



МЕТОДЫ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТА АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ G-СЕТЕЙ ПЕТРИ

В статье рассматриваются вопросы применения агентно-ориентированных G-сетей Петри для моделирования бизнес-процессов производственного предприятия.

Агентно-ориентированные G-сети Петри, модель бизнес-процессов.

Существуют различные инструменты исследования систем, один из них – это сети Петри. Теория сетей Петри делает возможным моделирование системы математическим представлением ее в виде сети. Анализ сетей Петри помогает получить важную информацию о структуре и динамическом поведении моделируемой системы и выработки предложений по ее усовершенствованию и изменению. G-сети – это объектно-ориентированное расширение сетей Петри [1]. Система G-сети составлена из некоторого количества G-сетей, каждая из которых представляет автономный модуль или объект, доступ к которым определен через хорошо определенный механизм.

Для моделирования агентно-ориентированной структуры необходимо применить некоторое расширение G-сетей, которое позволит описать класс агента [2].

При создании агента (в виде модели), во-первых, генерируется идентификатор агента и инициализируется ментальное состояние, во-вторых, вводятся три специальных модуля, чтобы сделать агента автономным и внутренне мотивированным, а именно модуль цели, модуль базы знаний и модуль планирования. Абстрактная схема агентно-ориентированной G-сети показана на рисунке 1. Модуль цели описывает поставленные перед агентом цели, модуль базы знаний описывает окружающую среду и внутреннее состояние, которое агент данного класса может иметь, а модуль планирования составляет план достижения целей из модуля цели. Например, в модуле планирования агент может решать, игнорировать ли входящее сообщение, начинать новую беседу или продолжать беседу, которая была начата другим агентом или им самими.

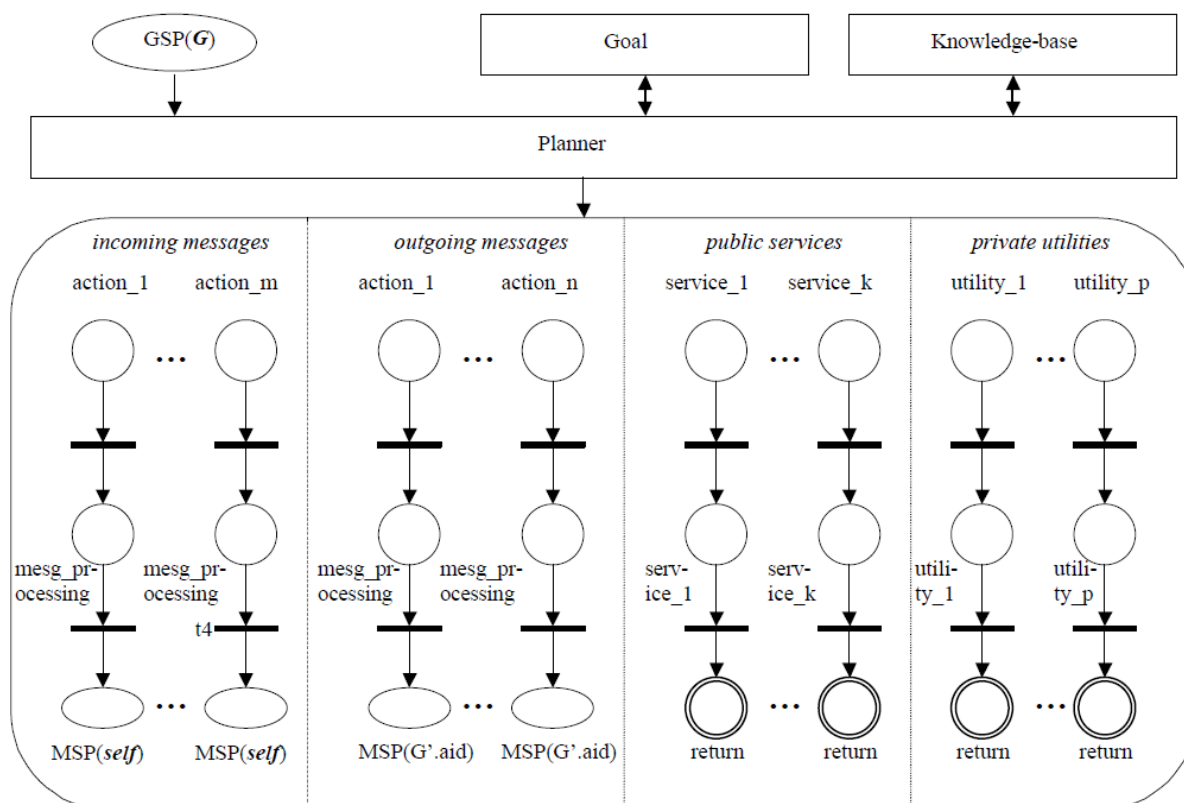


Рис. 1. Абстрактная схема агентно-ориентированной G-сети

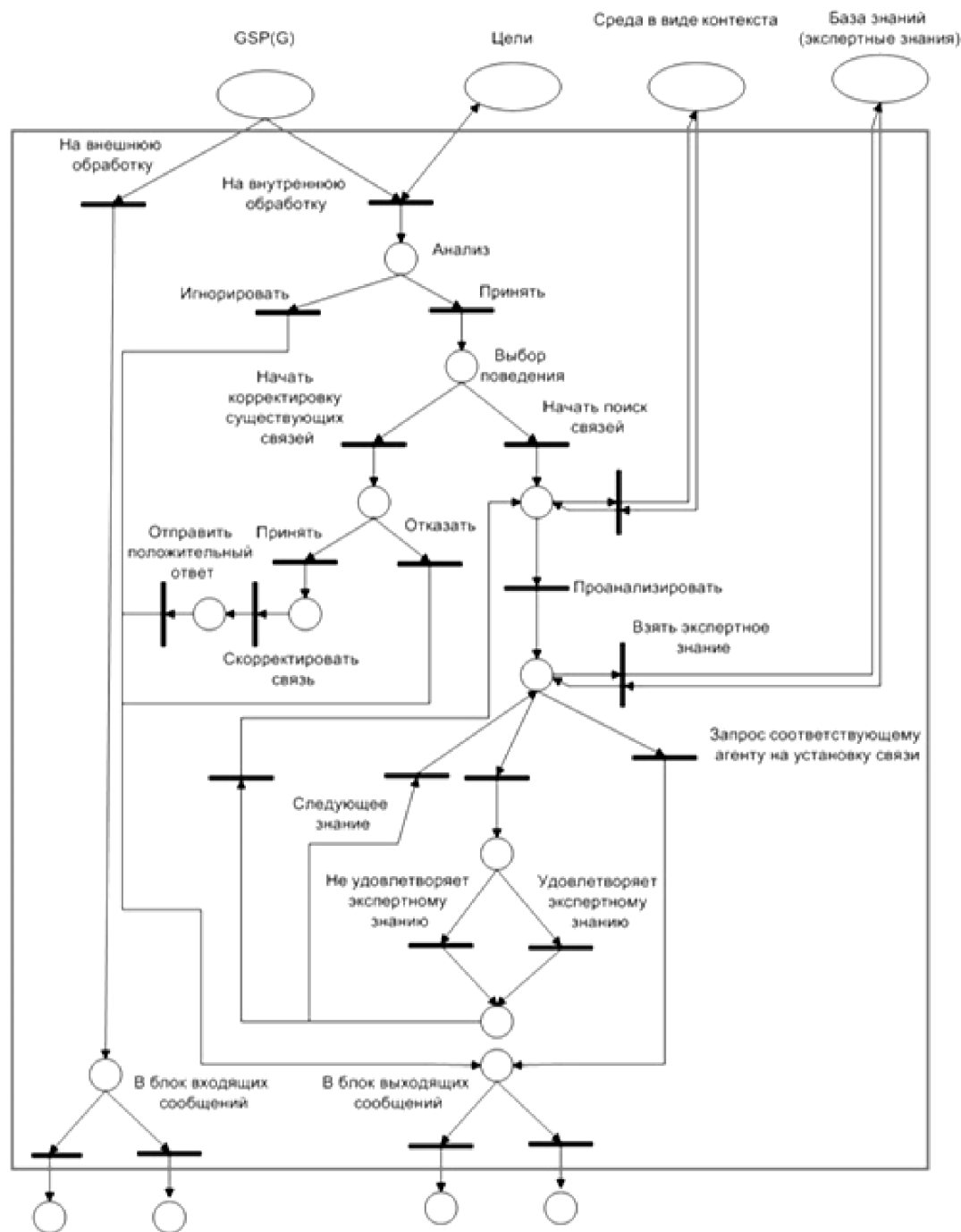


Рис. 2. Модуль планирования агентно-ориентированной системы

Внутренняя структура агентно-ориентированной G-сети состоит из 4-х секций: входящие сообщения, выходящие сообщения, публичные сервисы, приватные утилиты. В секциях входящий/выходящих сообщений определены *единицы обработки информации* (MPU – *message processing units*), которые используются для обработки сообщений от других агентов и могут использовать ISP в качестве вызовов методов, определенных в секции приватных утилит. Секция публичных сервисов дает агенту возможность работы в качестве сервера. Другие агенты могут использовать механизм вызова функций ISP для синхронного выполнения этих сервисов. Секция приватных утилит подобна секции публичных сервисов, с отличием в том, что приватные утилиты могут быть вызваны только самим агентом.

Хотя и агенты, и объекты используют посылку сообщений для связи друг с другом, имеются некоторые отличия между ними. Отправка сообщений для объектов – это формирование уникального вызова метода, в то время как агенты отличают различные типы сообщений, модели этих сообщений и используют сложные протоколы для переговоров. К тому же большинство агентов связываются посылкой асинхронных сообщений. Асинхронная передача является более фундаментальной, чем синхронная. Для поддержки посылки асинхронных сообщений вводится новый механизм – место переключения отправки сообщений (MSP). Когда маркер достигает MSP (на рисунке он представлен эллипсом), маркер удаляется из места вызова и вносится в GSP место вызванного агента. В отличие от ISP механизма, вызывающий

агент не ждет, пока маркер вернется, прежде чем он продолжит выполнять следующий шаг. Также данное расширение G-сети позволяет использовать ключевое слово *self* для ссылки агента на самого себя.

Как и любое расширение, агентно-ориентированное расширение G-сетей поддается декомпозиции в обычные сети Петри. Таким образом, любую агентно-ориентированную систему можно представить в виде модели, тем самым на раннем этапе оценить плюсы и минусы, тупиковые ситуации, эффективность системы и т.д.

Используя данную модель можно смоделировать систему анализа бизнес-процессов на основе агентов, где каждый агент связан с отдельным бизнес-процессом. Таким образом, агенты, общаясь, могут правильно найти зависимости между друг другом и составить граф зависимостей бизнес-процессов между собой. По составленной модели можно проанализировать эффективность системы, промоделировать ее работу и сделать вывод о том, стоит ли ее реализовывать. Также возможен анализ работы отдельных компонентов (отдельных агентов) системы, который укажет на изъяны и поможет исправить их.

Рассмотрим модуль планирования данной системы, показанный на рисунке 2.

Модули цели и базы знаний представлены как два специальных места, каждый из которых содержит токен, который представляет набор целей или набор убеждений. Модуль планирования управляется целями, т.к. переход может сработать, только когда делается попытка достижения переданной цели. Действия в модуле планирования начинаются, когда на вход подается сообщение (от других агентов или от самого себя, используя слово *self*). Если сообщение пришло от другого агента, оно отправляется в модуль входящих сообщений, где после обработки возвращается и идет по переходу «На внутреннюю обработку». Далее относительно целей решается вопрос об игнорировании или принятии данного сообщения. В случае игнорирования оно уходит в блок выходящих сообщений, иначе продолжает обработку. В данном примере для агента имеется только два поведения: начать поиск новых связей, скорректировать старые. Первый вариант нужен для установки начальных связей, которые впоследствии будут корректироваться, а также для поиска новых в случае разрыва. Второй вариант служит для корректировки существующих связей, которые были ранее установлены.

Если пришло сообщение о начале поиска новых связей, то токен идет по ветке «Начать новый поиск». В этом случае модуль планирования берет данные из среды (контекста предложения) и пытается к ней

применить экспертные знания для определения уровня связанности.

В данном примере не указаны публичные сервисы и приватные утилиты. Однако при более подробной модели они имеют место.

Также следует отметить, что токен имеет несколько иную структуру в зависимости от того, по какой ветке он идет. Т.е. токен представляет собой кортеж из двух элементов: признака и тела. Признак – это вариант токена (например, для приватных утилит, для публичных сервисов, для внутренней обработки, для внешней обработки), а тело – конкретная реализация. Более конкретно токен можно определить следующим образом:

```
if (mTkn.tag ∈ (internal, external))
then mTkn.body = struct {
    int sender; // message sender identifier
    int receiver; // message receiver identifier
    string protocol_type; // protocol type
    string message_name; // message name
    string content; // message content
}
```

```
else mTkn.body = (seq, sc, msg);
```

Таким образом, применяя существующие G-сети, а также расширяя их для своих нужд, можно смоделировать практически любую агентно-ориентированную систему.

1. Применение сетей Петри и их расширений позволяет устранить нехватку формальной спецификации и инструментов проектирования агентно-ориентированных и объектно-ориентированных систем.

2. Позволит проектировать крупномасштабные и коммерческие приложения, увеличив гарантии того, что разработанные системы будут надежными и пригодными для выполнения поставленной цели.

Литература

1. Perkusich, A. G-nets: A Petri Net Based Approach for Logical and Timing Analysis of Complex Software Systems, / A. Perkusich and J. de Figueiredo // Journal of Systems and Software. – 1997. – № 39(1). – P. 39–59.

2. Haiping, X. An Agent-Based Petri Net Model with Application to Seller/Buyer Design in Electronic Commerce / Haiping Xu and Sol M. Shatz // In Proceedings of the IEEE 5th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS 2001) (Dallas, 26–28 March 2001). – Texas, USA, 2001. – P. 11–18.

A.N. Sorokin

METHODS OF MANUFACTURING ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS ANALYSIS ON THE BASIS OF AGENT-ORIENTED PETRI G-NETS

This article presents the approach to modelling and analysis of distributed enterprise information systems. The methods of analysis based on Petri nets are discussed. The proposed methodology for modelling and analysing distributed agents-oriented systems make it possible to evaluate important characteristics of the system's functioning.

Agent-oriented Petri G-nets, distributed enterprise information systems.