

# Представление информации для обеспечения коммуникационных процессов многокомпонентного объекта

Д.В. Миняйло, В.В. Баранюк, О.С. Крылова

**Аннотация** – В статье рассмотрен информационный аспект архитектурного описания взаимодействия агентов в составе многокомпонентного объекта.

При рассмотрении информационного взаимодействия агентов необходимо установить способы представления, получения, обработки и передачи информации. Одним из вопросов, рассматриваемых при разработке информационной составляющей архитектурного описания многокомпонентного объекта, является определение подхода к представлению передаваемой информации. Одним из подходов является представление информации с использованием знаковых систем.

Для этого необходимо разработать знаковую систему, представляющую собой совокупность однотипных знаков с формализованными правилами представления, восприятия и использования ее элементов.

В статье рассмотрены концепции формализации знаков и символов. Для исследования знаковых отношений использован «треугольник Фреге».

Для обеспечения взаимодействия агентам необходима четкая интерпретация семиотического содержания, в частности, знаковых систем. Приведена типология знаков, на основании которой сформулированы предложения об использовании в многокомпонентном объекте соответствующих типов знаков.

Существует ряд детерминированных знаков, символов, понятий, которые можно предусмотреть в базе знаний многокомпонентного объекта. Описан подход использования матрицы взаимодействия.

Необходимо предусмотреть, как новая, не заложенная в систему информация, будет передаваться агентами. При обнаружении незнакомого ранее знака предлагается сопоставлять означаемый знак и обозначаемый объект на основе полученных свойств и характеристик. Для определения сходства объектов в статье рассмотрен алгоритм k-ближайших соседей.

Для оперативного и рационального использования ресурсов многокомпонентного объекта необходимо передавать только важную, значимую в контексте решения задачи информацию.

**Ключевые слова** – многокомпонентный динамический объект; информационный аспект архитектурного описания; семиотическая сеть, треугольник Фреге; матрица взаимодействия; метод k-ближайших соседей.

## ВВЕДЕНИЕ

Для полноценного исследования группового поведения многокомпонентного динамического объекта целесообразно разработать многоаспектное архитектурное описание, включающее структурную, функциональную и информационную составляющие.

Информационная составляющая архитектурного описания включает большое количество схем, таблиц и моделей, содержащих сведения и характеристики передаваемой и хранимой информации, характеристики информационных потоков, условия и особенности представления, передачи, получения, хранения и обработки информации.

Одним из вопросов, рассматриваемых при разработке информационной составляющей архитектурного описания многокомпонентного объекта, является определение подхода к представлению передаваемой информации. Одним из подходов является представление информации с использованием знаковых систем.

Для исследования группового поведения многокомпонентного динамического объекта разработано многоаспектное архитектурное описание, включающее структурную, функциональную и информационную составляющие.

Структурные и функциональные составляющие архитектурного описания представлены в статье авторов «Структурные и функциональные аспекты архитектурного описания управления многокомпонентным динамическим объектом».

Информационная составляющая архитектурного описания группового поведения многокомпонентного динамического объекта играет важную роль при рассмотрении вопросов управления такими объектами [1 – 4].

Для оперативного и рационального использования ресурсов многокомпонентного объекта необходимо передавать только важную, значимую в контексте решения задачи информацию, в удобном для однозначного восприятия виде.

Статья получена 11.10.2019 г.

Исследование выполнено федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский технологический университет» (МИРЭА) за счет гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-29-04326).

Д.В. Миняйло - МИРЭА (e-mail: dariaminyailo@gmail.com).

К.т.н., с.н.с., В.В. Баранюк - МИРЭА (e-mail: valentina\_bar@mail.ru).

О.С. Крылова - МИРЭА (e-mail: mail.olga.smirnova@yandex.ru).

Одной из возможностей представления и передачи информации как между центром управления и объектами (агентами), а также между агентами многокомпонентного (многоагентного) динамического объекта является использование установленной системы знаков.

Для этого необходимо разработать знаковую систему, представляющую собой совокупность однотипных знаков с формализованными правилами представления, восприятия и использования ее элементов. Такая система может стать основой для обеспечения коммуникативных процессов в многокомпонентных объектах.

Теория построения систем на основе знаковых моделей имеет открытые вопросы, при этом применение знаковых моделей в системах управления обеспечивает естественное решение проблемы связывания объекта и его представления и создает основу для коммуникации в многоагентных системах.

Информационное взаимодействие объектов рассматривается в рамках семантической среды, поэтому необходимо установить способы получения, обработки и передачи информации с использованием знаков. Для этого рассмотрим концепции формализации знаков и символов.

#### ТРЕУГОЛЬНИК ФРЕГЕ

В семиотике, лингвистике и теории коммуникации для исследования знаковых отношений принято пользоваться так называемым «треугольником Фреге». Логика треугольника Фреге (рисунок 1) – во взаимной непрерываемой связи трех основных компонентов, именуемых: значение; смысл; знак. Эти три компонента являются вершинами фигуры, а линии, их соединяющие, выражают взаимное влияние одного на другое. Треугольник Фреге, семиотика которого неразрывно связана с его основными элементами, является универсальной формулой постоянных закономерностей, применимой для любой области.

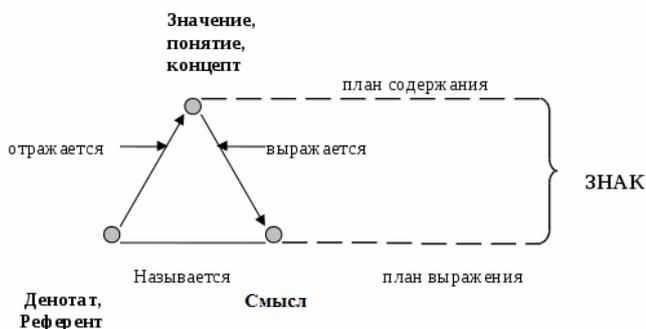


Рисунок 1 – Треугольник Фреге

Согласно Фреге, смыслом какой-либо полученной информации является «высказанное» в ней суждение, а денотатов у информации может быть только два – «истина» и «ложь», то есть соответствие или несоответствие высказанного в предложении суждения реальному положению вещей.

Денотат – предмет, как объект обозначения с помощью знаков.

Значение – это определенная область, соотносимая с наименованием предмета рассмотрения. Непосредственно сам рассматриваемый компонент – это знак или же имя.

Смысл – это какой-либо конкретный, определенный, отдельно взятый аспект в рассматриваемой области, непосредственно связанный с предметом анализа.

Как правило, взаимосвязь между вершинами треугольника сводится к следующему: отношение знака к рассматриваемой области, влияние этого же символа на понятие о нем. То есть в основе всех взаимосвязей лежит знак или имя. Эта вершина треугольника является отправной точкой для всех остальных положений, заключений и логических цепочек.

Особенность такого подхода в том, что один и тот же символ может интерпретироваться по-разному, исходя из опыта, коллективной памяти, качества обработки получаемой информации. Для агентов многокомпонентного динамического объекта жизненно необходимо корректно воспринимать (интерпретировать) получаемую и передаваемую информацию. Для этого нужно создать четкие правила, описывающие связь между предметом (денотатом), его наименованием (имя) и смыслом, который в него заложен (понятие). Все вместе будет интерпретироваться как знак, получая который, агент будет обрабатывать и передавать информацию. Получая стандартизованную информацию, агент сможет составить более полную и определенную информационную картину.

#### ТИПОЛОГИЯ ЗНАКОВ

Для выстраивания эффективного коммуникативного взаимодействия в многокомпонентном динамическом объекте агентам необходимо понимание семиотического содержания, в частности знаковых систем, а также умение сопоставлять необходимые знаки соответствующим целям. Типология знаков имеет особую значимость для управления и обеспечения взаимодействия между агентами в многокомпонентных объектах.

Существует множество различных классификаций знаков, многие из которых опираются на классическую типологию знаков Чарльза Пирса. В ней выделяются три типа знаков: иконические, знаки-индексы и символические знаки.

Иконические знаки – знаки-образы, которые имеют естественное сходство с обозначаемым объектом. Именно на факте подобия между знаком и объектом (означающим и означаемым) основывается подход иконических знаков.

Индексальные знаки или знаки-индексы означают функциональную связь между обозначением и объектом. Такие знаки указывают непосредственно на объект, например, дым является знаком огня.

Символические знаки выражают условную договоренность.

Наиболее понятным в применении знаком является иконический. Сам по себе он не представляет информационной ценности, однако может ее приобретать, исходя из прошлого опыта субъекта. Иконический символ представляет собой «знак-модель», поскольку модель не формирует новую информацию об объекте, а лишь воспроизводит его, с целью его познания.

Знак-индекс имеет более сложное построение. Такой знак обладает способностью передачи информации и обогащения когнитивного потенциала субъекта коммуникации. Этот знак применим непосредственно для восприятия со стороны субъекта коммуникации. В этом случае важен не сам символ, а событие (процесс), который он обозначает.

Примером, иллюстрирующим свойства данного типа знаков, является практически любой прибор для определения показателей системы, например, показатель наличия заряда/топлива. Значение этого прибора есть индекс характера возможности функционирования аппарата. Если значение достигает критической отметки, близкой к нулю, то важна не сама по себе эта цифра, а то, что она обозначает опасный уровень для функционирования системы.

Наиболее сложным семиотическим знаком является знак-символ. Этот знак способен выполнять все функции знаков, включая наиболее важную для организации коммуникативного взаимодействия – прагматическую. Символические знаки способны образовывать суждение, передавать информацию, оценочное отношение, детерминировать действие субъекта коммуникации.

Из этого многообразия знаков для многокомпонентного динамического объекта наиболее подходящими для использования являются знаки-индексы, хотя иконические знаки тоже могут применяться.

#### ПОСТРОЕНИЕ МАТРИЦЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Существует ряд детерминируемых знаков, символов, понятий, которые можно предусмотреть в базе знаний системы. Однако чаще система сталкивается с поступающей информацией, которая либо частично, либо совершенно не коррелирует с имеющимися данными. В таком случае необходимо предусмотреть, как та или иная новая, не заложенная в систему информация будет передаваться (восприниматься) агентами.

Наиболее применяемым методом является матрица взаимодействия. Предметом анализа являются возможные взаимосвязи и взаимоотношения между несколькими объектами [5 – 7].

Процесс построения матрицы взаимодействия состоит из следующих основных этапов:

- определение понятия «элемент» и «взаимосвязь» в решаемой задаче;
- составление матрицы, в которой каждый элемент может быть сопоставлен с любым другим;

– на основе объективных данных (исследование, опрос, экспертная оценка) определение, имеется ли взаимосвязь между каждой парой элементов.

В получаемом от агента многокомпонентного динамического объекта изображении окружающей его среды можно выделить такие элементы, как:

- ландшафт;
- живые существа (люди, животные);
- здания;
- средства передвижения и т.д.

В качестве связей могут выступать: ассоциативная связь, свойство-носитель свойства, часть-целое, процесс-объект, функциональное сходство, процесс-субъект.

Для того, чтобы выделить ассоциативные связи можно воспользоваться методом k-ближайших соседей и методом контрольных списков [7].

#### МЕТОД К-БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ

Решая новую задачу, агенту целесообразно применять свой накопленный опыт, основываясь на коллективной памяти многокомпонентного объекта и своей базе знаний по аналогичным ситуациям.

При обнаружении незнакомого ранее знака необходимо сопоставить означаемый знак и обозначаемый объект на основе полученных свойств и характеристик. В частности, для распознавания жилого дома, агенту необходимо проанализировать и сопоставить условные знаки искомого объекта с имеющимися набором знаков, означающих жилое здание.

Исходя из вышеописанного, сходство объектов лежит в основе алгоритма k-ближайших соседей (k-nearest neighbor algorithm, KNN).

С помощью данного алгоритма можно выделить объект, наиболее схожий с k-известным объектом среди неизвестных объектов. Важной задачей данного алгоритма является подбор коэффициента k – количество записей (количество ближайших соседей), которые будут считаться похожими.

Правило k-ближайших соседей можно сформулировать следующим образом: «Если больше половины свойств одного объекта идентичны свойствам второго объекта, тогда эти объекты можно рассматривать как близлежащие». Из данного правила можно сделать вывод, что чем больше одинаковых свойств имеют два элемента, тем ближе они расположены друг относительно друга.

На основе матрицы взаимодействия формируется сеть понятий N, которая демонстрирует агенту окружения различных рангов для конкретного выделенного понятия, где: N1, N2, N3, N4 – понятия первого ранга, N1.1, N1.2 – понятия второго ранга и т.д. (рисунок 2). Рассматриваемое основное понятие окружают понятия первого ранга (имеющие наибольший коэффициент k). Далее следует окружение второго ранга и т. д.

В дальнейшем, при проявлении дополнительных свойств знак может быть сопоставлен с уже имеющимися понятиями семантической сети и при наличии совпадающих признаков добавлен в сеть [7].

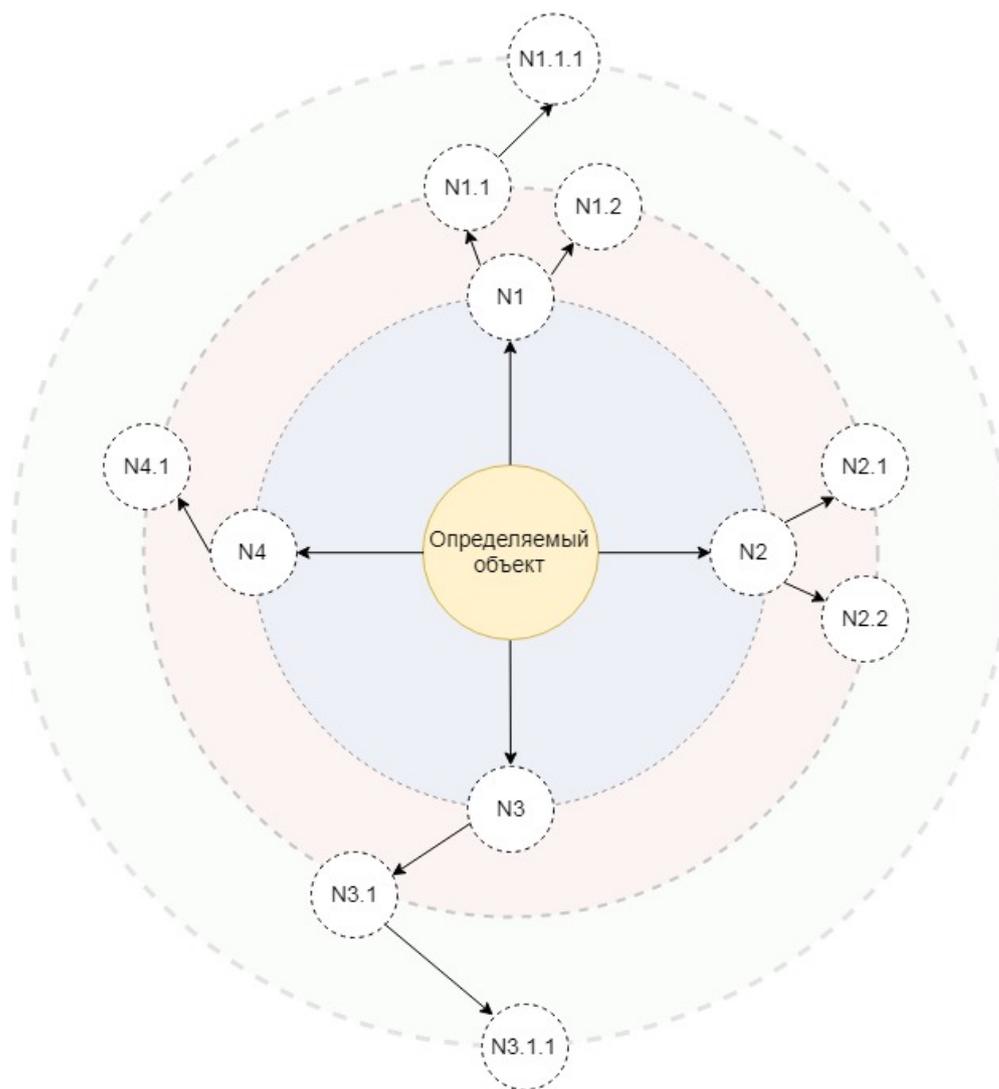


Рисунок 2 – Схема семантической сети понятия

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из вопросов, рассматриваемых при разработке информационной составляющей архитектурного описания многокомпонентного объекта, является определение подхода к представлению передаваемой информации.

Для оперативного и рационального использования ресурсов многокомпонентного объекта предлагается передавать только важную, значимую в контексте решения задачи информацию, в удобном для однозначного восприятия виде.

Одним из подходов к представлению информации является использованием знаковых систем. При этом для обеспечения взаимодействия агентам необходима четкая интерпретация семиотического содержания. Она может быть достигнута использованием для представления и обеспечения взаимодействия в многокомпонентном объекте соответствующих типов знаков.

Знаковая система, представляющая собой совокупность однотипных знаков с формализованными правилами представления, восприятия и использования ее элементов может стать основой для обеспечения коммуникативных процессов в многокомпонентных динамических объектах.

## БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Alexander Sigov, Valentin Nechaev, Valentina Baranyuk, Olga Smirnova. Approaches to group control and information-driven interaction in heterogeneous robot squads. Selected Papers of the First International Scientific Conference Convergent Cognitive Information Technologies (Convergent 2016), Moscow, Russia, November 25-26, 2016. P.146 – 151.

[2] Баранюк В.В., Миняйло Д.В., Смирнова О.С. Планирование действий смешанных робототехнических группировок в условиях «балансирования на грани», International Journal of Open Information Technologies, Том 4, No 12, 2016, с. 16 – 20.

[3] Baranyuk V.V., Minyaylo D.V., Smirnova O.S. Modelling heterogenous robot squads in unstable situations. Selected Papers of the XII International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education (SITITO 2017), Moscow, Russia, November 24 – 26, 2017. 8p.

[4] Сигов А.С., Нечаев В.В., Баранюк В.В., Смирнова О.С. Использование интеллектуального решателя в задачах управления смешанными робототехническими группировками. Материалы 10-й Всероссийской мультikonференции по проблемам управления (МКПУ-2017) в 3-х томах. 3 с. С. Дивноморское, сентябрь 2017 г.

[5] Brooks R. Intelligence Without Representation // Artificial Intelligence. – 1991. – Vol.47. – P.139 – 159.

[6] Cetnarovicz E., Nawarecki E., Cetnarowicz K. Agent-Oriented Technology of Decentralized Systems Based on the M-agent Architecture// Preprints of IFAC/IFIP Conference on Management and Control of Production and Logistics (MCPL'97, Campinas, SP, Brazil, August 31-September 3 1997). Vol.2. – P.486 – 491.

[7] Сигов Александр Сергеевич, Нечаев Валентин Викторович, Трофименко Всеволод Михайлович Модельное представление механизмов формирования проблемно-ориентированных семантических полей // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. №2 (10). URL:

# Presentation of information to ensure the communication processes of a multi-component object

D.V. Minyaylo, V.V. Baranjuk, O.S. Krylova

**Abstract** – The article dealt with the information aspect for defining interaction architectural between agents in a multi-component object.

It appropriate to note establish ways of presenting, receiving, processing and transferring information in considering the information interaction of agents. One of the issues addressed in developing the information component for defining interaction architectural of a multi-component object is the approach to the representation of the transmitted information. One of the approaches is the representation of information using symbolic systems.

For this purpose a sign system, which is a set of similar signs with formalized rules of representation, perception and use of its elements need to be developed.

The article considers the concepts of signs and symbols formalization. The "Frege Triangle" is used to study symbolic relations.

In order to provide interaction agents need a clear interpretation of semiotic content, in particular, symbolic systems. Based on presented typology of signs proposals for using the corresponding types of signs in a multi-component object are provided.

There are a number of determinable signs, symbols and concepts that can be foreseen in the knowledge base of a multi-component object. The approach of using the interaction matrix is described.

It is necessary to foresee how new information not included into the system will be passed by agents. When a previously unfamiliar sign is discovered, it is suggested that the sign and the object be compared on the basis of the obtained properties and characteristics. To determine the similarity of objects in the article the algorithm of k-near neighbors is considered.

For operative and rational use of the resources of a multi-component object it should to transfer only important information significant in the context of the solving problem.

**Keywords** – multi-component dynamic object; information aspect of architectural description; semiotic network, Freguet triangle; interaction matrix; method of k-closest neighbors.

## REFERENCES

[1] Alexander Sigov, Valentin Nechaev, Valentina Baranyuk, Olga Smirnova. Approaches to group control and information-driven interaction in heterogeneous robot squads. Selected Papers of the First International Scientific Conference Convergent Cognitive Information Technologies (Convergent 2016), Moscow, Russia, November 25-26, 2016. P.146 – 151.

[2] Baranjuk V.V., Minyaylo D.V., Smirnova O.S. Planirovanie dejstvij smeshannyh robototekhnicheskikh gruppirovok v usloviyah «balansirovaniya na grani», International Journal of Open Information Technologies, Tom 4, No 12, 2016, s. 16 – 20.

[3] Baranyuk V.V., Minyaylo D.V., Smirnova O.S. Modelling heterogenous robot squads in unstable situations. Selected Papers of the XII International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education (SITITO 2017), Moscow, Russia, November 24 – 26, 2017. 8p.

[4] Sigov A.S., Nechaev V.V., Baranjuk V.V., Smirnova O.S. Ispol'zovanie intellektual'nogo reshatelya v zadachah upravleniya smeshannyimi robototekhnicheskimi gruppirovkami. Materialy 10-j Vserossijskoj mul'tikonferencii po problemam upravleniya (MKPU-2017) v 3-h tomah. 3 s. S. Divnomorskoe, sentjabr' 2017 g.

[5] Brooks R. Intelligence Without Representation // Artificial Intelligence. – 1991. – Vol.47. – P.139 – 159.

[6] Cetnarovicz E., Nawarecki E., Cetnarowicz K. Agent-Oriented Technology of Decentralized Systems Based on the M-agent Architecture// Preprints of IFAC/IFIP Conference on Management and Control of Production and Logistics (MCPL'97, Campinas, SP, Brazil, August 31-September 3 1997). Vol.2. – P.486 – 491.

[7] Sigov Aleksandr Sergeevich, Nechaev Valentin Viktorovich, Trofimenko Vsevolod Mihajlovich Model'noe predstavlenie mehanizmov formirovaniya problemno-orientirovannyh semanticheskijh polej // Obrazovatel'nye resursy i tehnologii. 2015. #2 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelnoe-predstavlenie-mehanizmov-formirovaniya-problemno-orientirovannyh-semanticheskijh-poley> (data obrashhenija: 12.08.2019).