

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ HLA-ТЕХНОЛОГИИ

А. В. Карканица

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Гродно, Беларусь

e-mail: karkanica@gmail.com

Рассматривается класс задач оперативного принятия решений на основе распределенных экспертных знаний. Исследуется возможность автоматизации построения предметной области для рассматриваемого класса задач. Предлагается модель и метод построения динамической сцены на основе технологии распределенного моделирования High Level Architecture (HLA). Предлагается возможный механизм программной реализации сцены средствами HLA Development Kit Framework.

Ключевые слова: задача принятия решений; динамическая предметная область; распределенные экспертные знания; High Level Architecture.

DEVELOPMENT OF DECISION SUPPORT SYSTEMS BASED ON HLA-TECHNOLOGY

A. V. Karkanits

Yanka Kupala State University of Grodno

Grodno, Belarus

The paper describes the class of operational decision-making problems on base of distributed expert knowledge. The possibility of automation of subject domain construction for the considered class of tasks is researched. The model and a method of creation of a dynamic scene on the basis of High Level Architecture (HLA) technology are offered. The possible mechanism of program implementation of a scene is offered by means of HLA Development Kit Framework.

Keywords: decision making; dynamic subject domain; distributed expert knowledge; High Level Architecture.

ВВЕДЕНИЕ

Современные задачи принятия решений (ЗПР) характеризуются высокой сложностью. Эффективность принятия решений зависит от полноты, точности и актуальности предметной области (ПрО). Интенсивные темпы развития технологий приводят к тому, что среда принятия решений становится динамической: количество источников и объем знаний постоянно растут. Также быстро знания устаревают и теряют свою актуальность. Для оперативного принятия решений требуется привлечение внешних

экспертных знаний. Как следствие, меняются свойства ЗПР и соответствующие свойства ПрО.

В этих условиях актуальной становится проблема принятия решений в динамической среде на основе распределенных экспертных знаний. Принятие решений невозможно без применения вычислительной техники, коммуникаций и соответствующих программных комплексов, для чего разрабатываются системы поддержки принятия решений (СППР). СППР автоматизирует процессы получения и обработки данных, построения ПрО, формирования лучшего решения и визуализации результата. В данной работе рассмотрен подход к автоматизации процесса построения ПрО ЗПР на основе технологии распределенного моделирования High Level Architecture (HLA, стандарт IEEE 1516) [1].

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Для рассматриваемого класса ЗПР на основе распределенных экспертных знаний характерно: 1) переменное число решаемых подзадач; 2) переменное число экспертов; 3) неопределенная предметная область; 4) преобладание задач, требующих оперативного решения и актуальных «внешних» экспертных знаний.

В процессе решения задачи возникает динамика, выражающаяся в возможном изменении состава и структуры ПрО. Использование статических моделей ПрО становится неприемлемым, так как не гарантирует актуальность и полноту экспертных знаний. Возникает задача построения динамической ПрО и разработки соответствующей сцены решения, включающей всех участников. Сформулируем постановку задачи.

Пусть имеется некоторая сложно структурированная задача $Task$, включающая постановку общей задачи S и ее n атомарных подзадач: $Task = (S, S_1, S_2, \dots, S_n)$, $n \rightarrow \infty$. В рамках каждой S_i известны постановки задачи, спецификация требований, цель, ограничения на время решения и материальные затраты. В сцене решения участвуют центр и k территориально распределенных экспертов E_i : $Scene = (S, Center, E_1, E_2, \dots, E_k)$, $k \leq n$.

Центр выполняет предварительную декомпозицию исходной задачи на подзадачи S_i и распределяет их между экспертами (источниками знаний). В процессе решения задачи любой эксперт может принять решение о ее дальнейшей декомпозиции на подзадачи в виду отсутствия актуальных знаний или с целью уменьшения сложности текущей задачи. Для решения всех подзадач S_i необходимы знания Z_i , в сумме составляющие ПрО.

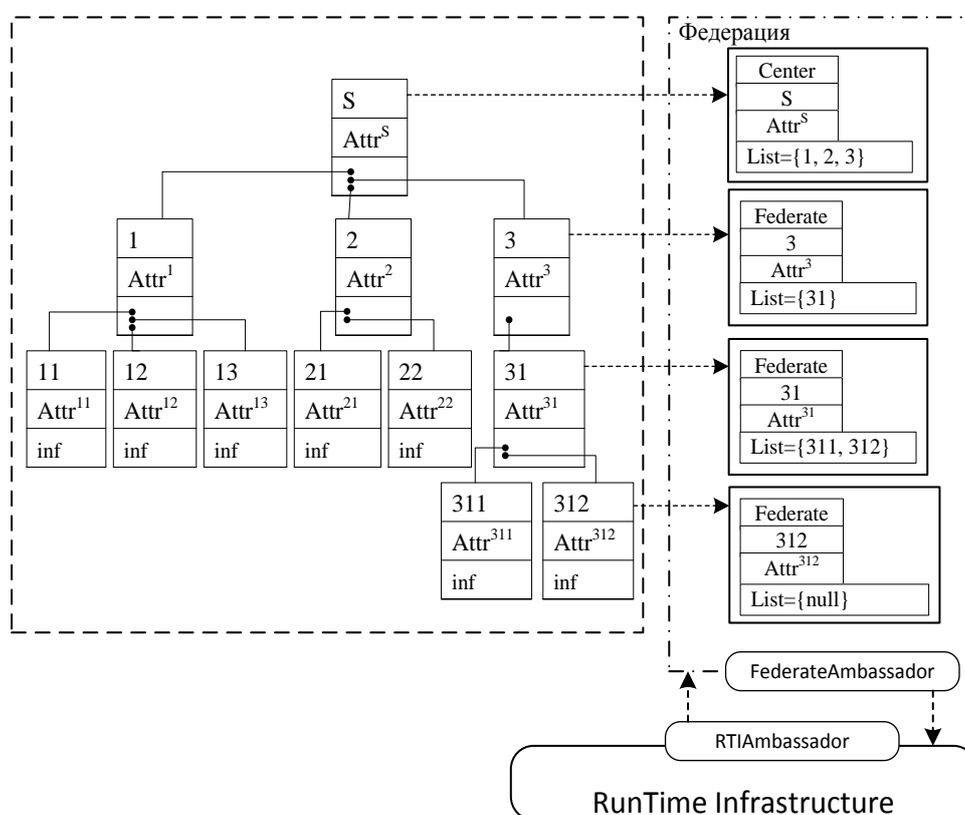
Для автоматизации построения ПрО и проектирования соответствующей СППР требуется построить модель ПрО и сформировать динамическую сцену решения ЗПР, обеспечивающую коммуникации между участниками.

В работе [2] была предложена динамическая графовая модель предметной области задачи S , представленная в виде атрибутированного дерева. Модель построена в соответствии с принципом иерархической декомпозиции целевой задачи. Каждой вершине дерева $V = \langle id, Attr_{id} \rangle$ присвоен уникальный идентификатор и набор атрибутов. Ставится задача провести интеграцию модели ПрО в сцену решения задачи, которая обеспечит обмен данными между распределенными участниками посредством коммуникаций (локальных, глобальных) и динамическое изменение состава участников сцены. Предлагается метод реализации такой сцены на основе архитектурных принципов стандарта распределенного моделирования High Level Architecture.

ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СЦЕНЫ

Выбор HLA-технологии обусловлен свойствами описанной выше задачи, которые хорошо соотносятся с центральной концепцией HLA о представлении моделируемой системы в виде федерации. Федерация рассматривается, как совокупность всех участников моделирования (в том числе географически удаленных), сотрудничающих в интересах решения некоторой конкретной задачи.

Согласно спецификациям стандарта HLA участники модели называются федератами и вне зависимости от их типа (программа, человек, аппаратное устройство) вместе образуют федерацию. Каждый федерат подключается к инфраструктуре RTI (Run-Time Infrastructure), которая является своего рода операционной системой и обеспечивает взаимодействие федератов. Существенно здесь то, что создание модели с использованием сервисов стандарта HLA допускает возможность динамически изменяющегося состава участников моделирования. Это свойство позволяет нам взять за основу стандарты HLA для проектирования и программной реализации сцены построения ПрО ЗПР. Используя идеологию HLA, модель ПрО и сцену решения ЗПР представим в терминах HLA-архитектуры (рисунок).



Динамическая сцена решения ЗПР в форме федерации

Федерация формируется из всех участников сцены (центр и эксперты), каждый из которых представлен отдельным независимым федератом. Свойство динамичности сцены, т. е. возможность изменения количественного и качественного состава ее участников, обеспечивается RTI-службами Join Federation Execution (присоединение федерата к исполнению федерации) и Resign Federation Execution (прекращение участия федерата в федерации). Таким образом, реализация сцены решения задачи в архитек-

туре HLA фактически предоставляет механизм управления динамическим процессом построения ПрО.

В то же время в стандарте HLA отсутствует какая-либо спецификация, описывающая схему иерархического подчинения федератов. Предлагается, не нарушая общей парадигмы HLA-архитектуры, модифицировать модель федерата путем введения дополнительного атрибута владения. В ситуации, когда эксперт E_i выполняет дальнейшую декомпозицию подзадачи S_i , то значение атрибута владения федерата E_i представляется списком уникальных идентификаторов его подзадач: i_1, i_2, \dots, i_n . Такие же индексы присваиваются соответствующему атрибуту вновь созданных федератов.

Таким образом, модификация модели федерата гарантирует корректную интеграцию фрагментов знаний распределенных экспертов в соответствии с древовидной моделью ПрО. Конечная цель федерации – формирование ПрО из фрагментов знаний удаленных экспертов (федератов). Процесс формирования ПрО динамический, федерация берет на себя роль управления этим процессом.

РЕАЛИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СЦЕНЫ В ВИДЕ HLA-ФЕДЕРАЦИИ

Следующая проблема, с которой приходится столкнуться при проектировании СППР на основе HLA-технологии, это тот факт, что разработка и программная реализация HLA-федерата являются достаточно сложными и ресурсоемкими задачами. Это объясняется не только сложностью семейства стандартов IEEE 1516-2010, но и отсутствием надлежащей документации и готовых к использованию примеров [3].

Для программной реализации сцены построения динамической ПрО ЗПР предлагается использовать свободно распространяемую программную платформу HLA Development Kit Framework (DKF). DKF предоставляет высокоуровневую функциональность для создания федератов и управления взаимодействиями с RTI [3]. С использованием средств DKF процесс создания федерата и присоединения к федерации состоит из нескольких основных шагов.

1. Создать модель федерата, в нашем случае это класс ExpertFederate. Для этого всего лишь требуется расширить функциональность абстрактного класса AbstractFederate, предоставляемого DKF.

```
public class ExpertFederate extends SEEAAbstractFederate {...}
```

2. Реализовать три метода в соответствии с жизненным циклом федерата: метод configureAndStart(); метод doAction(), который определяет поведение федерата; Update()-метод, который обрабатывает RTI-оповещения о тех событиях, на которые подписан федерат.

3. Реализовать класс ExpertFederateAmbassador, как наследник абстрактного класса AbstractFederateAmbassador. Для этого обычно требуется только реализовать конструктор производного класса, который вызывает конструктор базового класса.

```
public class ExpertFederateAmbassador extends SEEAAbstractFederateAmbassador {  
    public ExpertFederateAmbassador() { super(); }  
}
```

4. Реализовать Main класс для создания и старта конкретного экземпляра федерата.

```
public class Main {  
    private static final File confFile = new File("conf.json");  
    public static void main(String[] args) {  
        Expert expert = new Expert("ExpertName", "ExpertAddr");  
        ExpertFederateAmbassador ambassador = new ExpertFederateAmbassador();
```

```
ExpertFederate federate = new ExpertFederate(ambassador, expert);  
federate.configureAndStart(confFile); }
```

Использование описанной методологии и программной платформы DKF позволяет значительно упростить процесс проектирования и программной реализации динамической сцены построения ПрО ЗПР. Устраняется необходимость привлечения большой группы опытных инженеров, обладающих знаниями и опытом в области проектирования, моделирования и программной реализации распределенных систем. DKF предоставляет полностью совместимый с семейством стандартов HLA архитектурный каркас и библиотеку классов, которые можно расширить в соответствии с требованиями конкретной задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, рассмотрен класс ЗПР на основе распределенных экспертных знаний. Показано, что для проектирования соответствующей СППР требуется реализовать динамическую сцену построения ПрО ЗПР. В качестве теоретической основы для построения сцены предложено использовать принципы стандарта распределенного моделирования High Level Architecture. Описан процесс построения динамической сцены в виде HLA-федерации, представленной семейством федератов-экспертов. Программную реализацию федератов предлагается существенно упростить за счет использования программной платформы HLA Development Kit Framework. Описана методика использования DKF для создания федерата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA): 1516-2010 (Framework and Rules); 1516.1-2010 (Federate Interface Specification); 1516.2-2010 (Object Model Template (OMT) Specification) [Electronic resource]. URL: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/1516-2010>.
2. Краснопрошин В. В., Карканица А. В. Технология построения динамических предметных областей на основе графовых моделей // Штучний інтелект. 2011. № 3. С. 355–362.
3. Falcone A. Easing the Development of HLA Federates: The HLA Development Kit and Its Exploitation in the SEE Project // Proceedings of the 19th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT), Chengdu, China, 2015. P. 50–57.