

Синтез инженерных систем на основе требований

Д.Е. Новичков¹, С.П. Грачев¹, Е. Пантелей¹, О.В. Малеев², Д.А. Спирин³

¹Самарский государственный технический университет, Молодогвардейская, 244, Самара, Россия, 443100

²Группа компаний «Генезис Знаний», Большой бульвар, 42, стр. 1, оф. 1680, Инновационный центр Сколково, 244, Москва, Россия, 121205

³Научно-производственная компания «Разумные решения», Московское шоссе, 17, офис 1201, Самара, Россия, 443013

Аннотация

В работе рассмотрен синтез инженерных систем на основе требований, использующий в процессе построения решения мультиагентный подход и онтологические базы знаний. В качестве примера инженерной системы рассмотрена задача построения генерального плана нефтегазового месторождения, приведено описание основных реализованных программных сервисов.

Ключевые слова

Синтез инженерных систем, базы знаний, мультиагентные технологии, онтологии

1. Введение

Построение инженерных систем - сложный процесс, требующий большого количества экспертных знаний, часто - слабоформализованных и противоречащих друг другу. В работе предлагается реализация синтеза сложных инженерных систем на основе требований, причем требования могут формироваться в процессе построения системы. В качестве примера синтеза инженерной системы рассматривается построение генерального плана нефтегазового месторождения. Такое месторождение состоит из большого числа взаимосвязанных инженерных объектов, основная задача — разместить их в пространстве и соединить линиями коммуникаций наиболее эффективно, при этом учитывая большое число критериев, которые могут противоречить друг другу. В качестве примера критериев выступают стоимость генерального плана, отдельные составляющие стоимости, общая площадь задействованного участка, характеристики коммуникаций, эффективность технологического решения и пр.

2. Постановка задачи

Разработать метод описания требований, учитывающий как исходные данные (Техническое задание), так и требования нормативно-технической документации, при этом обеспечить возможность приоритизации отдельных нормативно-правовых актов и даже отдельных требований. Синтезируемые варианты должны быть оптимизированы по набору критериев, при этом значимость критериев (их удельные веса) могут быть изменены пользователем.

3. Предлагаемое решение

Предлагаемый подход к решению основан на использовании онтологических баз знаний и мультиагентных технологий. Требования, предъявляемые к синтезируемому решению, описываются в базе знаний, а мультиагентный подход позволяет строить решения как «устойчивые неравновесия» для контролируемого поиска баланса интересов, адаптируемого по событиям [1]. В качестве событий выступает построение новых связей между агентами и появление в системе новых требований. База знаний на основе онтологий используется для построения формализованной модели знаний предметной области в виде семантической сети

классов понятий и отношений, и задания логических правил формирования планов для агентов.

Примером такого логического правила может служить требование по взаимному расположению объектов различных типов: в зависимости от атрибутов объекта могут появляться требования по минимальному и максимальному расстоянию.

У каждой значимой сущности мира генерального планирования нефтегазовых месторождений появляется специфический автономный программный объект — агент, способный взаимодействовать с другими агентами, а правила планирования описываются в базе знаний, к которой у агентов есть доступ. Все экземпляры сущностей находятся в специально выделенной области — сцене мира генерального плана, которая отражает текущее состояние объектов внешнего мира и реализует для агентов функции доступа к данным.

При синтезе инженерной системы формируется первоначальный набор требований, изложенный в техническом задании. На основании этого набора формируется перечень объектов системы. Каждому объекту соответствует программный объект - агент, способный взаимодействовать с другими агентами путем отправки сообщений. После этого на основании информации из базы знаний происходит формирование агентов требований.

Для системы реализовано 5 видов классов агентов: инженерного объекта, участка дороги, участка линии коммуникации, требования, сцены. Все агенты коммуницируют между собой и вырабатывают согласованное решение методом взаимных уступок.

4. Реализация системы

Система реализована в виде набора веб-сервисов, описание которых приведено в Таблице 1.

Таблица 1

Описание веб-сервисов программной системы

Наименование сервиса	Функциональное назначение	Взаимодействие с другими сервисами
Сервис пользовательского интерфейса	Формирует набор исходных данных, визуализирует построенное решение	Запрос в мультиагентный сервис построения решения на построение плана, после визуализирует инженерную систему
Мультиагентный сервис построения решения	Формирует решение на основе исходных данных и требований, указанных в базе знаний	Запрашивает данные (требования нормативных документов) из базы знаний
Сервис базы знаний	Реализует функции по работе с базой знаний	

5. Заключение

Приведен подход к синтезу инженерных систем на основе требований. Предлагаемый подход основан на мультиагентных технологиях к формированию планов, при этом требования поступают из двух источников: технического задания и онтологической базы знаний. Описанный подход апробирован на задаче построения генеральных планов нефтегазовых месторождений и показал свою применимость для создания сложных технических систем.

6. Литература

- [1] Rzevski, G. Managing complexity / G. Rzevski, P. Skobelev. – WIT Press, London-Boston, 2014. – 216 p.
- [2] Grachev, S. Adaptive Clustering through Multi-Agent Technology: Development and Perspectives / S. Grachev, P. Skobelev, I. Mayorov, E. Simonova // Mathematics. – 2020. – Vol. 8(10). – P. 1664. DOI: <https://doi.org/10.3390/math8101664>.