



Петрозаводский государственный университет
Кафедра информатики и математического обеспечения



Марченков Сергей Александрович

Разработка сервис-ориентированной информационной системы в виде интеллектуального пространства с приложением к задаче совместной деятельности людей

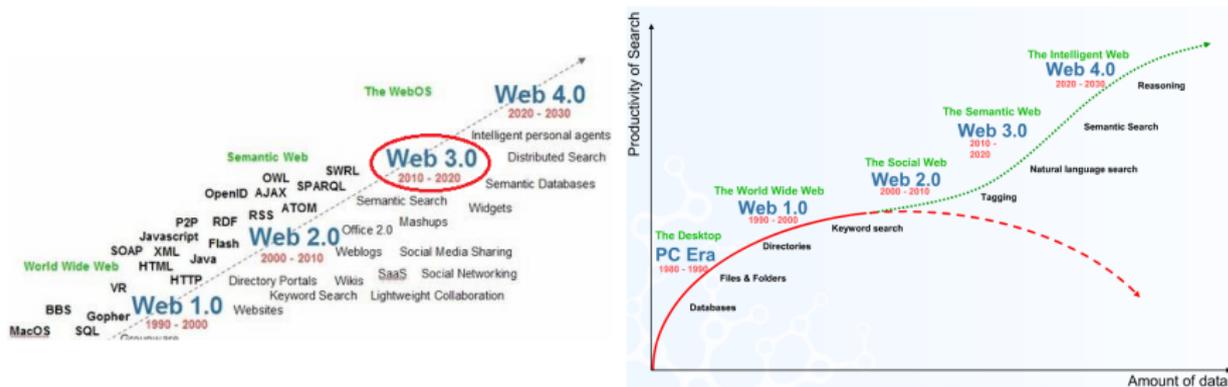
При финансовой поддержке отделения гуманитарных и общественных наук РФФИ, проект # 16-01-12033.
Исследование поддержано Минобрнауки России, инициативный проект # 2.5124.2017/8.9 в рамках базовой части государственного задания на 2017-2019 гг.

Научный семинар

«Проблемы современных информационно-вычислительных систем»
5 декабря 2017, МГУ имени М.В. Ломоносова

Web 3.0

- Высококачественный контент и сервисы (Джейсон Калаканис);
- Соотнесение с Semantic Web;
- RDF, OWL, SWRL, WSDL, SPARQL;
- Веб-сервисы → семантические сервисы:
 - ▶ однозначно описанная семантика;
 - ▶ доступ через Интернет;
 - ▶ автоматизированный поиск;
 - ▶ композиция и выполнение с учетом семантики.



Интеллектуальные пространства

Интеллектуальное пространство (ИП) — вычислительная среда, которая обеспечивает множество участников сервисами.

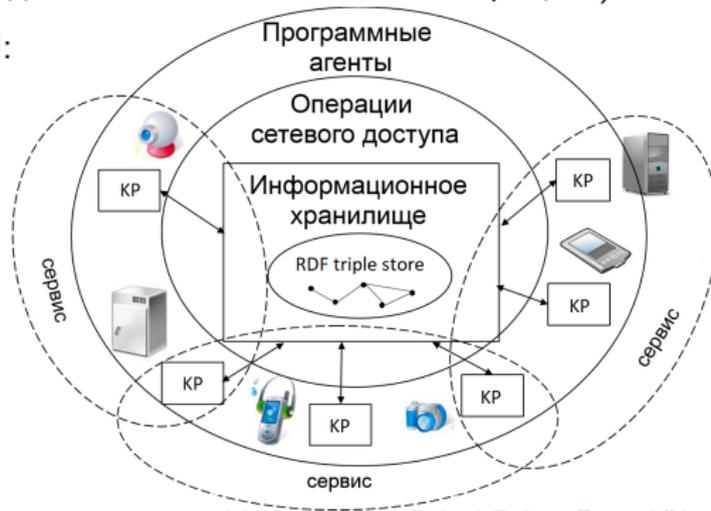
Технологии **Интернета Вещей** и **Семантического Веба**.

Участники ИП: **программные агенты** – knowledge processors (КР).

Построение сервиса ИП: **взаимодействие** агентов КР (событийно- и информационно-управляемый распределенный вычислительный процесс).

Особенности исследуемого класса ИП:

- косвенное взаимодействие агентов КР;
- семантическое представление содержимого;
- примитивы доступа;
- https://sourceforge.net/projects/smart-m3/files/CuteSIB_0.5/



Примеры систем, решающих задачу совместной деятельности людей

- Система проведения мероприятий совместной деятельности: проведении мероприятий вида «конференция» и «совещание», сенсоры, управление оборудованием зала (мультимедиа-устройства, освещение, кондиционер, проектор).
 - ▶ Conference service – управление секциями мероприятия;
 - ▶ Agenda service – визуализация программы мероприятия;
 - ▶ Presentation service – управление презентацией докладчика.
- Система коллективного семантического аннотирования, связывания информации и персонализированного доступа к корпусу источников по истории повседневности (умный музей): совместная деятельность посетителей и персонала музея, управление оборудованием зала (мультимедиа-устройства, освещение, RFID-метки, проектор).
 - ▶ Visit service – управление программой посещения (персонализация);
 - ▶ Exhibition service – визуализация информации об экспонатах;
 - ▶ Enrichment service – обогащение семантической сети сотрудниками и посетителями.

Проблема

Существующие проблемы разработки сервис-ориентированных информационных систем в виде интеллектуального пространства:

- Отсутствие **унифицированного** понятия сервиса ИП;
- Сервисы ИП не являются **семантическими**;
- Отсутствие **систематизированной** совокупности действий необходимой для построения сервиса;
- Отсутствие **способов автоматизации и самоорганизации** построения сервиса ИП.

Цель

Исследование и развитие метода интеллектуальных пространств для разработки сервис-ориентированных информационных систем с приложением к задаче совместной деятельности людей.

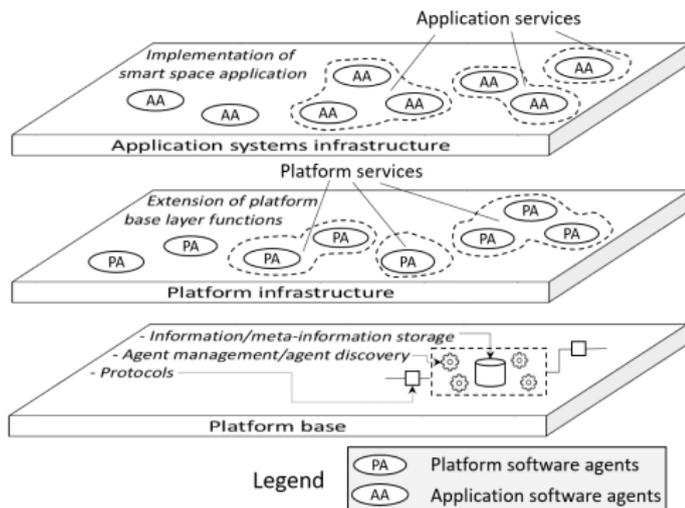
Задачи

- 1 архитектурная модель программной инфраструктуры ИП;
- 2 концептуальная модель сервиса ИП;
- 3 онтологическая модель сервиса ИП;
- 4 способы автоматизации и самоорганизации построения сервиса ИП.

Уровни программной инфраструктуры ИП

Уровень платформы, уровень инфраструктуры платформы, уровень инфраструктуры прикладной системы.

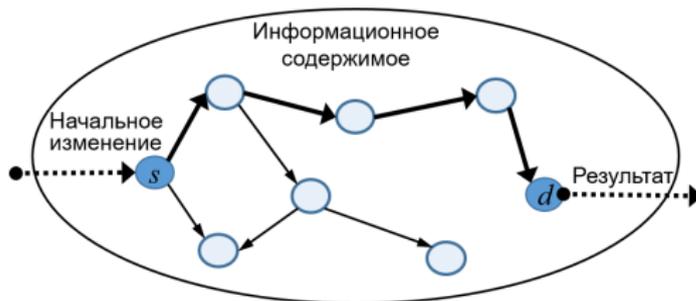
- Функциональные требования:
машино-вычислимая логика,
логические вывод,
обнаружение знаний,
объединение данных;
- Нефункциональные требования: расширяемость,
надежность, доступность,
портативность и
адаптивность,
- Прикладная система →
многоагентная
сервис-ориентированная
система;



Понятие сервиса ИП

Сервис ИП – представляет собой прикладную функцию сервис-ориентированной системы, выполняемую между потребителем и поставщиком сервиса с целью предоставления возможности для взаимодействия с объектами физического и информационного миров, предоставляя нужные фрагменты информации для решения возникших задач и/или оказывая управляющие воздействия на такие объекты.

На концептуальном уровне сервис можно формализовать как пошаговый процесс изменений объектов в информационном содержимом.



На агентном уровне рассматривается функционирование агентов в контексте построения и доставки сервисов.

Классификация сервисов ИП

- 1** В зависимости от вида потребителя сервиса:
 - ▶ прикладной сервис;
 - ▶ инфраструктурный сервис.
- 2** В зависимости от выполняемого воздействия:
 - ▶ информационный сервис;
 - ▶ управляющий сервис.
- 3** В зависимости от основополагающей сущности:
 - ▶ сервис физической сущности;
 - ▶ сервис информационной сущности;
 - ▶ сервис информационного содержимого;
 - ▶ сервис платформы.
- 4** В зависимости от способа интеграции:
 - ▶ неделимый, простой сервис;
 - ▶ комбинированный сервис.

Функциональные роли агентов КР (1/2)

Роль	Описание	Задача
Клиент (Client)	Представляет пользователя, человека.	Обеспечивает ИП информацией о пользователе и доставляет сервисы пользователю.
Адаптер (Adapter)	Представляет внешнюю сущность, подключаемую к ИП.	Обеспечивает ИП информацией от внешней сущности и наоборот, реализуя информационную виртуализацию этой сущности в ИП.
Агрегатор (Aggregator, Reasoner)	Выполняет анализ накопленного информационного содержимого.	Извлекает знания из имеющейся информации, включая публикацию результатов в ИП.
Контроллер (Controller)	Выполняет динамическое обновление семантических связей в ИП.	Обеспечивает отражение в ИП текущего состояния окружения и контекста.
Фильтр (Filter)	Выполняет отбор и, при необходимости, преобразование информации из внешних источников для публикации в ИП.	Обеспечивает ИП содержимым на основе отбора информации из одного или более источников.
Искатель (Finder)	Выполняет поиск информации в ИП или во внешних источниках информации в зависимости от контекста запроса.	Обеспечивает агентов КР информацией в зависимости от их поискового запроса.

Функциональные роли агентов КР (2/2)

Роль	Описание	Задача
Монитор (Monitor)	Отслеживает заданные изменения в ИП и ведет соответствующую историю.	Извлекает информацию о проходящих в ИП процессах во времени.
Оригинатор, создатель (Originator, Producer)	Представляет абстрактную сущность проблемной области сервиса, формируя содержимое ИП.	Выполняет наполнение ИП необходимой информацией для функционирования сервиса, а также отправляет управляющие воздействия другим агентам.
Координатор (Coordinator)	Позволяет распределить выполнение задачи между набором других агентов.	Отправляет агентам управляющие воздействия посредством операций публикации и подписки в ИП, позволяет инициировать работу других агентов.
Интегратор (Integrator)	Позволяет сформировать общий результат на основе результатов решения задач другими агентами КР.	Выполняет анализ содержимого ИП, а затем композицию и интеграцию частных результатов, в зависимости от его цели.
Интерпретатор (Interpreter)	Представляет посредника между агентом КР и другой программной сущностью не имеющей возможности для взаимодействия с ИП.	Обеспечивает ИП информацией от программной сущности и наоборот, выполняя интерпретацию передаваемой информации, делая ее понятной той или другой стороне.

Роли агентов для моделей взаимодействия разных классов сервисов

Классы сервисов	Участвующие роли агентов КР
Неделимый, физическая сущность, информационный сервис	Сущ. физ. мира – Adapter – Aggregator – Monitor
Неделимый, физическая сущность, управляющий сервис	Сущ. физ. мира – Adapter – Coordinator
Неделимый, информационная сущность, информационный сервис	Сущ. инф. мира – Filter – Controller Сущность инф. мира – Finder – Controller
Неделимый, информационная сущность, управляющий сервис	Сущ. инф. мира – Interpreter – Coordinator
Комбинированный сервис	Coordinator – Service1 - Service2 – Integrator

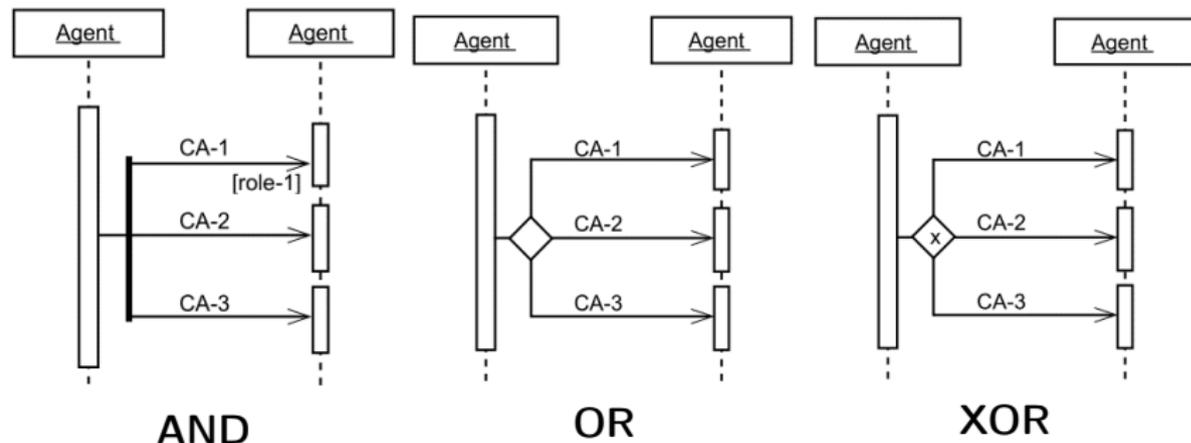
Шаблоны взаимодействия агентов КР

Шаблон	Описание
P-C	Производитель-Потребитель. Агент P публикует объект в информационное содержимое. Агент C находит этот объект и реагирует.
Pipe	Набор агентов KP_0, KP_1, \dots, KP_n формируют аналог цепи потребления (линейная) с источником KP_0 и получателем KP_n . Шаблон P-C является частным случаем при $n = 1$.
Tree	Иерархическое ветвление, когда агент КР вносит изменения, вызывающие реакцию нескольких агентов КР. Реализуется синхронизация «один-к-многим» с эпидемическим распространением изменений в информационном содержимом.
Flow	Обобщение шаблона Tree. Допускаются циклические цепочки при взаимодействии агентов.

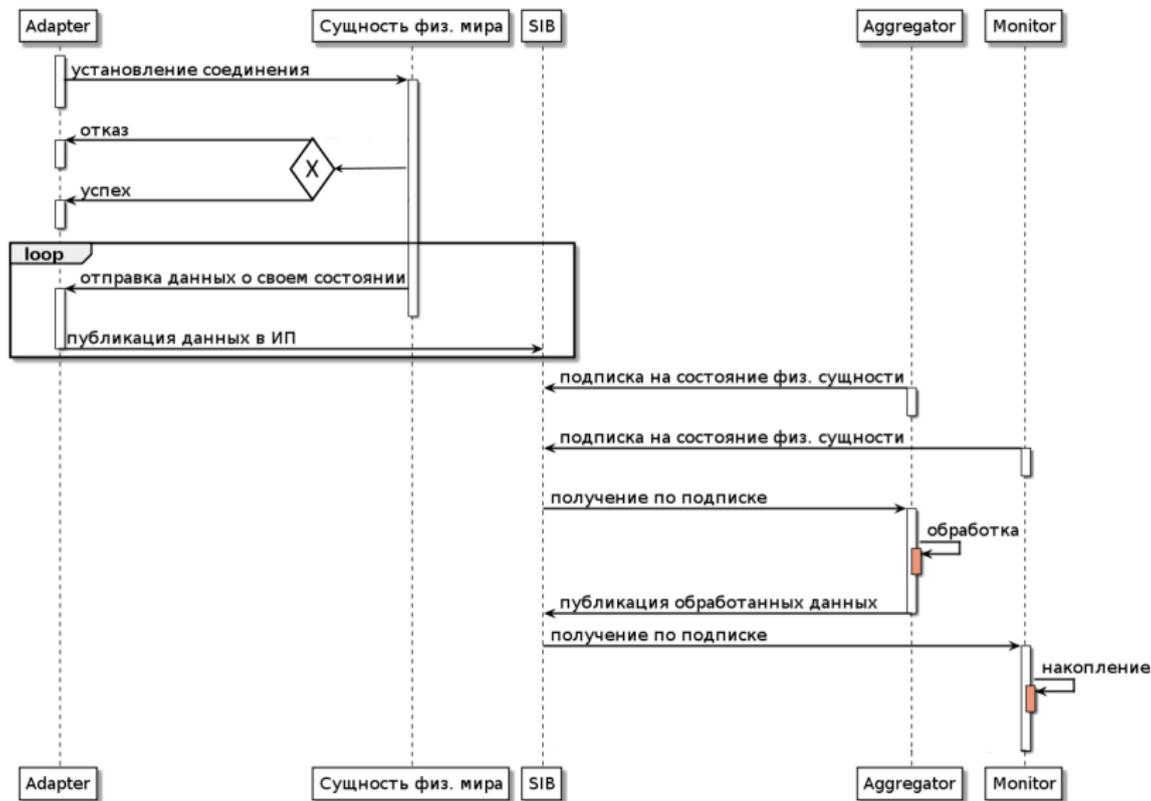
Шаблоны взаимодействия агентов КР

AUML представляет собой расширение языка UML, специализированное для описания многоагентной системы.

[James Odell, *Representing Agent Interaction Protocols in UML* (2000)]



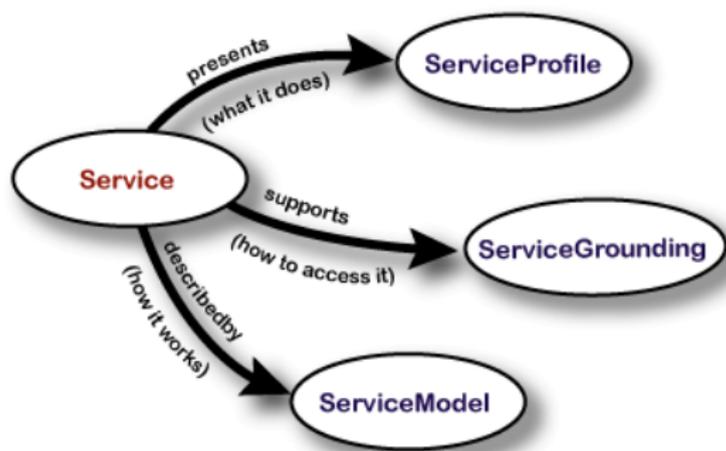
Модель взаимодействия агентов КР: пример



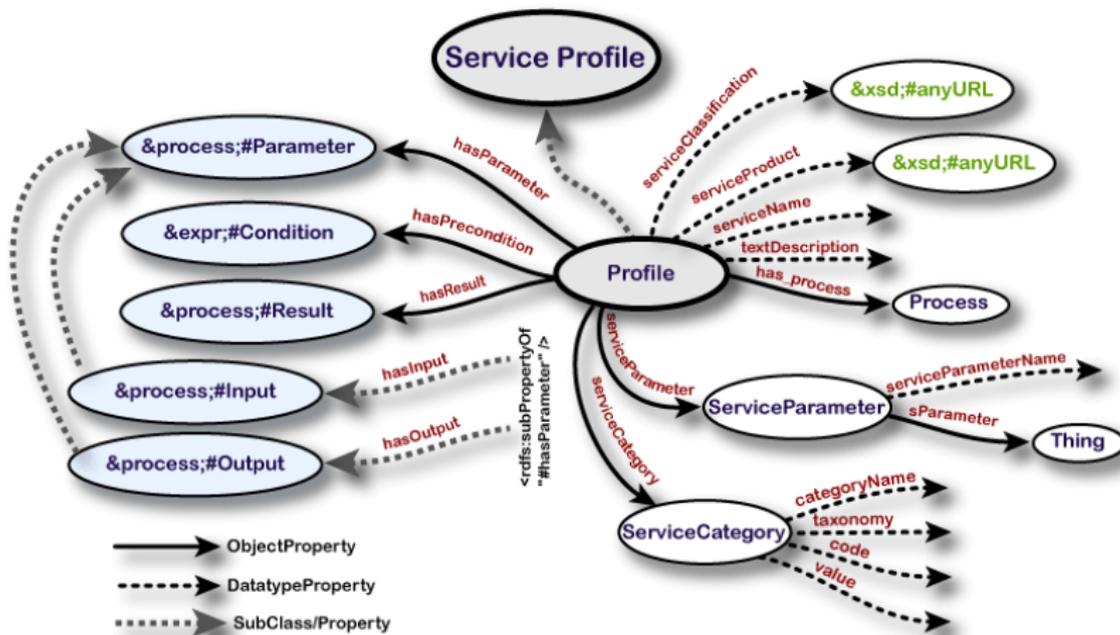
OWL-S: семантическая разметка для веб-сервисов

Онтология состоит из трех основных частей
(<https://www.w3.org/Submission/OWL-S/>):

- 1 Service profile – Что представляет собой сервис для потребителя?
- 2 Service model – Как используется сервис?
- 3 Service grounding – Как с ним взаимодействовать?

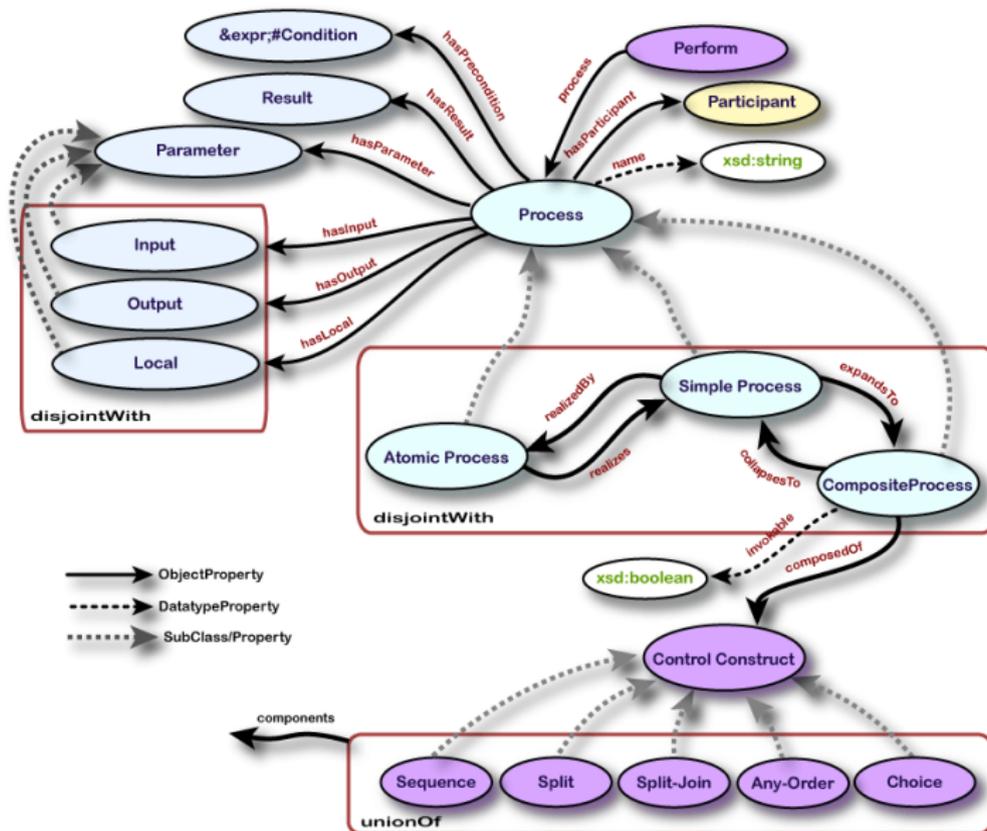


OWL-S: профиль сервиса



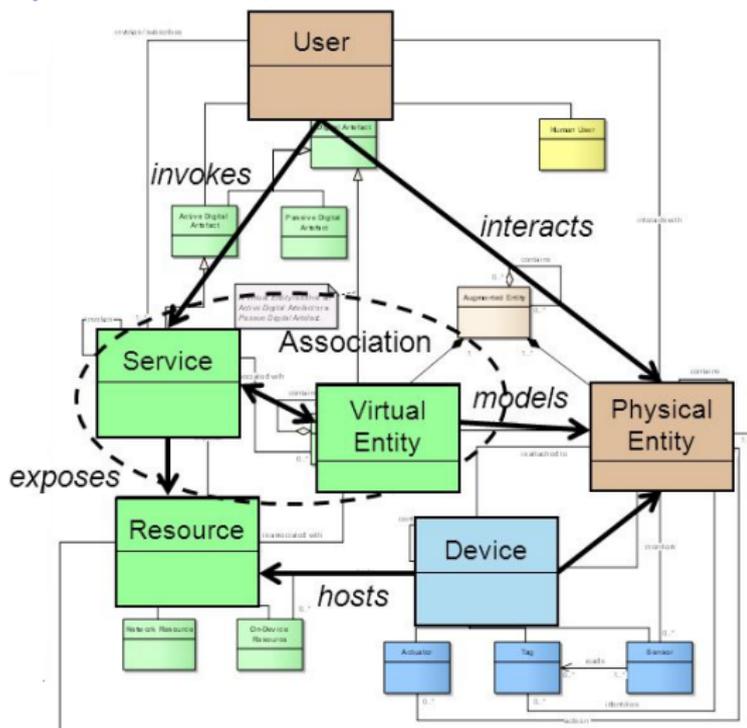
IOPEs (inputs / outputs / Preconditions / Effects) – модель функционального описания сервиса.

OWL-S: модель процесса



Онтология сервиса Интернета Вещей

- Использует OWL-S как онтологию верхнего уровня
- Основные элементы/сущности:
 - ▶ Physical Entity;
 - ▶ Virtual Entity;
 - ▶ Service;
 - ▶ Resource;
 - ▶ Device;
 - ▶ ...



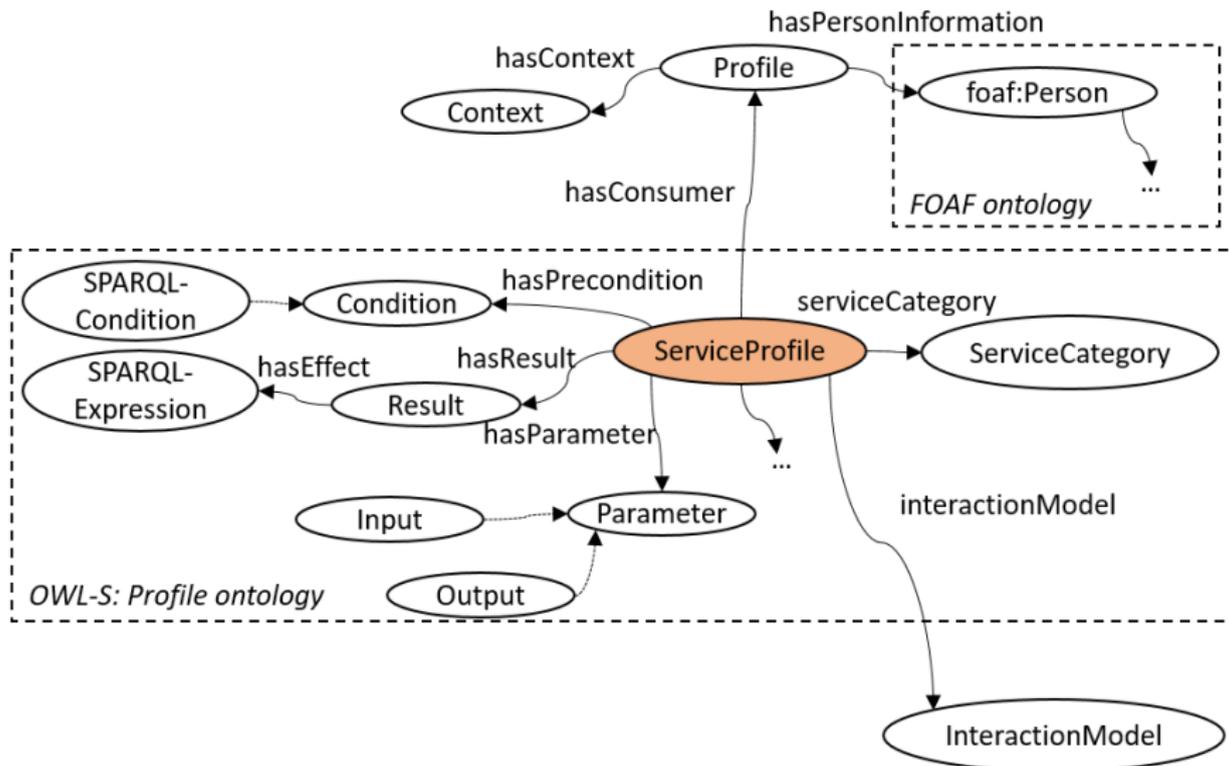
Maria Bermudez-Edo, IoT-Lite: a lightweight semantic model for the internet of things and its use with dynamic semantics (2017)

Suparna De, Service Modelling for the Internet of Things (2011)

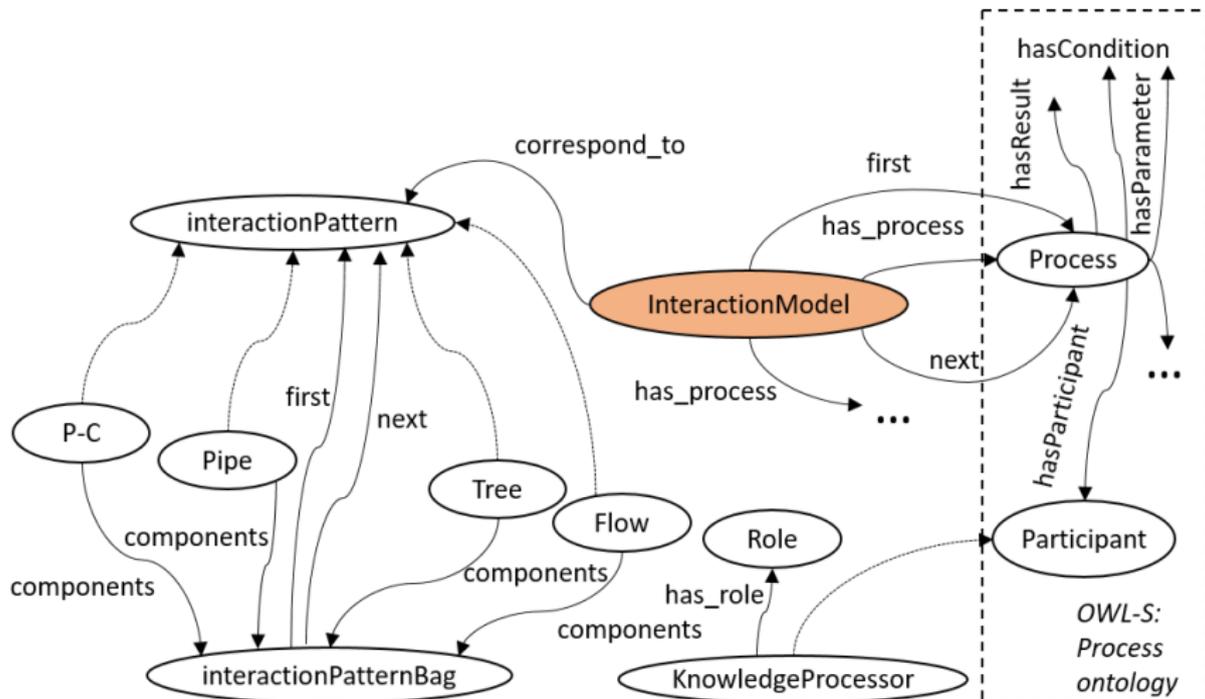
Проблемы и недостатки существующих онтологических моделей для сервисов ИП

- Не используется многоагентный подход для построения и доставки сервиса;
- Не учитываются предпочтения потребителя сервиса, нет проактивного способа доставки, сервис доставляется только по запросу;
- Рассматриваются только классы сервисов на основе физических сущностей.

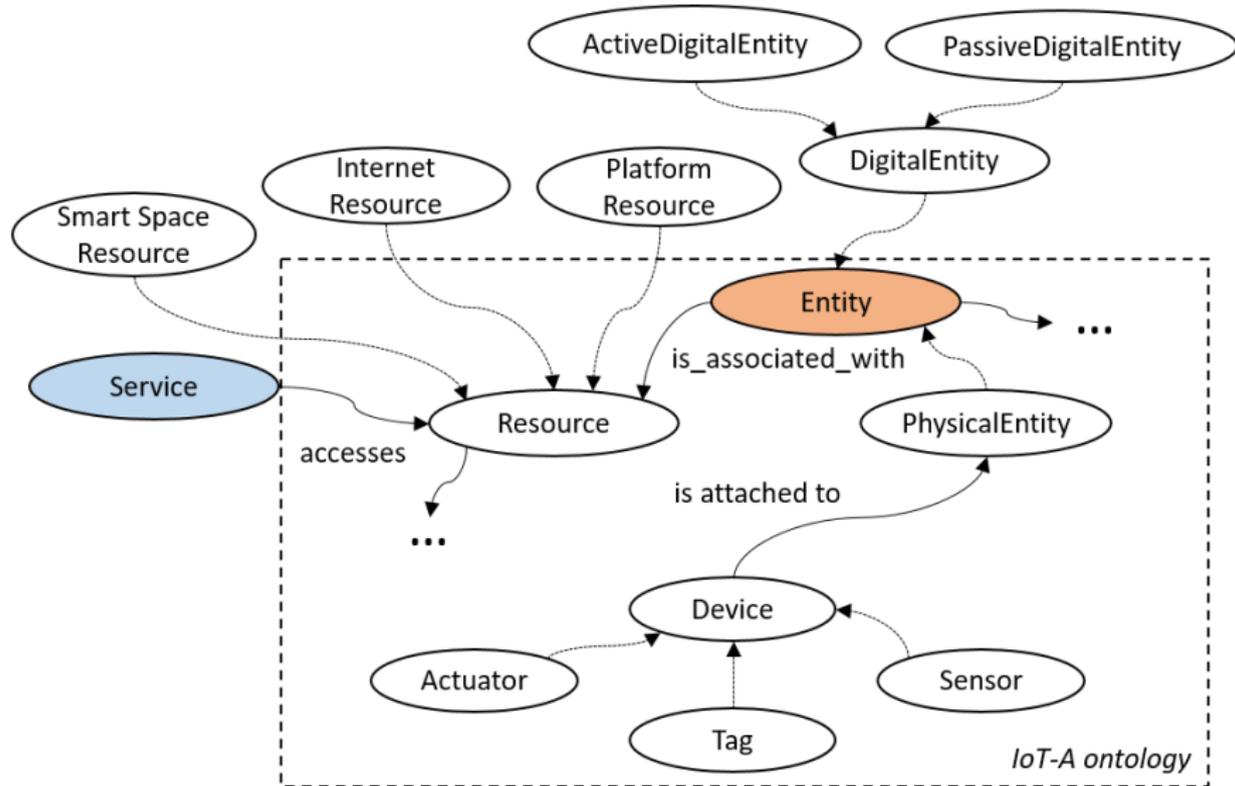
Онтология сервиса ИП: профиль сервиса



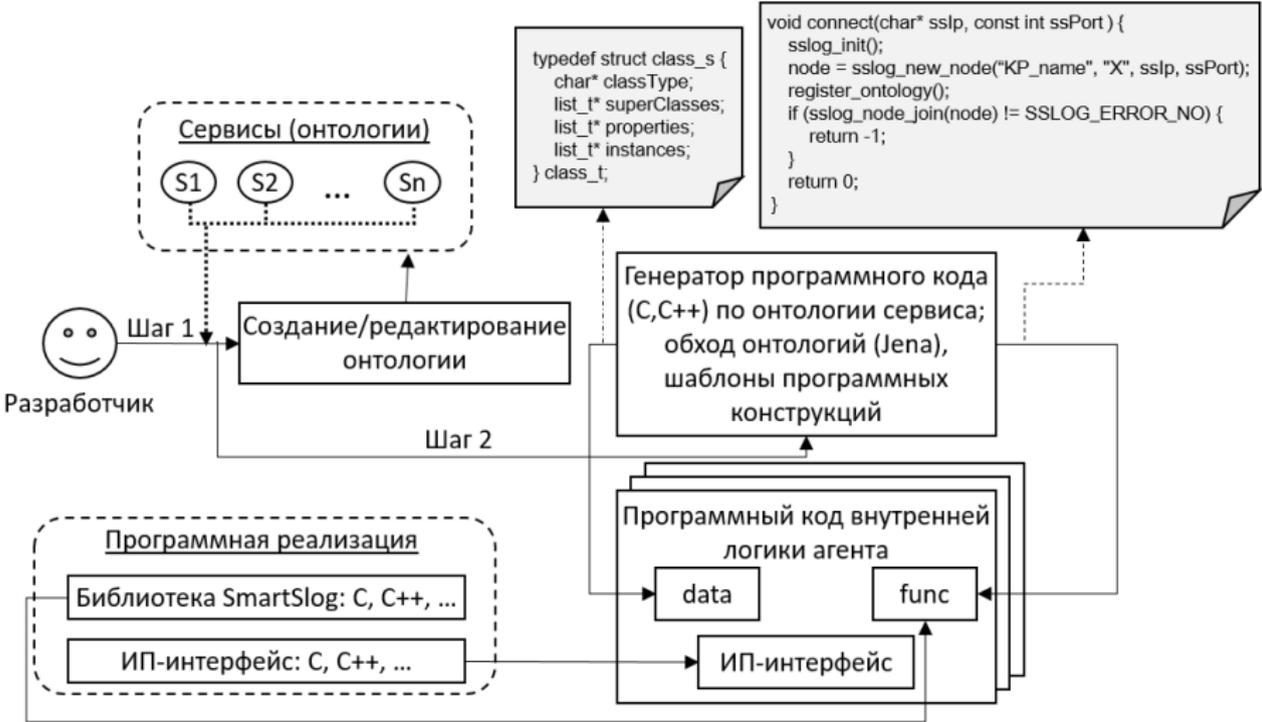
Онтология сервиса ИП: модель взаимодействия



Онтология сервиса ИП: основополагающие сущности

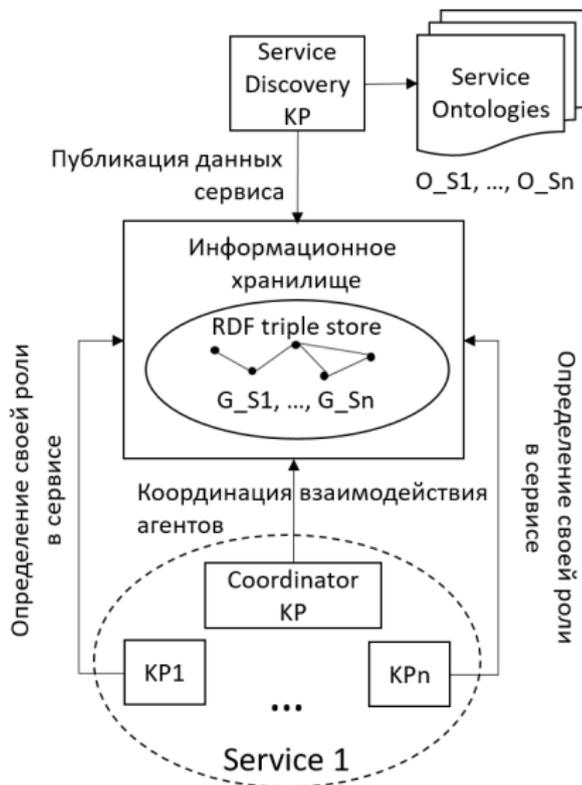


Способ автоматизации построения сервисов



Способ самоорганизации построения сервисов

- Service Discovery KP – преобразование составленных онтологий сервисов в RDF-тройки;
- Агенты KP сервиса по онтологии способны определить свою роль в построении сервиса;
- Coordinator KP – координация взаимодействия агентов KP.

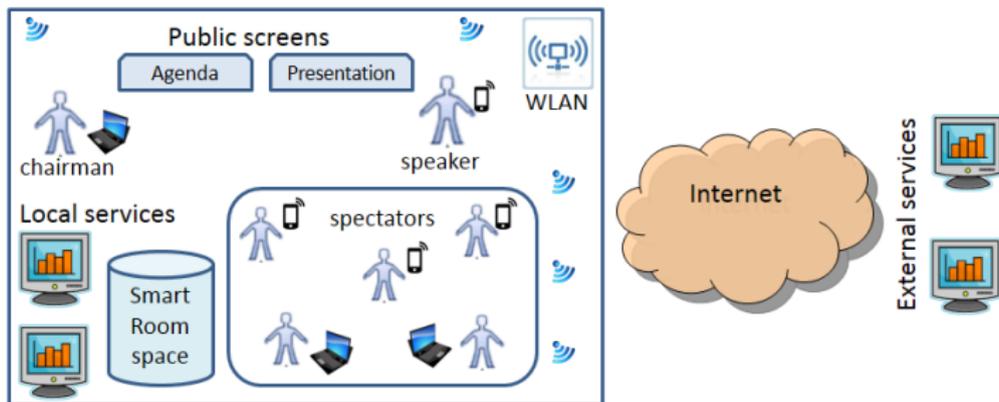


Метод ИП для разработки сервис-ориентированной системы

- 1** Описание сценариев работы системы. Описываются основные прикладные функции сервис-ориентированной системы.
- 2** Разработка концепции необходимых сервисов. На основе прикладных функции системы определяются необходимые сервисы. Определяются объекты среды, представляющие необходимые сущности предметной области сервиса, определяются типовые сценарии работы.
- 3** Концептуальное моделирование межагентного взаимодействия. Определяются классы сервисов на основе предложенной классификации. Выбираются типовые шаблоны взаимодействия агентов КР для построения и доставки сервисов. Описывается протокол взаимодействия агентов с помощью модели IOPEs (inputs/outputs/preconditions/effects).
- 4** Моделирование взаимодействия с потребителем или с другим сервисом на основе модели IOPEs.
- 5** Онтологическое моделирование сервисов на основе предложенной онтологии.
- 6** Генерация программного кода агентов на основе составленных онтологий сервисов.
- 7** Реализация оставшейся индивидуальной логики агентов КР на основе примитивов доступа используемой платформы.

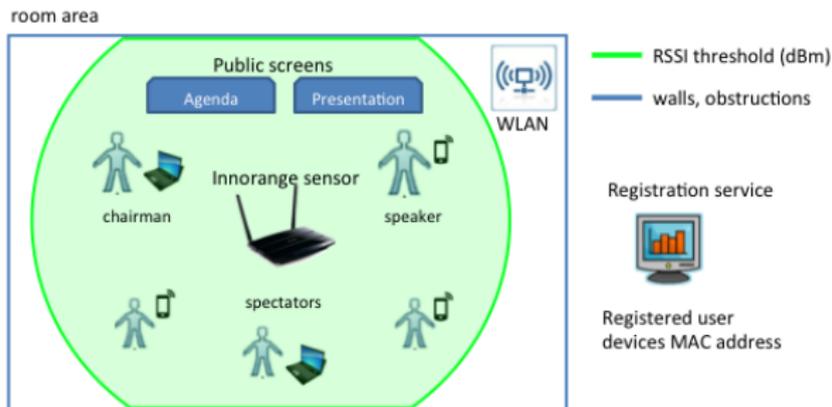
Приложение к задаче совместной деятельности: интеллектуальный зал

- Проведение мероприятий вида «конференция» и «совещание»;
- Разворачивается в помещении, оборудованного электронными устройствами (мультимедиа-устройства, смартфоны, и т.д.);
- Используется парадигма интеллектуальных пространств;
- Участники используют мобильный клиент для доступа к системе;
- Управление мероприятием, визуализация программы мероприятия, управление презентацией, анализ активности пользователей,



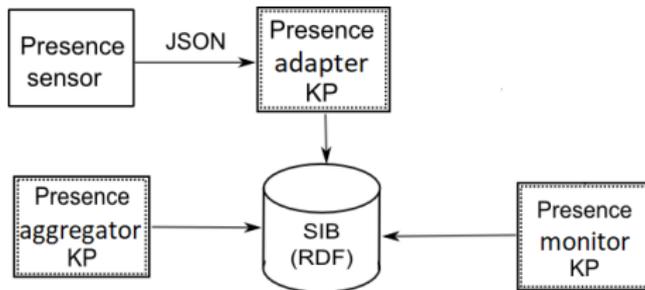
Сервис анализа активности пользователей (концепция)

- Определение **присутствия участников** в помещении в реальном времени;
- Отслеживание сетевой активности персональных **мобильных устройств** участников;
- Использование **сенсора Innorange** и метода анализа **RSSI**;
- Идентификация участника с помощью **MAC-адреса устройства**;

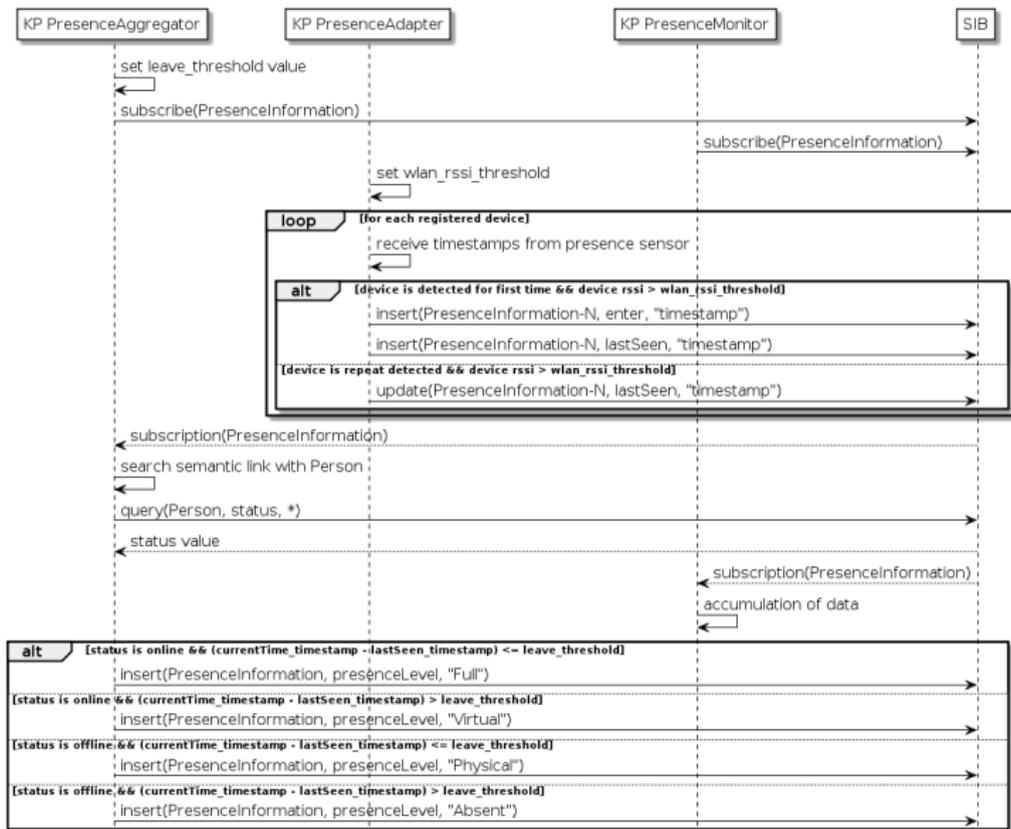


Моделирование сервиса ИП

- 1 Определяем класс сервиса:
 - ▶ Не интегрирует другие сервисы – **простой сервис**;
 - ▶ В основе сенсор – **сервис физической сущности**;
 - ▶ Получает, обрабатывает и предоставляет информацию – **информационный сервис**.
- 2 Выбираем типовой шаблон взаимодействия на основе ролей агентов:
 - ▶ **Сенсор – Adapter KP – Aggregator KP – Monitor KP**;
 - ▶ Шаблон **Tree**: Adapter –< [Aggregator;Monitor].
- 3 Моделирование взаимодействия агентов KP;
- 4 Составление онтологии сервиса.



Модель взаимодействия агентов КР



Заключение

- Метод интеллектуальных пространств для разработки сервис-ориентированных информационных систем (реализован)
- Архитектурная модель программной инфраструктуры ИП (реализована);
- Концептуальная модель сервиса ИП (реализована);
- Онтологическая модель сервиса ИП (в процессе);
- Предложены способы автоматизации и самоорганизации построения сервисов ИП.

Спасибо за внимание!

Сервис-ориентированные информационные системы

Обладают следующими свойствами:

- накопление, обработка и поиск информации выполняется на основе распределенных и облачных вычислений;
- обеспечение организации и взаимодействия множества динамических гетерогенных участников на основе единой семантической модели;
- мониторинг и управление различными физическими параметрами, а также информационным содержимым, включающим как локальные источники информации, так и доступные внешние Интернет-источники;
- контролирование выполнения задач посредством построения и доставки семантических сервисов в соответствии с приоритетами и предпочтениями пользователей, рассматриваемых в контексте текущие ситуации и состояния окружения.