

УДК 00

Использование морфологических ящиков большой мощности при решении конструкторских задач

10, сентябрь 2012

Каменек В.В

*Научный руководитель: доцент, Соловьев В.А.
МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра ИУ4, Москва, Россия*

МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru

Введение

В ходе конструкторской, изобретательской или вообще каким-либо образом связанной с техническим творчеством деятельности часто возникает задача создать некоторое новое решение, основываясь на базе уже готовых вариантов. В инженерной практике обычно отсутствуют способы, позволяющие по условиям технического задания сразу же выбрать оптимальную структуру устройства. Поэтому процесс разработки носит итеративный характер. Обычно разработчик определяет, к какому классу устройств будет принадлежать проектируемое устройство, а затем пытается сузить этот класс, опробовать несколько технических решений, принадлежащих данному классу, и выбрать, то, которое является наиболее оптимальным.

Использование морфологического анализа при решении конструкторских задач

Для решения задач, связанных с анализом возможных вариантов решения с учетом богатой базы технических данных нашел широкое распространение метод морфологического анализа. Морфологический анализ основан на подборе возможных решений для отдельных частей задачи, морфологических признаков, характеризующих устройство, и последующем систематизированном получении их сочетаний. Сначала определяется пространство поиска, которое обязательно должно включать в себя искомое решение, а затем это пространство сужается с помощью поиска этого решения. Пространство поиска называется морфологическим множеством, а процесс определения этого пространства – морфологическим анализом. Поиск решения называется морфологическим синтезом.

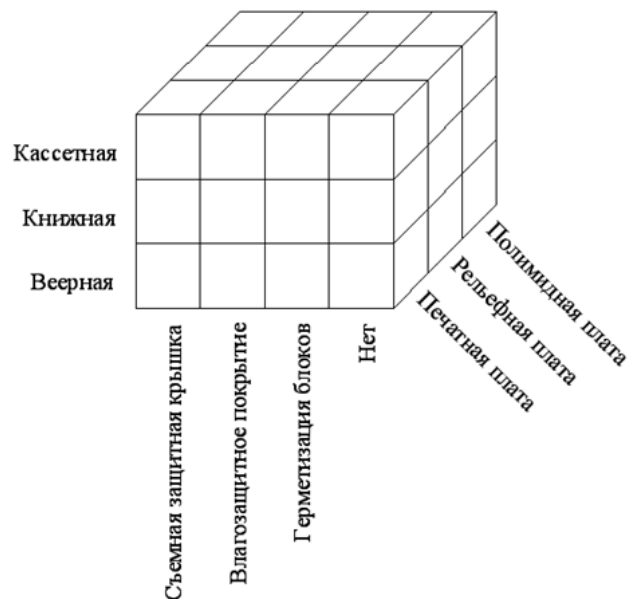


Рис. 1 - Пример морфологического ящика для блока аппаратуры

В результате морфологического анализа определяется морфологическое множество или множество альтернатив (альтернативных решений). Такое множество должно содержать все структурные решения устройств рассматриваемого класса, как реально существующие, так и потенциально возможные, патентоспособные структуры.

В общем случае, алгоритм морфологического анализа выглядит следующим образом:

1. Выясняется цель задачи — поиск вариантов функциональных схем, либо принципов действия, либо структурных схем, либо конструктивных разновидностей разрабатываемой системы.
2. Выделяют узловые точки (оси, отдельные части задачи), которые характеризуют разрабатываемую систему с позиции ранее сформулированной цели. Это могут быть частные функции подсистем, принципы их работы, их форма, расположение, характеристики и свойства (состояние вещества и энергии, вид совершаемого движения, физические, химические, биологические, психологические, потребительские свойства и т. д.).
3. Для каждой узловой точки предлагаются варианты решений: либо исходя из личного опыта (зависит от эрудиции), либо беря их из справочников и банков (баз) данных (то есть на каждую ось нанизываются возможные решения, по аналогии со счетами).
4. Проводят полный перебор всех вариантов решений (каждый раз берут по одному варианту для каждой оси) с проверкой комбинаций на соответствие условиям задачи, на несовместимость отдельных вариантов в предлагаемой их общей группе, на реализуемость и иные условия.

Как можно заметить из данного алгоритма, он в значительной степени формален — происходит комбинация возможных значений признаков, после чего составляется множество возможных вариантов решения. Тем не менее, выполнение алгоритма существенно зависит от субъективных факторов, определяемых набором знаний человека, оперирующего средством морфологического анализа, его технической интуицией, тривиальным везением. Кроме того, человеческий мозг серьезно ограничен в способности анализировать большое количество объектов и вариантов одновременно, поэтому работа с морфологическим ящиком, то есть набором входных данных, большой мощности, будет настолько затруднена, что риск пропустить оптимальное решение станет серьезен и осязаем.

Существующие программные решения для работы с морфологическими ящиками представляют собой специальное программное обеспечение, устанавливаемое на компьютер инженера-конструктора, и которому на вход подается некий набор данных – наполнение морфологического ящика. После этого программа, тем или иным образом, дает возможность просмотреть содержимое ящика или в древовидной форме, или путем морфологического синтеза, то есть последовательного выбора значения каждого признака из содержащихся в морфологическом ящике вариантов. У подобного подхода есть несколько слабостей. Во-первых, как уже было упомянуто, простое, примитивное оперирование содержимым морфологических ящиков большой мощности неудобно для самого разработчика. Во-вторых, набор вариантов, на основе которых строится решение, жестко ограничена той базой данных, которую загрузил в программу инженер. Осуществлять обновление и дополнение базы коллективным, распределенным, трудом разработчик будет крайне проблематично и затруднительно.

В качестве решения этих проблем удобным вариантом видится перенос всего механизма морфологического анализа и синтеза, вместе с базой знаний, в некое централизованное хранилище, предоставляющее интерфейс доступа и работы для инженеров. В качестве подобного решения может выступать сетевой ресурс, предоставляющий доступ через браузер к интерфейсу работы с данными морфологического ящика, которые, в свою очередь, хранятся в выделенной базе данных. Централизация поможет решить проблему аккумуляции данных, поступающих из различных технических источников.

Для решения проблемы анализа морфологических ящиков большой мощности разумным видится использование алгоритмов, сочетающих методы экспертных систем, обучаемых при помощи поступления новых данных, с методами нечеткой логики. В процессе пополнения данными морфологического множества можно указывать как численные, так и более неформальные оценки вводимых решений с точек зрения различных функций оптимизации. Все эти введенные данные будут учитываться, и разработчику будет предоставляться выбор не из всего множества возможных значений какого-либо параметра, а только из тех, что не противоречат уже выбранным решениям и оценены как оптимальные по определенным параметрам, с учетом опыта уже реализованных устройств.

Заключение

Разрабатываемая система одновременно является как средством накопления, централизации, упорядочивания технических знаний, полезных разработчику аппаратуры, так и мощным интеллектуальным инструментом морфологического анализа. Выбранная архитектура реализации делает ее гибкой в расширении и нетребовательной к клиентскому аппаратному и программному обеспечению.

Литература

1. Г. С. Альтшуллер. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — 3-е изд., дополненное. — Петрозаводск: Скандинавия, 2003. — с.240.
2. Круглов В. В. Дли М. И. Голунов Р. Ю. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети. М.: Физматлит, 2001. 221с.
3. Кормен Т. М.и др. Часть VI. Алгоритмы для работы с графами // Алгоритмы: построение и анализ = INTRODUCTION TO ALGORITHMS — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — С. 1296. — ISBN 0-07-013151-1.
4. [Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных](#) = Introduction to Database Systems — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2005. — 1328 с. — [ISBN 5-8459-0788-8](#) (рус.) 0-321-19784-4 (англ.).