

ЗАДАЧА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ОБОРУДОВАНИЯ САМОЛЕТОВ

А.Н. Коптев, С.Ф. Тлустенко, В.В. Савотченко

1. Системность подхода в теории представлений объектов ЛА

Функционирование гибких производственных систем (ГПС) предполагает решение взаимосвязанного комплекса различных задач: автоматизированного проектирования объектов производства, синтеза технологических процессов их изготовления, автоматизированная технологическая подготовка их производства, совершенствование производственных процессов на всех стадиях изготовления, контроля и испытаний. Отсутствие единой теории представлений объектов не позволяет пока в каждом случае решать эти задачи на требуемом уровне с учетом особенностей структуры каждого этапа производства и его взаимосвязей в общей системе. Решение задачи системного подхода в представлении исследуемых объектов как систем предполагает описание процедуры введения в конкретную науку системных представлений.

На первом этапе конкретных системных представлений исследуемого объекта необходимо определить эталон системы, определяющий структуру конкретных системных представлений в явном виде. Решение такой задачи представляет нормативную часть теории общесистемных представлений в структуре производства объектов ЛА. Здесь одной из общих характеристик объекта или системы является его сеть - структурное объединение элементов, деталей и узлов.

1.1. Задачи исследований в теории представлений

Так как предметом изучения являются объекты оборудования ЛА, то целью исследования будет их анализ в рамках точного формализма, который будет использоваться в качестве концептуальной основы для анализа и синтеза объектов в каждом случае. В качестве исходных установок определяем четыре принципа:

- объекты строятся из относительно простых стандартных составляющих (элементы или компоненты), и в нашем представлении являются неделимыми, а в аналитическом плане эти элементы представляются абстрактными символами, множествами, отношениями или функциями;

- соединения между элементами (образующими) объекта строятся по определенным правилам, накладывающим ограничения на эти соединения и связи, и приводящим к типичным регулярностям объектов и представлению их комбинаторной структуры (конфигурации);

- формальным описанием объекта исследования являются результаты анализа, соответствующие некоторому множеству регулярных конфигураций в идеальных условиях;

- для получения действительных объектов в теории представлений при оперировании с реальными объектами необходимо создать механизм преобразования идеальных объектов в реальные.

Такие принципы позволяют ввести понятия конкретной и аналитической структуры объекта, где конкретной структуре соответствуют элементы, позволяющие квалифицировать каждый данный элемент как входящий или не входящий в структуру объекта, а аналитические структуры определяют те аспекты действительных элементов, которые даже теоретически невозможно представить в виде конкретно отделенных от других структурных аспектов.

1.2 Система общих понятий и определений

При рассмотрении всех потребителей информации анализ различных вариантов общей теории представлений позволяет сделать вывод о том, что понятие объекта в системном представлении может представляться в нескольких различных планах, что позволяет выделить следующие типы системных представлений:

микроскопическое представление объекта, которое основано на понимании его как множества. Такое понимание позволяет использовать аппарат теории множеств, где объект может интерпретироваться как множество наблюдаемых и измеряемых величин. Такая интерпретация предполагает, что из множества объектов выделяется конкретный объект исследования по всем его параметрам и элементарным образующим.

При микроскопическом представлении объекта базовым является понятие элемента (образующей), которое используется в предлагаемой теории как символ "неделимости". Следует отметить, что в общем виде элемент лишь относительно неделим. Элементы могут существовать только во взаимосвязанном виде: там, где есть элементы, обязательно устанавливаются реальные связи.

При микроскопическом представлении объекта существенно также понятие структуры, которое отождествляется с совокупностью связей или топологической характеристикой объекта, то есть однозначным определением расположения элементов и связей в данном объекте.

Для анализа структуры объектов и систем необходимо прежде всего выяснить и описать структуру каждой из множества всех компонент, составляющих структуру объекта или системы.

Определение 1. Элементами (образующими) будем называть производные объекты, используемые для построения конфигураций и формальных описаний объектов. Множество элементов обозначим через S , символом для отдельного элемента множества будет служить S , $S \in S$. Мно-

жество всех образующих элементов S состоит из непересекающихся классов элементов S^{α} , $S^{\alpha} \subset S$, где α - общий индекс, индекс класса элементов.

$$S = \bigcup_{\alpha} S^{\alpha}, \quad S^{\alpha} - \text{непересекающиеся классы (1)}.$$

Интерпретация этого разбиения состоит в том, что элементы, сходные качественно, будут относиться к одному классу.

Элементы - это простейшие объекты, некоторые стандартные блоки электротехнического оборудования (реле, контактор, модуль, резистор, емкость, индуктивность и т.д.). Каждый из них обладает определенными свойствами, которые могут быть двух типов: - признак и связи.

Признак, т.е. каждому элементу ставится в соответствие признак $P = P(Q)$. Одной из составляющих является индекс класса α (например ТКЕ) и другие составляющие (число 26: первая цифра - ток через контакты; вторая - число пар контактов).

Определенному элементу Q соответствует положительное целое число, которое характеризует максимальное число соединений, связывающих данный элемент с остальными в объекте. Число соединений может быть разделено на число входов и выходов.

Множество связей всякого элемента S , соответствующим образом пронумерованное, образует структуру связей элемента.

В дополнение к свойствам элементов необходим также идентификатор или имя (например, реле, признак ТКЕ-26). Как правило, некоторые элементы входят в одну и ту же конфигурацию более одного раза, тогда идентичные копии этого элемента различаются при помощи идентифицирующих меток, вводимых в признак в качестве составляющих (реле I ТКЕ-26).

При решении большинства прикладных задач мы будем иметь дело с некоторыми отображениями множества элементов S на себя, которые не будут существенно влиять на информацию, содержащуюся в элементах. Эти отображения представляют собой преобразования подобия.

Отметим, что считая элементы неделимыми объектами, будем допускать, что элементы в соответствии с различными задачами могут быть разбиты на более мелкие единицы (цепь обмотки управления, цепь контакта реле и т.п.).

Для получения формального описания элемент может быть определен двумя способами:

простейший - задание элемента в абстрактном виде, т.е. без всякого учета среды, в которой он действует. В этом случае множество элементов представляет собой список символов

$$S = \{A, B, C, D, \dots\} \quad (2)$$

где $S=A$, является высказыванием, обозначающим, что некоторое свойство применимо для описания заданной ситуации. Преобразования подобия строятся на основе операций тождества и отрицания, применяемых к любому элементу;

определение элемента на некоторой среде-носителе информации; в этом случае элемент имеет конкретную интерпретацию.

В данном случае элемент определен применительно к некоторой среде X . Опорное пространство X , как правило, это трехмерное евклидово пространство. При этом необходимо уточнить, что в опорном пространстве можно задать определенные преобразования $X \rightarrow X$, которые можно использовать для определения инвариантных свойств объектов.

Дадим также определения двух очень важных видов конкретных элементов.

Определение 2. Если элементы являются компонентами опорного пространства X , то они называются точечными элементами.

Определение 3. Если элементы являются подмножествами опорного пространства X , то они называются элементами-множествами.

В этом случае преобразования подобия очевидным образом расширяются от X к S посредством точечного применения.

Рассмотрим теперь понятия и определения, характеризующие образование конфигурации и их свойства, обусловленных связями

Определение 4. Конфигурации - структурное объединение стандартных блоков, модулей, реле и т.п. - элементов.

Конфигурации определяются составом и структурой. Две конфигурации считаются идентичными только в том случае, если их составы и их структуры совпадают.

В дальнейших рассуждениях нами будет использовано два способа выделения регулярных или допустимых конфигураций. Первый способ связан с выделением конфигураций, которые удовлетворяют набору заданных ограничений, т.е. определение регулярных или допустимых конфигураций через ограничения. Второй способ связан с некоторым правилом порождения, начиная с пустого множества и последовательным добавлением новых допустимых конфигураций.

Введем \mathcal{P} систему правил и ограничений, определяющую, какие конфигурации следует считать регулярными. Тогда множество регулярных конфигураций, получаемых с помощью множества \mathcal{P} , будем обозначать через $\mathcal{R}(\mathcal{P})$ или через $\mathcal{R}_n(\mathcal{P})$, где n - число элементов. Множество $\mathcal{R}(\mathcal{P})$ характеризует регулярность объектов.

Для характеристики сложности конфигурации мы будем использовать термин "количественная сложность" конфигурации C , принадлежащей заданному множеству регулярных конфигураций $\mathcal{R}(\mathcal{P})$, имея в виду просто число элементов, входящих в конфигурацию C . Состав конечной конфигурации C , будем определять как

$$(C) = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}, \quad (3)$$

где правая часть представляет собой некоторое множество, абсолютно неструктурированное.

Структура конфигурации представляет собой множество σ соединений, существующих между всеми или некоторыми связями элементов, входящих в ее состав (C) .

Если для конфигурации заданы
 состав (C) и структура $(C) = \sigma$ (4)

то ее регулярность определяется взаимным соответствием соединенных связей. Последние определяются отношением согласования или отношением связи ρ , зависящим от двух соответствующих связей и записываемых в $\rho \in \mathcal{P}$.

Область определения некоторого преобразования подобия распространяется на множество регулярных конфигураций посредством задания для состава

$$(C) = \{S_1, S_2, \dots, S_n\} \text{ следующих соотношений:}$$

$$\text{состав } (\mu C) = \{\mu S_1, \mu S_2, \dots, \mu S_n\} \quad (5)$$

$$\text{структура } (\mu C) = \text{структура}(C) \quad (6)$$

Распространим на конфигурации также понятия комбинаторной структуры. Рассмотрим две конфигурации $C_1, C_2 \in \mathcal{C}(\mathcal{P})$ и $V(C_1)$ и $V_2(C_2)$, образованные внешними связями конфигураций C_1 и C_2 соответственно. Пусть σ_{12} представляет собой список соединений связей, принадлежащих множеству $V(C_1)$ со связями, принадлежащими множеству $V(C_2)$, при условии, что устанавливаются только попарные соединения и, следовательно, групповые соединения отсутствуют. В таком случае объединенную конфигурацию можно представить как $C_1 \sigma_{12} C_2$, причем

$$\text{состав}(C_1 \sigma_{12} C_2) = \text{состав}(C_1) \cup \text{состав}(C_2) \quad (7)$$

$$\text{структура}(C_1 \sigma_{12} C_2) = \text{структура}(C_1) \cup \text{структура}(C_2) \cup \sigma_{12} \quad (8)$$

Отсюда следует, что $C_1, \sigma_{12}, C_2 \in \mathcal{C}(\mathcal{P})$ в том и только том случае,

если

- 1) структура $(C_1, \sigma_{12}, C_2) \in$
- (2) $\forall \sigma \in \sigma_{12}$ выполняется для все новых связей, соединенных в соответствии с σ_{12}
- (9)

Вместо списка σ_{12} можно воспользоваться тензором соединения для представления соединений, предусмотренных σ_{12} .

В составе объектов регулярные конфигурации встречаются в виде подконфигураций. Эти подконфигурации представляют блоки и модули, т.е. элементы с заданными фиксированными внутренними связями. Такие конфигурации, часто встречающиеся в объектах электротехнического оборудования, будем называть макроэлементами.

В заключение рассмотрим три вида очень важных для дальнейших рассмотрений вида конфигураций.

Простейшим типом соединений N -свободное, при котором никакие соединения не устанавливаются, так что любая конфигурация регулярна и не имеет внутренней структуры, т.е. является просто множеством. Объекты такого вида будем называть свободными конфигурациями.

Для свободных конфигураций регулярной является любая комбинация элементов, откуда следует конгруэнтность всех конфигураций и существование единственного класса конгруэнтности - собственно множества (P).

Поскольку свободные конфигурации - это просто множества, то для обозначения соединения σ естественно воспользоваться знаком \cup (объединение) с той оговоркой, что две копии элемента можно различать с помощью дополнительных меток в соответствующих контекстах.

Вторым типом соединений, важным для поставленных задач, являются соединения, порожденные подмножеством бесконтекстных грамматик, образующих правосторонние линейные грамматики, у которых все правила,

входящие в \mathcal{P} , имеют вид $x \rightarrow a$ или $x \rightarrow ay$, где $a \in V_T$ и $y \in V_N$, V_T - множество входов, V_N - множество синтаксических переменных или нетерминальных символов

Правосторонние линейные грамматики эквивалентны конечным автоматам. Поэтому в данном случае можно употреблять также понятия автоматных грамматик и соответствующих языков.

Конечный автомат задается:

множеством K состояний и множеством K_0 начальных состояний; множеством V_T входов и множеством F заключительных состояний; отображением δ из $K \times V_T$ в подмножества множества K_0 .

Третий тип соединения связан с конфигурациями \mathcal{P} , составленными из признаков. В этом случае \mathcal{P} имеет следующий вид. Допускается включение в конфигурацию только $n = kp$ элементов, где k - натуральное число, и в качестве соединений используются все возможные соединения, устанавливаемые в каждой из k подконфигураций, состоящей из p элементов. Все соединения - реверсивные. Следовательно, конфигурация $C_1 \in C_2$ всегда принадлежит \mathcal{P} , если в него входят C_1 и C_2 .

Следующим важным этапом в представлении объектов ЭТО является этап их иерархического представления, которое основано на понятии "подсистемы" или "единицы", которое следует отличать от понятие "элемент". Единица обладает функциональной спецификой целого. Таким образом, объект может быть представлен в виде совокупности единиц, составляющих системную иерархию.

Системная иерархия замыкается снизу предельной единицей, которая все еще сохраняет основные черты системности, но не может быть разложена на единицы, а только - на элементы. Уровень анализа характеризует глубину системной иерархии от объекта как целого до элементов и выражает предел делимости данного объекта на подсистемы. Важным понятием в рамках иерархического представления объекта является понятие

компоненты. Компонента представляет собой единицу, реализованную определенной структурой.

Более глубокое исследование системных представлений предполагает использование определенных формальных средств, которые будут охватывать порядок перехода от частного эталона объекта к обобщенному и наоборот в зависимости от конкретной задачи. Таким образом, задача данной работы может быть сформулирована как задача синтеза системных представлений обобщенного объекта электротехнического оборудования и разработка определенного способа "движения" по нему, т.е. это разработка преобразований обобщенного объекта для различных нужд интегрированного автоматизированного производства, которые позволяют перейти к частному объекту в конкретной задаче