процессе функционирования информационной технологии компоненты, которые представляются в виде описаний на естественном языке, могут приводить к порождению новых описаний, касающихся новых объектов или процессов, которые возникают в процессе функционирования информационных технологий.

Приведенные выше особенности информационных компонент являются существенными для определения информационной технологии, поскольку они позволяют отличить последние от информационных систем, для которых характерно использование исключительно статических информационных компонент, каковыми являются базы данных, отдельные массивы данных и другие формы сохранения данных и которые в процессе функционирования информационных систем могут накапливаться, преобразовываться и использоваться для решения различных задач.

Динамические информационные компоненты представляют собой описания допустимых изменений, которые можно осуществлять с тем или иным объектом или процессом, который описывается в статических компонентах.

Аналитическим преобразованиям, как правило, подвергаются объекты, которые характеризуются теми или иными численными значениями выбранных параметров. В этом случае, функциональные преобразования приводят к изменениям числовых значений-параметров, которыми соответствующий объект характеризовался в текущий момент времени. Логическое преобразование, в первую очередь, выполняется над элементами, которые имеют логическую интерпретацию. При этом логическому преобразованию может поддаваться только такой объект, который для своего описания использует более одного логического параметра. В рамках динамической компоненты может реализовываться процесс изменения описания типа интерпретации параметров объекта, что может приводить к возможности применения логических преобразований к объектам, которые до таких изменений могли поддаваться только функциональным преобразованиям.

Качественные преобразования представляют собой преобразования, которые описываются в динамических и информационных компонентах и могут реализовываться по отношению к объектам, которые описываются качественными параметрами. Поскольку объектом анализа в системах радиочастотного мониторинга, кроме самого источника радиоизлучения, может быть и приемник сообщения, информацию о котором может нести радиоизлучение, и таким приемником является не только техническое средство приема, но и сам человек или социальный объект, то использование качественных параметров, для описания соответствующих объектов, является совершенно необходимым. Под социальным объектом подразумевается группа людей, которая описывается одним или несколькими объединяющими их параметрами.

Информационные компоненты динамического типа, структурно близки к объектам статического типа, но отличаются от последних тем, что они содержат описания допустимых преобразований над одним или совокупностью объектов, к которым такое описание относится. Второе отличие состоит в том, что такое описание может быть представлено не только в виде текстового описания на естественном языке, но и в виде формальных математических соотношений, компоненты которого описывают соответствующий объект. При этом описания преобразований могут носить системный характер. В этом случае, описание преобразований состоит из функциональных преобразований, которые могут соединяться с логическими описаниями преобразований, а также могут быть синтезированы с текстовыми описаниями преобразований. При этом возникает задача синтеза различных по своей природе и по используемым средствам описаний в единое комплексное описание преобразований некоторого объекта или процесса.

Функциональные информационные компоненты представляют собой систему правил преобразования текстовых элементов информационных компонент. Эти правила строятся на основе формальных описаний правил грамматики языка, который используется для формирования текстовых фрагментов на основе анализа семантики соответствующих описаний.

Интерпретационные информационные компоненты представляют собой совокупность средств, которые определяют способ вычисления значений семантических параметров текстовых элементов информационных компонент. Такие средства представляют собой не только способы вычисления значений семантических параметров, но и методы определения алгоритмов таких вычислений. Это означает, что в состав интерпретационных компонент входят, также, условия по которым производится изменение алгоритмов вычисления значений семантических параметров.

Рассмотрим более детально способы описания статических информационных компонент. Первым из таких компонент является семантический словарь. Семантический словарь S_c представляет собой список интерпретационных описаний на естественном языке потребителя объектов и процессов, которые составляют предметную область исследований. В случае информационной технологии (ИТ) системы сбора данных о радиочастотной обстановке, таких предметных областей несколько: предметная область описания технических средств радиопередающих устройств и радиосигналов (W_P); предметная область информационного потока сообщений или информационных посылок, которые исходят от радиосредств передачи сообщений к потребителю (W_I); предметная область, описывающая различные категории потребителей информации, которые могут представлять собой отдельных лиц или отдельные социальные объекты (W_S); предметная область, описывающая различные аномальные ситуации, возникающие в сети при передаче сообщений и порождаемые внешними и внутренними факторами нестабильности (W_A).

Использование четырех различных предметных областей определяет возможность решения задачи, которая состоит в описании взаимосвязей между отдельными объектами этих областей, а также процессами, которые в этих предметных областях происходят: **внешнее событие (факт) $\rightarrow$ излучение сообщений ИРИ $\rightarrow$ аномалия информационного потока в сети $\rightarrow$ потребитель сообщения (информации).**

Поскольку перечисленные предметные области отличаются между собой физической природой компонент, которые их образуют, то возникает необходимость описывать их взаимосвязь в рамках различных средств, каждое из которых характерно для отдельной предметной области. Это определяет необходимость использования таких информационных компонент, как энциклопедии S_E .

Основное отличие энциклопедии S_E от словаря S_c состоит в том, что в S_E описываются на качественном уровне взаимосвязи между элементами различных предметных областей. Такие описания могут носить характер гипотетических утверждений и, поэтому, подвержены в наибольшей мере модификациям в процессе функционирования информационной технологии. Соответствующие описания в большинстве случаев носят эвристический характер. Для исследования других отличий между S_E и S_c , рассмотрим методы формального описания этих информационных компонент. Семантический словарь состоит из однотипных элементов, каждый из которых записывается в виде:

$$x_i = \langle \alpha_{i1}, \dots, \alpha_{in} \rangle_1 | \dots | \langle \alpha_{i1}, \dots, \alpha_{in} \rangle_k, \quad (1)$$

где x_i – объект, с которым производятся функциональные преобразования в процессе функционирования информационной технологии. Эти преобразования реализуются аналитической составной частью информационной технологии; α_{ij} – слово естественного языка, которое используется для составления одной фразы интерпретационного описания; $\langle \alpha_{i1}, \dots, \alpha_{in} \rangle_m$ отдельная фраза или отдельное предложение, которое используется в интерпретационном описании. В случаях, когда интерпретационные описания не будут приводиться в явной форме, будем соотношения (1) записывать в следующем виде:

$$x_i = j(x_i), \quad \text{где } j \text{ – идентификатор интерпретационного описания.} \quad (2)$$

В этом случае словарь S_c можно представить в виде:

(3)

Для удобства обозначений, идентификаторы объектов из различных предметных областей будем обозначать соответствующим верхним индексом. Например, $W_P = \{x_1^P, \dots, x_m^P\}$, $W_I = \{x_1^I, \dots, x_n^I\}$, $W_S = \{x_1^S, \dots, x_k^S\}$ и $W_A = \{x_1^A, \dots, x_l^A\}$. Поскольку структура S_E аналогична структуре S_c , то отдельный элемент из S_E запишется в виде следующего соотношения:

(4)

$$[\langle \alpha_{i1}^P, \dots, \alpha_{im}^P \rangle_1 \dots \langle \alpha_{j1}^I, \dots, \alpha_{jn}^I \rangle_k] \dots \langle \alpha_{v1}^A, \dots, \alpha_{vn}^A \rangle_l \rightarrow f_i^*(x_i^P, x_j^I, x_v^A), \quad (5)$$

(5)

$$\left[[y_1 = f_1(x_{i_1}^P, x_{i_1}^S)] := [\langle \alpha_{i_1}^P, \dots, \alpha_{i_k}^P \rangle_1 \mid \dots \mid \langle \alpha_{i_1}^S, \dots, \alpha_{i_m}^S \rangle_k] \right]$$

(6)

$$y_i = f_i(x_1^I, \dots, x_i^P, \dots, x_m^S, \dots, x_l^A). \quad (7)$$

(7)

представляет собой описание, имеющее отношение только к f_i . Очевидно, что для реализации редукции (5) используются и остальные фрагменты из $j(y_i)$. Введем следующее определение.

Определение 5.1. Фрагмент интерпретационного описания $\langle \alpha_{i1}, \dots, \alpha_{im} \rangle$ в $j(y_i)$ называется ядром интерпретации y_i , если в $\langle \alpha_{i1}, \dots, \alpha_{im} \rangle$ не входят α_i^P , α_i^I , α_i^S или α_i^A из предметных областей W_P , W_I , W_S , W_A .

Выделение ядра интерпретации из $j(y_i)$ является неизбежной процедурой для реализации редукции типа (5). Рассмотрим более детально представление об интерпретаторах S_U . Как уже отмечалось выше, интерпретаторы описывают семантические параметры. Особенность таких описания состоит в том, что семантические параметры могут видоизменяться в процессе функционирования информационной технологии (ИТ) в среде $W = (W_I \cup W_P \cup W_S \cup W_A)$, что формально можно записать в виде:

$$F_1[P_S(x_i) \in [a_1, b_1]] \rightarrow F_2[P_S^*(x_i) \in [a_2, b_2]], \quad (8)$$

где F_i – функция фрагмента функционирования ИТ (W), $P_S(x_i)$ – семантический параметр, $[a_i, b_i]$ – диапазон значений, в котором определен параметр P_S . Мутация (видоизменение) в этом случае происходит при переходе от одного цикла работы ИТ к другому. Естественнo, что процесс мутации может и не происходить. Условия инициации процесса мутации описываются в компоненте S_U . Как видно из определения процесса мутации (8), мутация семантических параметров в рамках ИТ не совпадает с определением мутации, известном из генетических алгоритмов [1-3]. В генетических алгоритмах мутация приводит к изменениям качественных характеристик гена, поскольку там происходят изменения в структуре гена. В данном, рассматриваемом нами случае, **мутация семантического параметра состоит в изменении способа вычисления значения параметра**. В этом случае, соотношение (8) можно переписать в более конструктивной форме:

$$\{P_S(x_i) = \varphi_i[\xi_i(j(x_i)), \xi_j(j(x_i))]\} \rightarrow \{P_S^*(x_i) = \varphi_j[\xi_k(j(x_i)), \xi_r(j(x_i))]\}, \quad (9)$$

где ξ_i – параметр интерпретационного описания объекта x_i , φ_i – функция определяющая способ использования параметра ξ_i для вычисления значения семантического параметра $P_S(x_i)$, а $P_S^*(x_i)$ – мутированный семантический параметр.

Очевидно, что $P_S(x_i)$ может зависеть более чем от одного параметра интерпретационного описания ξ_i . Такое преобразование, как мутация P_S в рамках данной ИТ, может быть необходимым вследствие того, что в ИТ в пределах одного цикла реализации процесса функционирования, могут использоваться различные предметные области W_P , W_I , W_S и W_A . Поскольку семантические словари S_c для каждой предметной области разные то, соответственно, разными являются объекты и их интерпретационные описания. Это означает, что различные параметры этих описаний могут в различных областях интерпретации различным образом определять семантический параметр типа P_{Si} , который по определению должен соответствовать одному и тому же семантическому смыслу. Это обстоятельство может привести к возникновению конфликтов или противоречий в ИТ, что может обусловить нежелательную мутацию P_{Si} в ИТ.

Литература

1. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Addison – Wesley, 1989.
2. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. М.: Наука, 1971, - 320 с.
3. Девятков В.В. Системы искусственного интеллекта. Учеб. Пособие для вузов. – М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 352 с.
4. Джексон П. Введение в экспертные системы. Пер с англ.: Учебное пособие – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 624 с.