

Общественный научный семинар
«Проблемы искусственного интеллекта»
11 апреля 2012 г.



В.Б. Тарасов

Московский государственный технический
университет им. Н.Э.Баумана

Кафедра «Компьютерные системы
автоматизации производства»

e-mail: tarasov@rk9.bmstu.ru

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СРЕДЫ:
НОВЫЙ ВИТОК ИНТЕГРАЦИИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

ПРЕДЫДУЩИЕ ДОКЛАДЫ

Семинар «Проблемы искусственного интеллекта»

20 ноября 2008 г. «Модели взаимодействия и диалога в многоагентных системах»

25 марта 2004 г. «Логико-семиотические подходы к моделированию НЕ-факторов в теории агентов»

Поспеловские чтения

29 ноября 2011 г. «Нестандартные множества и гранулярные вычисления»

16 декабря 2009 г. «Псевдофизические логики в искусственном интеллекте»

4 декабря 2007 г. «Д.А.Поспелов и модели поведения»

30 ноября 2005 г. «Логико-лингвистические модели: прошлое, настоящее и будущее»

11 февраля 2003 г. «От оппозиционных шкал к семиотическим системам»

ПЛАН ДОКЛАДА

- ◆ От эвристического поиска к интеллектуальным средам: этапы эволюции интеллектуальных систем.
- ◆ Тенденции развития современного ИИ. Плюрализм концепций ИИ как предпосылка появления интеллектуальных сред.
- ◆ Онтологии, неклассические логики, диалогика, агенты, многоагентные системы, гранулярные вычисления, антропоцентрические интерфейсы – вклад ИИ в создание интеллектуальных сред.
- ◆ Интегрированные, гибридные, синергетические интеллектуальные системы.
- ◆ Что такое интеллектуальная среда? Экологический императив ИИ
- ◆ Главные компоненты и архитектура интеллектуальной среды
- ◆ Многоагентный подход к формированию интеллектуальной среды. Концепция интеллектуальной среды как когнитивно-регулятивного мета-агента.
- ◆ Беспроводные сенсорные сети и sensor mining
- ◆ Поведенческая информатика
- ◆ Области применения интеллектуальных сред
- ◆ Интеллектуальные среды как ядро интеллектуальных предприятий и производств

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Эвристический поиск



Экспертные системы



Гибридные интеллектуальные системы, включая системы мягких и интеллектуальных вычислений



Искусственные агенты и многоагентные системы.
Онтологии.



Интеллектуальные среды

О НОВЫХ ТЕРМИНАХ, СВЯЗАННЫХ С СОВРЕМЕННЫМ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ
ЗНАНИЙ И РАССУЖДЕНИЙ

МНОГОАГЕНТНЫЕ
СИСТЕМЫ

ГИБРИДНЫЙ
(ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ)
ИНТЕЛЛЕКТ

COMPUTATIONAL
INTELLIGENCE
(Интеллектуальные
Вычисления)

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
(ДИАЛогоВЫЙ) ИИ

ГРУППОВОЙ ИИ

ИСКУССТВЕННАЯ ЖИЗНЬ
(КОЛЛЕКТИВНЫЙ ИИ)

ДРУЖЕСТВЕННЫЙ
ИНТЕРФЕЙС

РАСПРЕДЕЛЕННЫЙ
ИИ

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ
ИИ

ПЕРСОНИФИЦИРОВАННЫЙ
ИНТЕРФЕЙС

Granular
Computing

Natural
Computing

Cognitive
Computing

SWARM
INTELLIGENCE
(Роевой
интеллект)

EMERGENT
INTELLIGENCE

АНТРОПОЦЕНТРИЧЕСКИЙ
ИНТЕРФЕЙС

AMBIENT INTELLIGENCE & SMART ENVIRONMENTS

Д.А.ПОСПЕЛОВ ОБ ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ

Исследования в ИИ должны быть нацелены на «изучение **психики человека** с целью ее имитации в технических системах, решающих определенный набор практических задач, традиционно считающихся интеллектуальными» [Поспелов Д.А. Фантазия или наука: на пути к ИИ. – М.: Наука, 1982].

С одной стороны, здесь речь идет о **недизъюнктивности психики человека** (термин А.В.Брушлинского) – ее неразложимости на четко различимые элементы.

С другой стороны, изучение психики человека предполагает рассмотрение и имитацию известной психологической триады «разум – чувства – воля».

Таким образом, в обобщенной архитектуре интеллектуальной системы помимо базы знаний должны присутствовать сенсорная подсистема и интенциональная подсистема (т.е. наряду с инженерией знаний следует осуществлять комплексирование и интеллектуальный анализ сенсорной информации (инженерию образов) и проектирование деятельности (в плане «мотивы-цели-задачи»).

Эти аспекты и рассматриваются при создании интеллектуальной среды.

В.К. ФИНН: ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Искусственный интеллект – направление информатики (компьютерной науки), в котором разрабатываются средства имитации и усиления умственной активности человека.

Компьютерные системы, реализующие способности естественного интеллекта, называют интеллектуальными системами.

Интеллектуальная система = Информационная среда + Решатель задач + Комфортный интерфейс,

где Решатель задач = Рассуждатель + Вычислитель + Синтезатор (средство синтеза рассуждений и вычислений).

Информационная среда состоит из базы фактов и базы знаний.

[Финн В.К. Искусственный интеллект: методология, применения, философия. – М.: КРАСАНД, 2011. – 448 с. (С.7).]

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АГЕНТ

По В.К.Финну [Финн, 2009], интеллектуального робота (физического агента) можно рассматривать как когнитивную систему, имеющую возможность действия после принятия решения. Тогда общая структура интеллектуального робота соответствует следующей схеме:

интеллектуальный робот = подсистема восприятия + интеллектуальная система + подсистема действия.

В первом приближении это определение годится для интеллектуальной среды:

Интеллектуальная среда = распределенная система восприятия параметров физической среды + интеллектуальное ядро + распределенная система воздействия на физическую среду

СОВОКУПНОСТЬ СПОСОБНОСТЕЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ЧЕЛОВЕКА

- познавательная активность
- способность к созданию целостной картины предметной области
- выделение существенного в знании
- способность к рассуждениям
- синтез познавательных процедур (взаимодействие индукции, аналогии и абдукции)
- способность к рефлексии
- выдвижение цели и выбор средств ее достижения (способность к целеполаганию и планированию поведения)
- адаптация к ситуации
- формирование обобщений и обучение на примерах
- способность к отбору знаний
- способность к обучению и использованию памяти
- способность к аргументированному принятию решений, использующему представление знаний и результаты рассуждений, соответствующие поставленной цели
- способность к рационализации идей, стремление уточнить их как понятия

[Финн В.К. 2011, с.37]

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ И ВИДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ КАК ОТКРЫТЫХ АКТИВНЫХ СИСТЕМ



Коммуникативные агенты – общение с другими агентами

Когнитивные агенты – познающие (построение внутренней модели внешней среды)

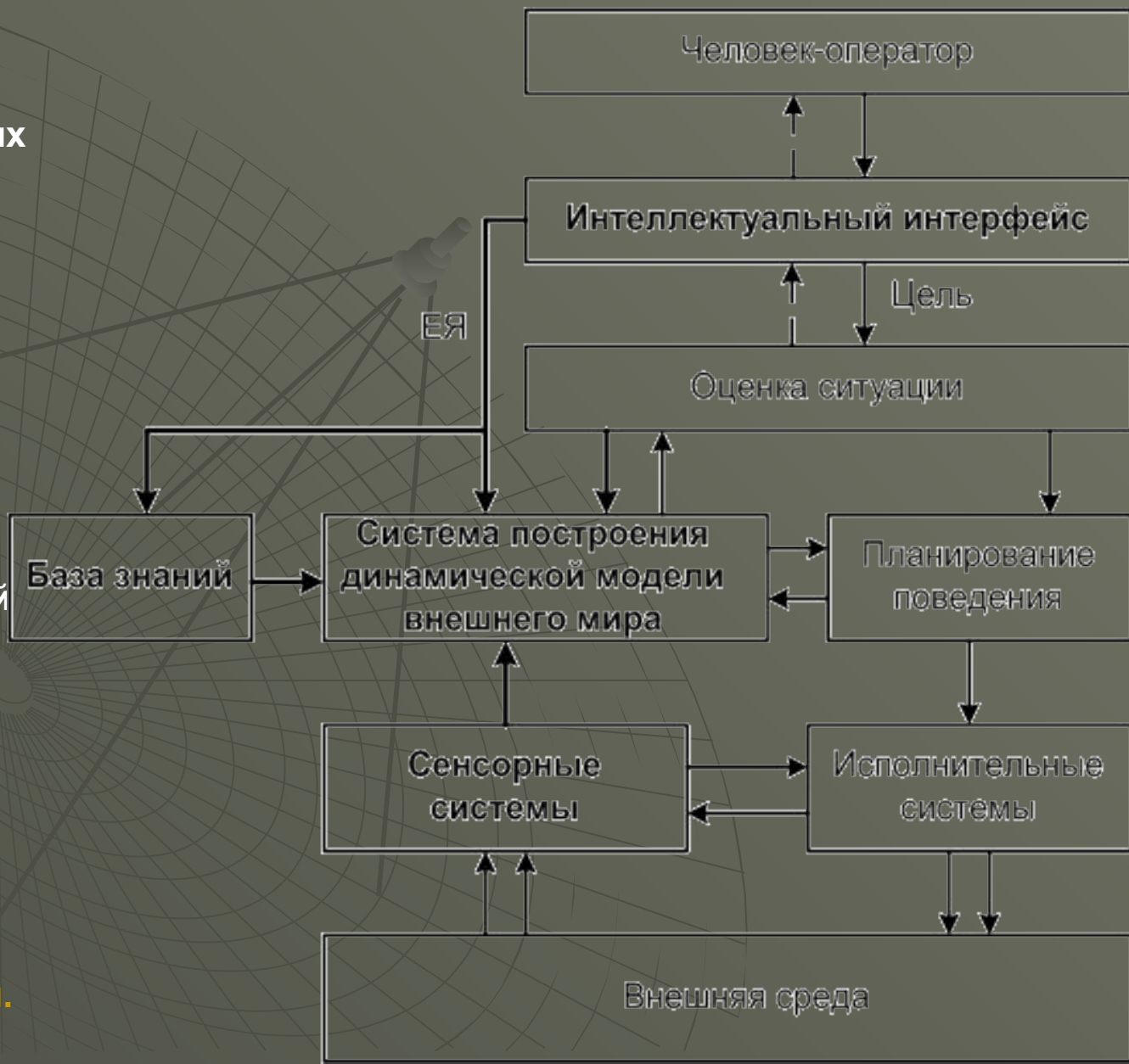
Делиберативные агенты – рассуждения для действий

АРХИТЕКТУРА КОГНИТИВНОГО АГЕНТА

Главная особенность когнитивного агента, отличающая его от других интеллектуальных систем, заключается в том, что он получает информацию из трех источников:

- 1) от человека (пользователя) на ограниченном ЕЯ в виде целеуказаний и текущих инструкций;
- 2) от датчиков сенсорной системы;
- 3) от собственной базы знаний.

Интеграция этих информационных процессов является необходимым условием диалогового управления.



ОТ КОГНИТИВНОЙ НАУКИ К МОДЕЛЯМ ПОЗНАНИЯ АГЕНТОВ: КОГНИТОНЫ

Понятие **«КОГНИТОН»** есть общий термин для описания разных принципов, механизмов и моделей познания у агентов.

Оно было введено с целью определения семейства **КОГНИТИВНЫХ ЕДИНИЦ**, которые лежат в основе динамических ментальных структур, изменяющихся во времени (см. [Ferber, 1995]).

В теории агентов и многоагентных систем возникает проблема **ИНЖЕНЕРИИ КОГНИТОНОВ** как основы разработки **КОГНИТИВНЫХ АГЕНТОВ** и организации их взаимодействия (подобно тому, как инженерия знаний лежит в основе разработки обычных интеллектуальных систем).

Инженерия когнитонов расширяет обычные подходы **инженерии знаний**, видоизменяя и адаптируя их к проблемам формализации **ИНТЕНЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ АГЕНТОВ** (желаний, намерений, обязательств и т.д.).

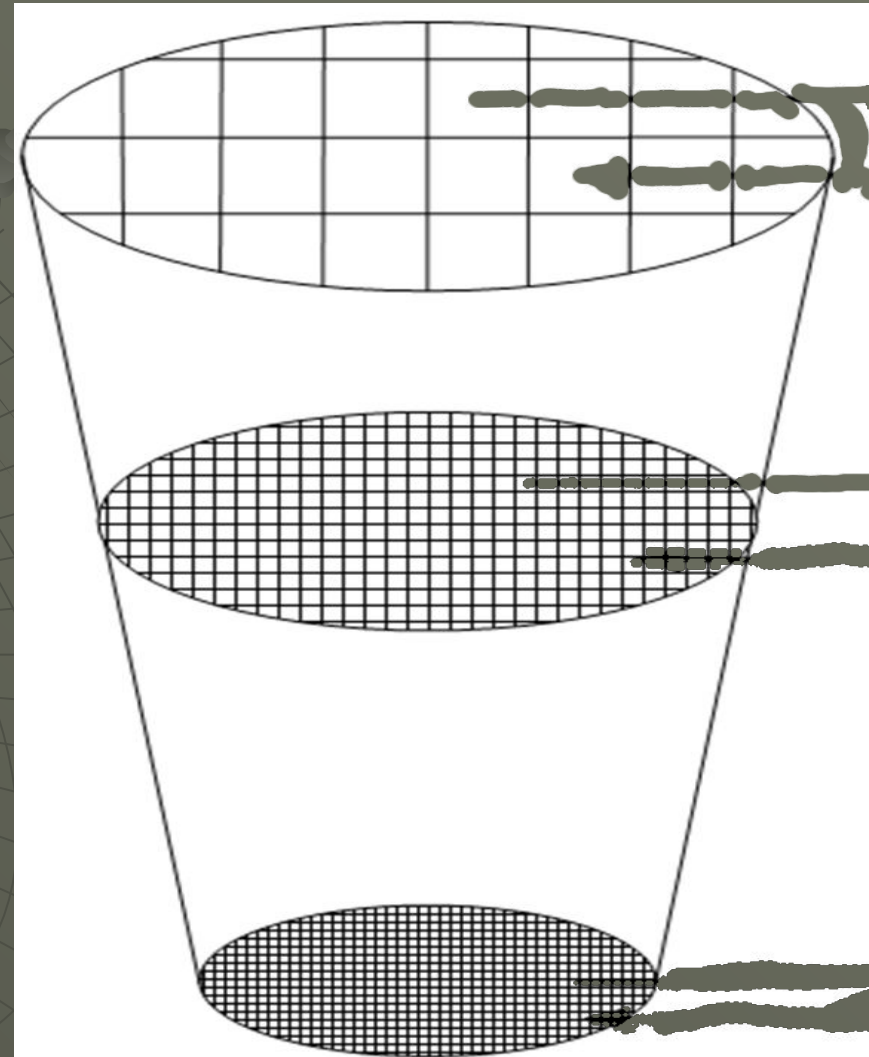
ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ КОГНИТОНОВ



Когнитоны – гранулярные структуры

ГРАНУЛЯЦИЯ ИНФОРМАЦИИ - КЛЮЧЕВАЯ СПОСОБНОСТЬ КОГНИТИВНЫХ АГЕНТОВ

1. **Информационные гранулы** играют ведущую роль в представлении и обработке знаний когнитивными агентами.
2. **Уровень грануляции (размер гранул)** имеет существенное значение для описания агентом проблемы и выбора стратегии ее решения.
3. Не существует универсального уровня информационной грануляции; **размер гранулы** является **проблемно-ориентированным** и зависящим от **агента** и его **задач**.



ПУБЛИКАЦИИ ПО КОГНИТОНАМ И ПРОБЛЕМАМ ГРАНУЛЯЦИИ ИНФОРМАЦИИ

Тарасов В.Б., Борисов А.В. Логическое моделирование когнитивных и коммуникативных характеристик агентов: единый подход// Труды 10-й национальной конференции по искусственному интеллекту КИИ-2006 (Обнинск, 25-28 сентября 2006 г.). Т.3. – М.: Физматлит, 2006. – С.916-928.

Тарасов В.Б. Грануляция информации, нестандартные и гибридные нечеткие множества// Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник трудов VI-й Международной научно-практической конференции (Коломна, 16-19 мая 2011 г.). – М.: Физматлит, 2011. – Т.1. – С.35-49.

Тарасов В.Б., Калуцкая А.П., Святкина М.В. Гранулярные, нечеткие и лингвистические онтологии для обеспечения взаимопонимания между когнитивными агентами// Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. Материалы II-й Международной научно-технической конференции (Минск, БГУИР, 16-18 февраля 2012 г.). – Минск: БГУИР, 2012. – С.267-278.

Калуцкая А.П., Тарасов В.Б. Информационные гранулы и методы их построения: применение при разработке интеллектуальных агентов// Интеллектуальный анализ информации. Сборник трудов X-й международной научной конференции им. Т.А.Таран (ИАИ-2010, Киев, 18-21 мая 2010 г.). – Киев: Просвіта, 2010. – С.291-297.

Калуцкая А.П., Тарасов В.Б. Гранулярная онтология пространства для когнитивных мобильных роботов// Труды 12-й национальной конференции по искусственному интеллекту (КИИ-2010, Тверь, 20-24 сентября 2010 г.). – М.: Физматлит, 2010. – Т.3. – С.430-441.

Калуцкая А.П., Тарасов В.Б. Гранулярные метаонтологии и онтологии пространства// Реинжиниринг бизнес-процессов на основе современных информационных технологий. Системы управления знаниями. Сборник научных трудов XIV-й научно-практической конференции (РБП-СУЗ-2011, Москва, МЭСИ, 28-29 апреля 2011 г.). – М.: МЭСИ, 2011. – С.136-145.

ГИБРИДНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ПРЕДВЕСТИК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ

Этот термин ввел В.Ф.Венда в 1975г. Под гибридным интеллектом им понимается: 1) адаптивная система информационного взаимодействия «человек-машина» («человек-компьютер»); 2) группа людей, которые взаимодействуют между собой через компьютер.

Главные особенности систем гибридного интеллекта:

1. Многоуровневая взаимная адаптация компонентов системы, партнерские отношения между человеком и компьютером, гибкое перераспределение лидерства между партнерами в зависимости от задачи и хода ее решения.
2. Совместный анализ и синтез информации.
3. Самоорганизация.
4. **Антропоцентрический** подход к организации **интерфейса** между человеком и компьютером.

Венда В.Ф. Системы гибридного интеллекта: эволюция, психология, информатика. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с. (с.176)

НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВРЕМЕННОМ ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ

- ◆ ИНТЕГРАЦИЯ НЕОДНОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ
- ◆ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ (ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ)
- ◆ АГЕНТИФИКАЦИЯ
- ◆ АНТРОПОЦЕНТРИЗМ, В ЧАСТНОСТИ, РАБОТА С НЕ-ФАКТОРАМИ И ГРАНУЛЯЦИЯ ИНФОРМАЦИИ

Внутренняя интеграция:
правила – объекты – агенты

Внешняя интеграция:

Интеграция ИИ и других
научно-практических
областей

Интеграция различных
школ и направлений в
ИИ

Интеллектуальные
среды

Интеграция экспертных
систем и классических
информационных
технологий (баз данных,
пакетов программ)

Генетические
алгоритмы

Нейронные
сети

Нечеткая
логика

Сильноразнородные
гибридные системы,
например, виртуальные
среды

«Жесткие» гибридные
системы [Р.А.Алиев, 2001]

«Мягкие» гибридные
системы

Интегрированные интеллектуальные технологии

Интеграция различных
схем и моделей вывода.

Интеграция различных
моделей знаний.

ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ

ИНТЕГРАЦИЯ: Интегрированные → Гибридные → Синергетические системы в ИИ

Интеграция выступает как необходимое условие гибридизации.

Различают системы с поверхностной и глубинной интеграцией.

Поверхностная интеграция сводится к **обмену информацией** между компонентами системы, тогда как **глубинная** интеграция предполагает **взаимную адаптацию** и **модификацию** компонентов системы путем включения в них функций других компонентов [Рыбина, 2010].

В биологии гибридизация рассматривается как особая, наиболее сильная форма интеграции, когда речь идет о соединении в одном организме разнородных наследственных признаков и компонентов.

Гибридная система состоит из двух или большего числа интегрированных разнородных подсистем, объединенных общей **целью** или совместными **действиями** (хотя эти подсистемы могут иметь различную природу и разные языки описания).

В информатике и ИИ будем называть гибридными такие системы, в которых используются две или более разных компьютерных технологий.

Нечеткие гибридные системы. Теория и практика/ Под ред. Н.Г. Ярушкиной. – М.: Физматлит, 2007 (Глава 3).

КЛАССИФИКАЦИИ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ

[Аверкин и Прокопчина, 1997]:

1. Гибридные системы с функциональным замещением
2. Гибридные системы с взаимодействием
3. Полиморфные гибридные системы

В **гибридных системах с замещением** за основу берется главная модель, один из элементов которой замещается другой моделью.

В **гибридных системах с взаимодействием** используются относительно независимые подсистемы, которые обмениваются информацией и выполняют различные функции с целью получения общего решения.

Наконец, в **полиморфных гибридных системах** различные модели выполняют различные (но перекрывающиеся между собой функции): в частности, одна модель применяется для имитации и реализации) функционирования другой модели.

КЛАССИФИКАЦИИ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ (продолжение)

Критерии: «равноправность-иерархичность», «жесткость-мягкость», «однородность-неоднородность»

ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ

ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ 1-ГО ПОРЯДКА

ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ 2-ГО ПОРЯДКА

«ЖЕСТКИЕ» ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ

«МЯГКИЕ» ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ

Гибридные системы 2-го порядка – это гибридные системы, включающие гибридные компоненты и подсистемы

СЛАБОРАЗНОРОДНЫЕ ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ

СИЛЬНОРАЗНОРОДНЫЕ ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ

ПРИМЕРЫ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ

Слаборазнородные мягкие гибридные системы:

1. Гибридные нечеткие множества

[Тарасов, 2004 и 2011]

- Интервальнозначное НМ (нечеткость + неточность = распределение + интервал)
- Приближенное НМ: аппроксимация нечеткого множества в четком пространстве приближений, т.е. пара нечетких множеств
- Нечеткое приближенное множество: аппроксимация обычного множества в нечетком пространстве приближений, образуемом с помощью нечеткого отношения эквивалентности
- Нечеткое мягкое множество
Пусть P – множество параметров, а ϕ – отображение из множества P в множество нечетких подмножеств множества U , $\phi : P \rightarrow [0,1]^U$. Тогда нечеткое мягкое множество над U есть пара (ϕ, P)

2. Гибридные генетические алгоритмы

Сильноразнородные мягкие гибридные системы

1. Системы мягких вычислений (Soft Computing) и интеллектуальных вычислений (Computational Intelligence).
2. Системы виртуальной реальности
3. Интеллектуальные среды и пространства (Ambient Intelligence, Smart Environments, Smart Spaces)

ЧТО ТАКОЕ СИНЕРГЕТИКА?

Синергетика есть междисциплинарное научное направление, исследующее процессы взаимодействия, кооперации, самоорганизации, эволюции сложных, открытых, неоднородных, динамических систем. Ее цель состоит в построении общей теории гибридных систем, обладающих особыми свойствами.

Термин **«синергетика»** происходит от слова **«синергия»**, означающего **совместное действие, сотрудничество**

ПОЧЕМУ ВВЕДЕН ТЕРМИН «СИНЕРГЕТИКА»?

Г. Хакен – «отец синергетики»:

Введение термина «**синергетика**» для обозначения современной теории сложных, открытых, самоорганизующихся систем оправдано по двум причинам:

- а) исследуются **совместные действия** многих элементов развивающейся системы;
- б) для отыскания общих принципов и механизмов **самоорганизации** требуется **объединение усилий** представителей различных дисциплин.

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Синергетический ИИ - раздел ИИ, занимающийся разработкой и исследованием сложных, открытых, динамических, неоднородных, распределенных, взаимодействующих (сотрудничающих) искусственных интеллектуальных систем.

Его ключевой характеристикой является несводимость разработки интеллектуальных систем к инженерии знаний (как в случае классического ИИ).

Разработка синергетических интеллектуальных систем наряду с инженерией знаний (мнений) предполагает рассмотрение других «измерений» интеллекта:

- инженерия когнитонов;
- инженерия взаимодействий интеллектуальной системы со средой, а также взаимодействий между различными интеллектуальными системами
- самоорганизация действий

ОСНОВНЫЕ РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ КЛАССИЧЕСКИМ И СИНЕРГЕТИЧЕСКИМ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

ПРИЗНАКИ	Классический ИИ	Синергетический ИИ
Общая методология	Рационалистическая	Синергетическая
Объект разработки	Простые, статические, закрытые, изолированные интеллектуальные системы	Сложные, динамические, открытые, кооперативные интеллектуальные системы
Природа интеллекта	Индивидуальная, монолитная, сосредоточенная	Коллективная, сетевая, распределенная
Модели интеллекта	Одноуровневые, символьные	Системные многомерные многоуровневые (синергия символа и числа)
Понимание интеллектуальной системы	Одномерное: система на основе знаний	Многомерное: целостная, интенционально обусловленная система
Способ создания	Проектирование = инженерия знаний	Самоорганизация на базе инженерии взаимодействий, координации действий, управления знаниями. эволюционное проектирование
Ключевые типы рассуждений	Монологические	Диалогические

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СРЕДА КАК ОБЪЕКТ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИИ

Объект синергетического ИИ: сложные, открытые, неоднородные, кооперативные, самоорганизующиеся, развивающиеся интеллектуальные системы.

Область синергетического ИИ:

1. Исследования процессов взаимодействия, формирования, деятельности, коммуникации, кооперации, эволюции сложных, открытых, динамических интеллектуальных систем различных классов.

В синергетическом ИИ, прежде всего, изучаются нестационарные состояния, проблемы взаимодействия компонентов, их взаимные переходы, способы разрушения и создания сложных, неоднородных интеллектуальных систем

2. Введение «синергетического измерения», т.е. элементов неопределенности, самоорганизации, динамики, обучения, эволюции в классические методы и модели ИИ.

Здесь имеется в виду рассмотрение **распределенных динамических баз знаний, гранулярных вычислений** и вычислений со словами, **логик диалога**, модифицируемых рассуждений, вопросов синтеза познавательных процедур и пр.

ПРИМЕРЫ СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

- Супергибридные интеллектуальные системы
- Системы мягких и интеллектуальных вычислений
- Диалоговые системы (Диалогика)
- Искусственные агенты и многоагентные системы
- Искусственные интеллектуальные среды

Ключевая проблема: инженерия взаимодействий

Главные аспекты исследования и моделирования взаимодействий в синергетическом ИИ

1. Определение и формализация основных свойств взаимодействия
2. Исследование и моделирование важнейших понятий, связанных с взаимодействием
3. Анализ основных целей, стратегий, ситуаций и типов взаимодействий
4. Построение жизненных циклов взаимодействий

ПУБЛИКАЦИИ ПО СИНЕРГЕТИЧЕСКОМУ ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ

Тарасов В.Б. О системно-организационном подходе в искусственном интеллекте// Сборник научных трудов 6-й Международной конференции «Знания – диалог – решение» (Ялта, Крым, Украина, 15-20 сентября 1997). – Киев: АСПИС, 1997. – С.57-69.

Тарасов В.Б. Системно-организационный подход в искусственном интеллекте// Программные продукты и системы.–1997.–№3.–С.6-13.

Тарасов В.Б. Синергетические проблемы в искусственном интеллекте// Труды Международной научно-практической конференции «Знание – диалог – решение». Т.2 (KDS-2001, Санкт-Петербург, 19-22 июня 2001 г.). – СПб: Лань, 2001. – С.594-602.

Тарасов В.Б. Синергетический искусственный интеллект: истоки и перспективы// Труды Международного конгресса «Искусственный интеллект в XXI-м веке» (ICAI'2001, Дивноморск, Россия, 3-8 сентября 2001 г.). – М.: Наука, Физматлит, 2001. – С.559-570.

Тарасов В.Б. Синергетический искусственный интеллект// Философия искусственного интеллекта. Материалы Всероссийской междисциплинарной конференции (Москва, МИЭМ, 17-19 января 2005 г.). – М.: ИФ РАН, 2005. – С.327-329.

Тарасов В.Б. От нечетких множеств к мягким оценкам и синергетическому искусственному интеллекту// Сборник докладов Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям (SCM'2005, Санкт-Петербург, СПбГЭТУ, 27-29 июня 2005 г.). – СПб: СПбГЭТУ, 2005. – С.24-32.

Тарасов В.Б. Развитие синергетического подхода в психологии и искусственном интеллекте: новые горизонты математической психологии// Математическая психология: Школа В.Ю.Крылова. Коллективная монография. – М.: Изд-во ИПРАН, 2010.– С.117-156.

ЧТО ТАКОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СРЕДА? (AMBIENT INTELLIGENCE, SMART ENVIRONMENT)

Передовой междисциплинарной технологией, формируемой на стыке кибернетики, искусственного интеллекта, вычислительной техники, когнитивных наук, теории деятельности, эргономики становится технология *интеллектуальных сред*.

Сам термин «интеллектуальная среда» («интеллектуальное пространство», «интеллектуальное окружение») дословно: «окружающий интеллект» – **Ambient Intelligence**, сокращенно **AmI**) означает расширенную физическую среду, в которую встроены технические устройства (например, сенсорные сети), чувствительные к присутствию людей и реагирующие на это присутствие. Подобная чувствительность предполагает распознавание пользователей, понимание их предпочтений и контекста, прогнозирование поведения.

Здесь базовым термином является **Ambient Intelligence**, а **Smart Environments** означает физическую структуру (сенсоры, исполнительные устройства, компьютерные сети, поддерживающие систему AmI).

ЧТО ТАКОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СРЕДА? (ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

Как известно, системы «человек-техника-среда» изучаются в эргономике.

Интеллектуальная среда представляет собой новую концепцию реализации взаимодействия «человек-техника-среда», когда люди окружены интеллектуальным и интуитивно понятным интерфейсом, встроенном в предметы повседневной жизни. Речь идет о создании вокруг человека или группы людей дружелюбной искусственной микросреды, своего рода «незримого» коллективного интеллекта.

Интегрированная технология интеллектуального окружения должна быть прозрачной, встроенной в нашу окружающую действительность, присутствующей везде, где мы ощущаем потребность в ней, обеспечивать простое и удобное взаимодействие, быть хорошо приспособленной к нашим органам чувств.

БИОНИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ

Интеллектуальная среда – это искусственная цифровая среда, которая помогает людям в их повседневной жизни. Речь идет о механизмах управления поведением окружающей микросреды.

В искусственной интеллектуальной среде популяции различных технических устройств (сенсоры, приводы), «зашитые» в сети, которые соединяют все эти устройства («Интернет вещей»), должны естественным образом выполнять функции поддержки людей в их повседневной деятельности благодаря применению интеллектуальных технологий.

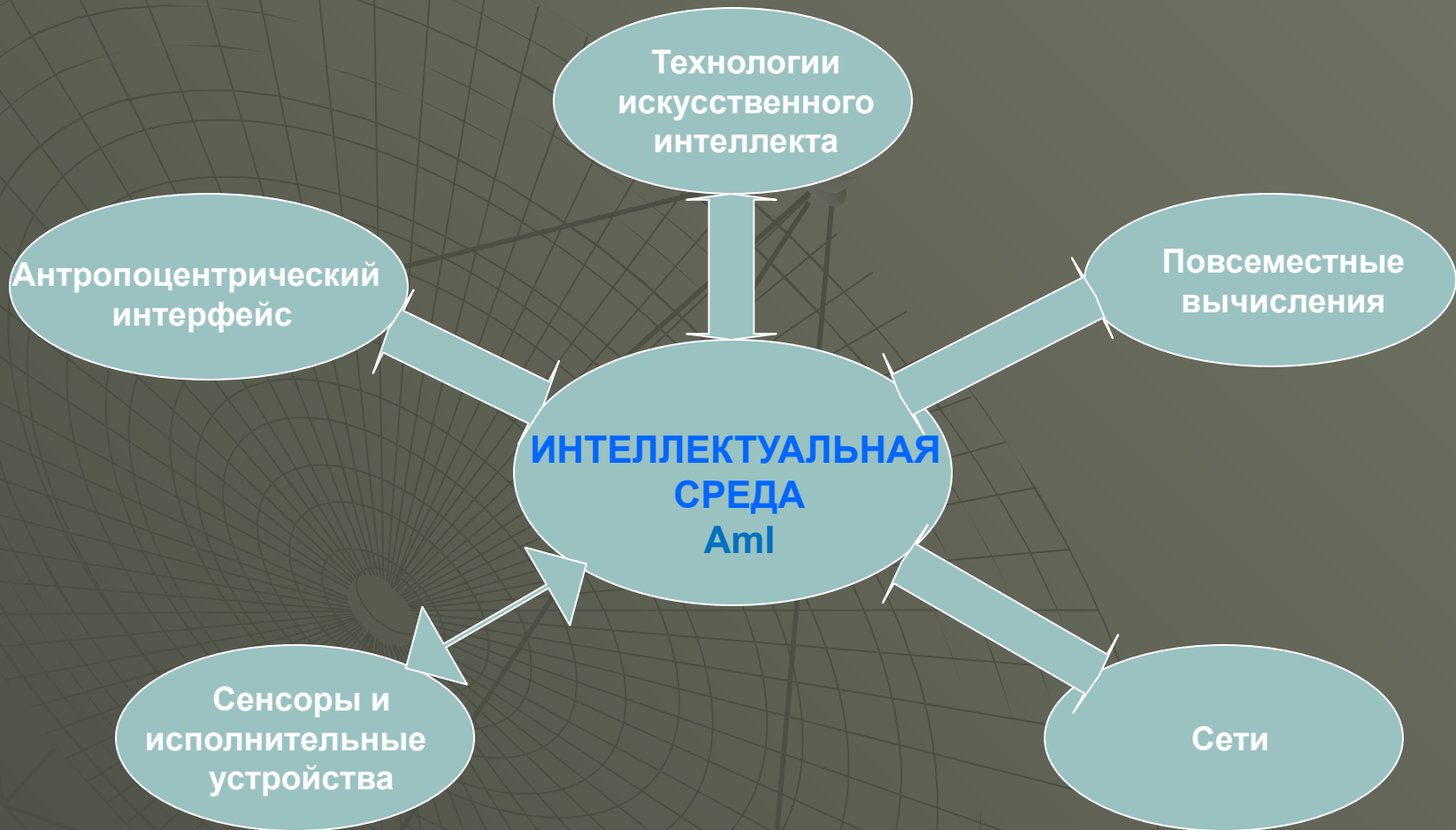
По мере уменьшения размеров таких искусственных систем и устройств, установления тесных взаимосвязей между ними и все большей их интегрированности в физическую среду, применяемые технологии начинают «растворяться» в этой среде так, что люди будут воспринимать лишь дружественный пользовательский интерфейс со средой.

Взаимодействующие популяции технических устройств образуют **техноценоз** – многоагентную организацию, состоящую из индивидуальных и коллективных агентов [термины «технетика», «техноценоз», «техносфера» К.М.Завадский, В.И.Варшавский и Д.А.Поспелов, Б.И.Кудрин]

ОСНОВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ, ФОРМИРУЮЩИЕ НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СРЕДЫ»



ГЛАВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ



РАЗНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТЕОРИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕД

(В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОГО, ЧТО СЧИТАЕТСЯ СИСТЕМНЫМ ЯДРОМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ)

- I. Интеллектуальные среды на основе повсеместных вычислений
- II. Интеллектуальные среды на основе нанотехнологий и встроенных систем (сенсоров и устройств управления)
- III. Интеллектуальные среды на основе распределенных (беспроводных) сенсорных сетей и устройств управления
- IV. Интеллектуальные среды на основе мультимедийных антропоцентрических интерфейсов (информационное взаимодействие «человек-компьютер»)
- V. Интеллектуальные среды на основе систем и технологий искусственного интеллекта, в частности, многоагентных систем

НАУЧНЫЕ ЖУРНАЛЫ ПО ТЕМАТИКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕД

I. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments (AISE) (издается с 2009 г. в IOS Press)

Основные темы: Sensors, Vision and Networks, Mobile and Pervasive Computing, Human-Centered Interfaces, Artificial Intelligence, Robotics, Multi-Agents, Societal Applications and Implications

II. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing (AIHS) (издается с 2010 г. в Springer-Verlag)

Основные темы: Pervasive/ Ubiquitous Computing and Applications, Cognitive Wireless Sensor Networks, Embedded Systems and Software, Mobile Computing and Wireless Communications, Next Generation Multimedia Systems, Service and Semantic Computing, Advanced Networking Architectures, Embedded Smart Agents, Context Awareness, Social Sensing and Inferences, Multi-Modal Interaction Design, Ergonomics and Product Prototyping, Virtual Humans and Virtual Worlds, Wearable Sensors and Actuators

РУКОВОДСТВА И МОНОГРАФИИ

Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments/ Ed. by H.Nakashima, H.Adhajan and J.C. Augusto. – New York: Springer Verlag, 2010.

Handbook of Research on Ambient Intelligence and Smart Environments: Trends and Perspectives/ Ed. by N.-Y. Chong and F. Mastrogiovanni – New York: IGI Global, 2011.

Riva G. et al. Ambient Intelligence: The Evolution of Technology, Communication and Cognition Towards the Future of Human-Computer Interaction. – Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 2005.

Ambient Intelligence, Wireless Networking and Ubiquitous Computing (Mobile Communications)/ Ed. by A.Vasilakos and W.Pedrycz. – London: Artech House, 2006.

Ambient Intelligence in Everyday Life/ Ed. by Y.Cai, J.Agascal. Lecture Notes in Computer Science. №3864. – Heidelberg: Springer Verlag, 2006.

Ambient Intelligence/ Ed. by W.Weber, J.Rabaye , E.Aarts. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.

Innovative Applications of Ambient Intelligence: Advances in Smart Systems/ Ed. by K.Curran. – New York: IGI Global, 2012.

СОСТАВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ

Искусственная интеллектуальная среда включает 4 основных компонента:

- 1) искусственные сенсорные системы (первичные сенсоры и сенсорные сети, системы технического зрения, системы распознавания речи, средства радиочастотной автоматической идентификации объектов RFID, системы спутниковой навигации GPS или ГЛОНАСС);
- 2) искусственные средства осуществления действий (исполнительные органы, мехатронные и робототехнические устройства);
- 3) средства обработки знаний и рассуждений (онтологии, логики, базы знаний, средства интеллектуального анализа данных и машинного обучения, средства обработки естественного языка, интеллектуальные системы поддержки принятия решений, агенты, многоагентные системы, и пр.);
- 4) средства обеспечения повсеместных вычислений Ubiquitous Computing (аппаратно-программные средства, базы данных, операционные системы, средства компьютерной графики, системы коммуникации)

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ



КАК РАБОТАЕТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СРЕДА

Цикл из трех этапов:

1. Восприятие текущего состояния физической среды с помощью распределенной системы сенсоров.
2. Интеллектуальный анализ сенсорных данных, обнаружение знаний, проведение рассуждений о возможных действиях
3. Распределенное воздействие на среду с целью изменения ее текущего состояния.

Здесь сенсорная сеть служит для получения и передачи данных для последующей интеллектуальной обработки

Рассел-Норвиг «Искусственный интеллект: современный подход»:

Под агентом понимается «любая сущность, которая находится в некоторой **среде**, **воспринимает** ее посредством **сенсоров**, получая данные, которые отражают события, происходящие в среде, **интерпретирует** эти данные и **действует** на среду посредством **эффекторов**».

Таким образом, вычленяются четыре агентообразующих фактора – **среда, восприятие, интерпретация, действие**

Отсюда видно, что интеллектуальную среду можно рассматривать как искусственного **мета-агента**

МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ КАК МЕТА-АГЕНТА



ЗАДАЧИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ КОМПОНЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕД

I. СЕНСОРНЫЕ СЕТИ, В ОСОБЕННОСТИ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ

1. Алгоритмы и системы распределенного машинного зрения.
Размещение и управление системой видеокамер
2. Комплексование сенсорной информации, диалоги между сенсорами в сети, интеллектуальный анализ сенсорных данных и обнаружение знаний
3. Анализ движущихся объектов в интеллектуальных средах
(гранулярное представление информации и знаний, пространственно-временные рассуждения, совместная работа микроагентов)

II. МОБИЛЬНЫЕ И ПОВСЕМЕСТНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Гранулярные вычисления и вычисления со словами, мягкие и интеллектуальные вычисления, контекстно-ориентированные вычисления, натуральные вычисления

III. АНТРОПОЦЕНТРИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

мультимедиа новых поколений, модели диалогов и переговоров, компьютерная диалектика, обеспечение взаимопонимания, совместная работа с помощью компьютера

МНОГОАГЕНТНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕД

1. Моделирование социального поведения в интеллектуальных средах, рассматриваемых как многоагентные системы (например, моделирование процессов обмена ресурсами между агентами).
2. Моделирование диалогов и переговоров между когнитивными агентами.
3. Развитие технологии мобильных агентов.
4. Стратегическое многоагентное моделирование в конкретной среде
5. Моделирование группового обучения агентов в интеллектуальных пространствах.
6. Переход от коллективов агентов (роботов) к искусственным популяциями и экосистемам

ДИАЛОГИКА В ШИРОКОМ СМЫСЛЕ

Введенный в научный оборот **М.М.Бахтиным** термин «**диалогика**» в настоящее время используется, по крайней мере, в двух различных смыслах.

Диалогикой в широком смысле называется комплексная, междисциплинарная область, направленная на создание **общей теории диалога**, которая опирается на принцип единства и всеобщности диалога как единицы коммуникации.

Главной характеристикой диалогических отношений между агентами является **обмен мнениями**, направленный на выработку **компромисса**, формирование **соглашений** и **взаимных обязательств** между ними.

По **М.М.Бахтину**, главное качество **диалогических отношений** – **поиск согласия**

Диалогика ≡ **Диалектика** (в смысле Сократа-Платона)

Диалогика → **Викиномика** ≡ экономика массового сотрудничества
[Тапскотт Д., Уильямс Э.Д. **Викиномика: как массовое сотрудничество изменяет все**: Пер. с англ. – М. БестБизнесБукс, 2009].

ДИАЛОГИКА В УЗКОМ СМЫСЛЕ

Диалогика в узком смысле понимается как раздел современной формальной логики, опирающийся на диалоговые представления и посвященный логическому анализу и моделированию диалогов.

Существуют два пути формирования диалогических моделей: **от диалога к логике** и, наоборот, **от логики к диалогу**.

С одной стороны, предмет диалогистики есть построение и использование **диалоговых моделей в логике и логической семантике**, в частности, разработка **теоретико-игровых логических семантик, диалоговых логик, диалоговых игр** и т.п.

С другой стороны, речь идет о **логическом моделировании диалогов, переговоров, соглашений, коммуникативных актов**, и пр. (логика диалогов, логика общения и разрешения конфликтов, иллокутивная логика и пр.).

С диалогичностью тесно связаны такие понятия как:

коллективная логика (по С.Тулмину);

социальная логика (по Г.Тарду);

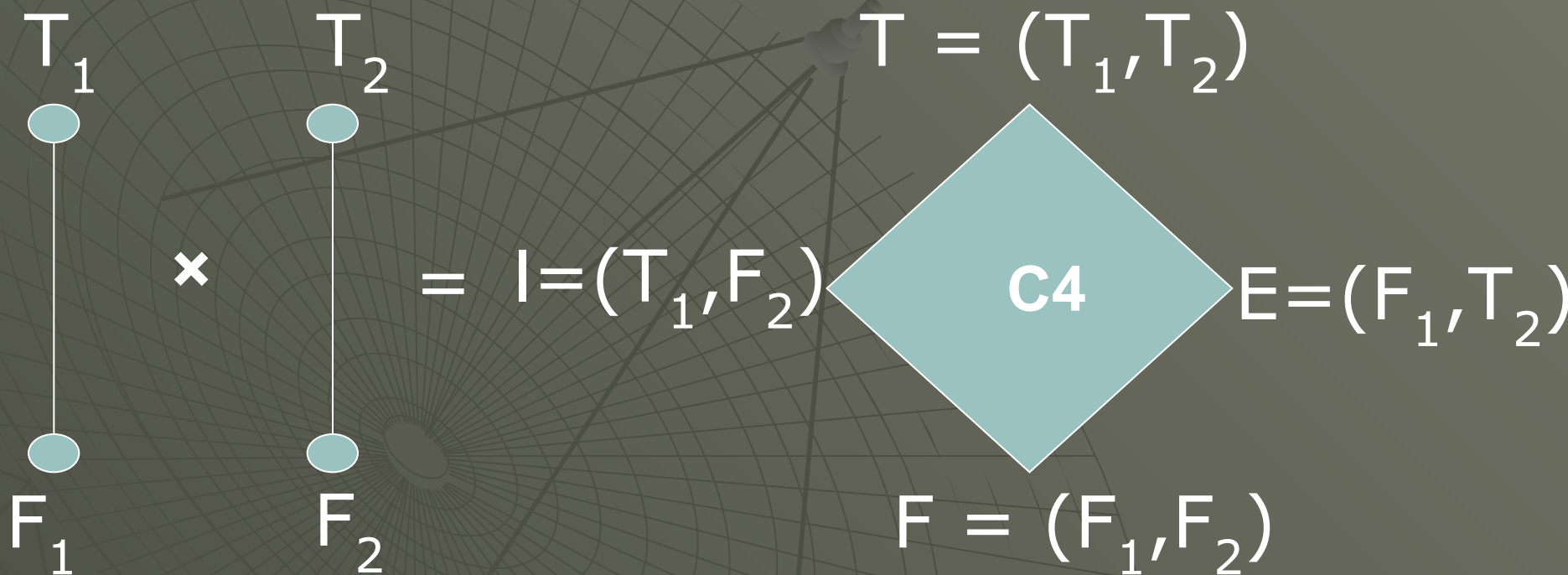
социальная семантика языков коммуникации агентов (по М.Сингху).

РАЗВИТИЕ МОДЕЛЕЙ ДИАЛОГИКИ В XX-М ВЕКЕ: от игр и диалога к логике

- теория **речевых актов** Дж.Остина и Дж.Серла
- **диалоговые логики** П.Лоренцена–К.Лоренца (от аксиом к диалогу)
- **теоретико-игровая семантика** Я.Хинтикки
- **диалоговые игры**
- **логическая теория ошибок** Ч.Хэмблина
- семантика **отменяемой аргументации** Х.Праккена и Г.Вресвейка
- формализация **структур** диалогов М.Новаковской
- модели диалога на основе произведений логик и бирешеток

ЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО СОГЛАШЕНИЙ: ПРОСТАЯ РЕШЕТКА ПЕРЕГОВОРОВ (РЕШЕТКА СОГЛАСИЯ)

[Тарасов и Смагин, 2008]



ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ИСТИННОСТИ В ПЕРЕГОВОРНОЙ РЕШЕТКЕ (РЕШЕТКЕ СОГЛАСИЯ)

Интерпретация полученных истинностных значений интуитивно ясна:

$T = (T_1, T_2)$ – «истина для обоих агентов» (согласованная истина);

$F = (F_1, F_2)$ – «ложь для обоих агентов» (согласованная ложь);

$I = (T_1, F_2)$ – «истина для первого агента, ложь для второго» (внутренняя истина);

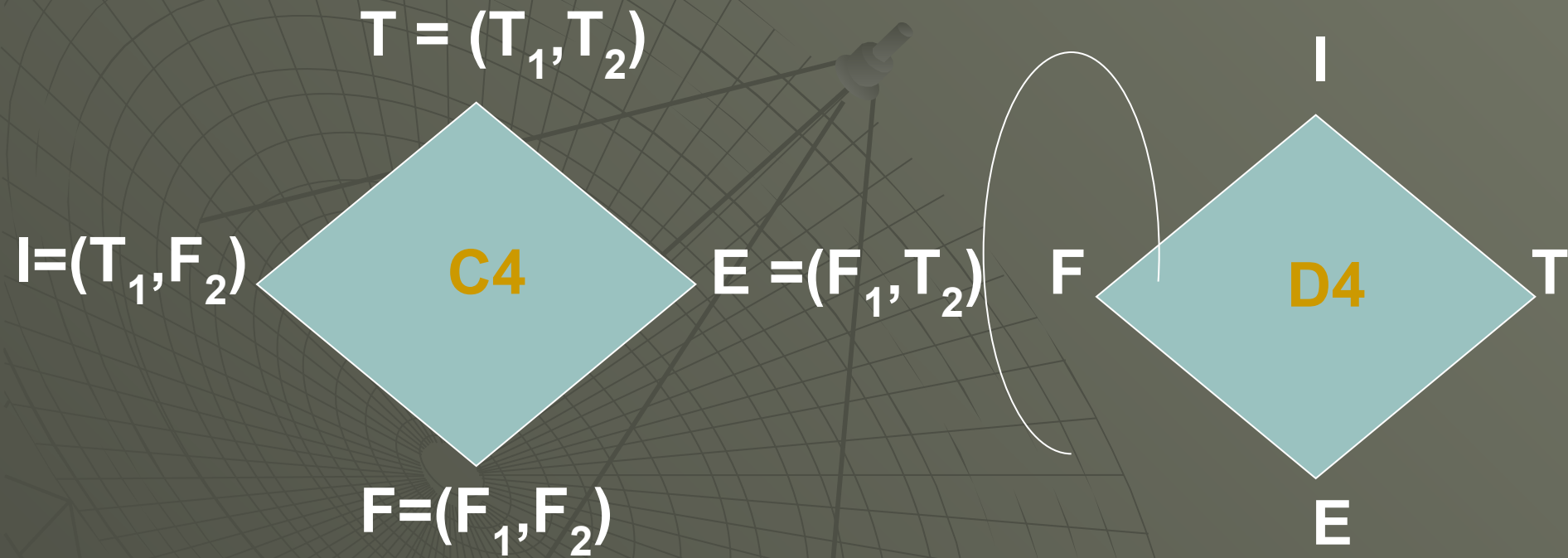
$E = (F_1, T_2)$ – «ложь для первого агента, истина для второго» (внешняя истина)

Если цель диалога формулируется как достижение соглашения, то соответствующее отношение порядка можно интерпретировать как **порядок согласия** \leq_c .

Например, $(F_1, F_2) \leq_c (T_1, F_2) \leq_c (T_1, T_2)$ означает, что ситуация «истина для обоих агентов», равнозначная наличию согласия между ними, будет предпочтительнее ситуации «истина одного агента – ложь другого», когда согласия между агентами нет, но оно считается возможным. Последняя ситуация предпочтительнее, чем «ложь для обоих агентов», которая здесь отождествляется с невозможностью согласия (или отказом от него).

Итак, в логике согласия выделенным значением является (T_1, T_2) .

ПЕРЕХОД ОТ РЕШЕТКИ ПЕРЕГОВОРОВ C4 К РЕШЕТКЕ ДИСПУТА D4



ПУБЛИКАЦИИ ПО МОДЕЛЯМ ДИАЛОГОВ И ПЕРЕГОВОРОВ МЕЖДУ КОГНИТИВНЫМИ АГЕНТАМИ

Тарасов В.Б., Смагин С.В.// Диалогика – теоретическая основа изучения взаимодействия агентов в интеллектуальных САПР новых поколений// Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». – 2008. – № 9 (86). – С.64-73.

Тарасов В.Б. От монологических к диалогическим подходам в искусственном интеллекте // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник трудов V-й Международной научно-практической конференции (Коломна, 28-30 мая 2009 г.). – М.: Физматлит, 2009 – Т.1. – С.149-162.

Тарасов В.Б. Методы и модели алгебраической логики в анализе взаимоотношений и переговоров агентов в многоагентных системах// Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2010. Сборник трудов X-й Международной научной информации им. Т.А.Таран (Киев, 18-21 мая 2010 г.).– Киев: Просвіта, 2010. – С.304-316.

Тарасов В.Б. От логических к диалогическим бирешеткам: использование в теории агентов// Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2011. – №3. – С.127-139.

СХЕМА ДИАЛОГОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДОЙ КАК КОГНИТИВНЫМ МЕТА-АГЕНТОМ



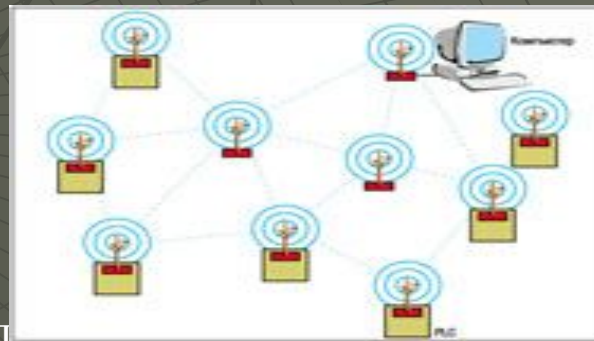
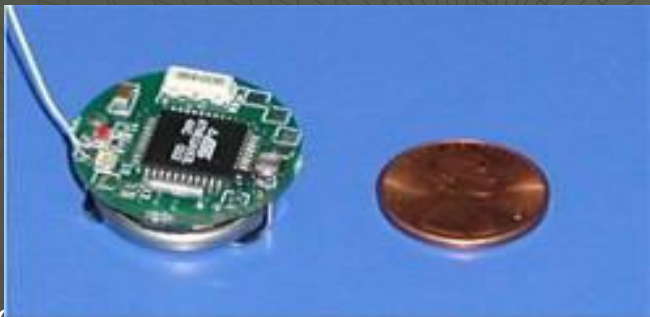
Диалог человека с искусственным когнитивным мета-агентом включает как целеуказания и инструкции, сообщаемые когнитивному мета-агенту, так и запросы, передаваемые человеку, с просьбой уточнить исходные инструкции, а также сведения о текущей ситуации или информацию о достижении поставленной цели. Диалог может осуществляться путем использования естественно-языковых средств (текстовых или голосовых).

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Беспроводная сенсорная сеть – это распределённая, самоорганизующаяся сеть множества датчиков (сенсоров) и исполнительных устройств, объединенных между собой посредством радиоканала.

Область покрытия подобной сети может составлять от нескольких метров до нескольких десятков километров за счет способности ретрансляции сообщений от одного элемента к другому.

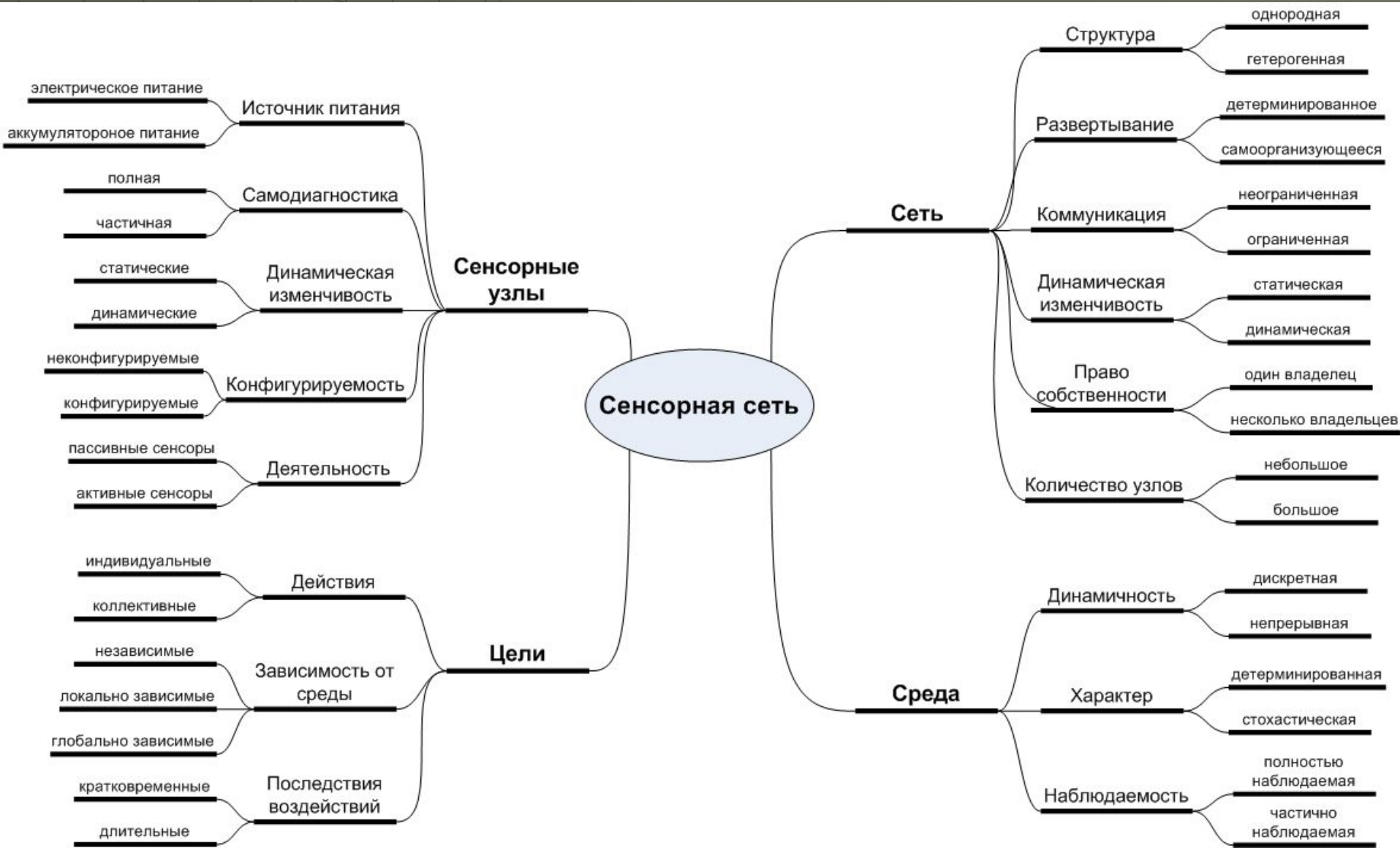
Каждый узел сенсорной сети может содержать различные датчики для контроля внешней среды, микрокомпьютер и радиоприемопередатчик. Это позволяет устройству проводить измерения, самостоятельно осуществлять начальную обработку данных и поддерживать связь с внешней информационной системой.



Современные достижения микроэлектроники позволяют интегрировать на одном кристалле как вычислительные блоки, так и все необходимые устройства для поддержки беспроводных сетей встроенными средствами интеллектуальной обработки данных.

ОНТОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ: ПРЕДСТАВЛЕНИЕ В ВИДЕ МЕНТАЛЬНОЙ КАРТЫ

(Святкина, 2012)



СТАНДАРТЫ И ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Обмен информацией между узлами сенсорной сети происходит по беспроводным каналам связи по протоколу ZigBee.

Данный протокол предоставляет возможности реализации беспроводной связи с низким энергопотреблением для множества приложений, которые осуществляют функции наблюдения и/или управления.

Протокол ZigBee – это открытый международный стандарт, контролируемый объединением ZigBee Alliance, который был создан на основе стандарта IEEE 802.15.4 для пакетной беспроводной передачи данных.

Принятый стандарт IEEE 802.15.4 описывает контроль доступа к беспроводному каналу и физический уровень для низкоскоростных беспроводных персональных сетей, т.е. два нижних уровня согласно сетевой модели OSI (базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем).

УСТРОЙСТВА БСС

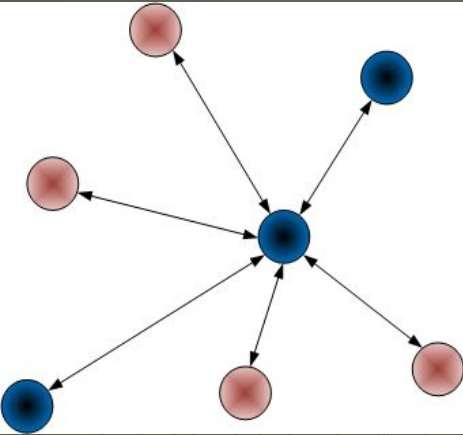
В принятом стандарте IEEE 802.15.4 различаются два типа устройств:

- ❖ полнофункциональные устройства FFD (Full-Function Device)
- ❖ устройства с сокращенным набором функций RFD (Reduced-Function Device).

Так FFD могут работать в сети с древовидной топологией в качестве координатора сети или в качестве устройств, при этом они могут обмениваться информацией с другими FFD или RFD. В то же время устройства с сокращенным набором функций, будучи гораздо проще и дешевле, чем полнофункциональные устройства, могут связываться только с FFD.

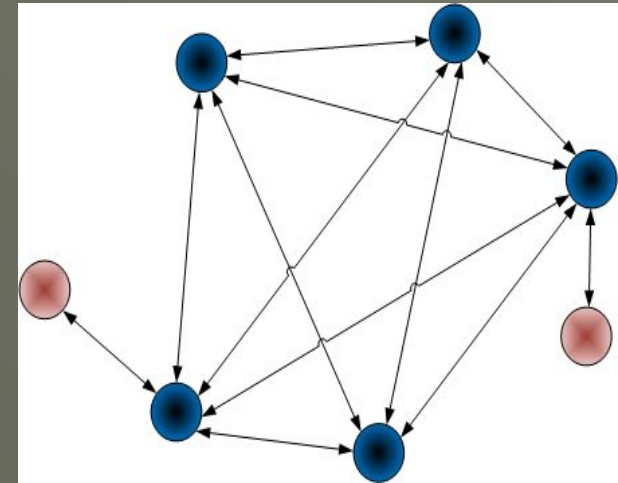
Любая сенсорная сеть должна содержать, по крайней мере, одно полнофункциональное устройство FFD.

ТОПОЛОГИИ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ



Звезда

В одноранговой сети каждое устройство может взаимодействовать с любым другим устройством, находящимся в пределах его радиуса действия. Одно из устройств назначается координатором, например, то, которое первым включено в сеть. При дальнейшем расширении сети можно отойти от одноранговой топологии и создать гибридную топологию, в которой будут содержаться и устройства с сокращенной функциональностью.



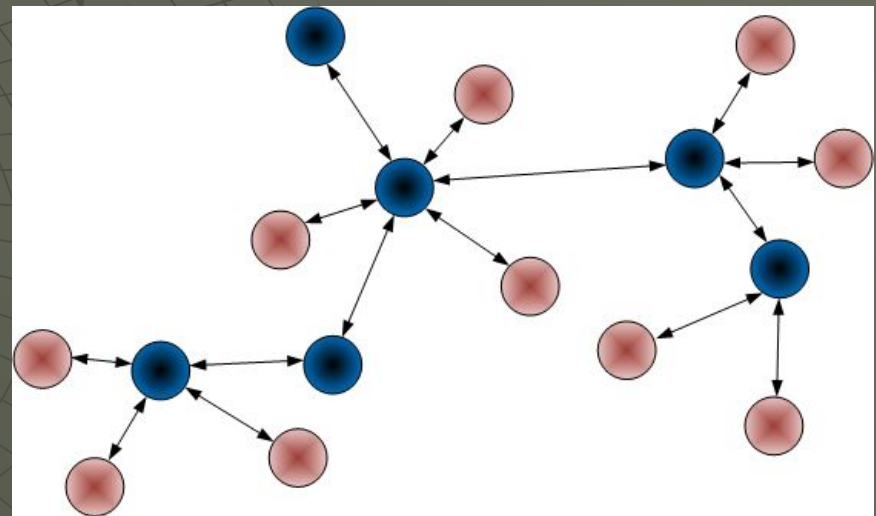
Одноранговая (Peer-to-Peer)

В топологии типа «звезда» после первого включения полнофункциональное сетевое устройство может организовать свою собственную сеть и стать сетевым координатором.

Все сети данной топологии работают независимо одна от другой.

Это достигается выбором сетевого идентификатора, который не используется другими сетями, находящимися в пределах радиуса действия данной сети.

После выбора сетевого идентификатора координатор может принять другие устройства в состав сети, причем как FFD, так и RFD.



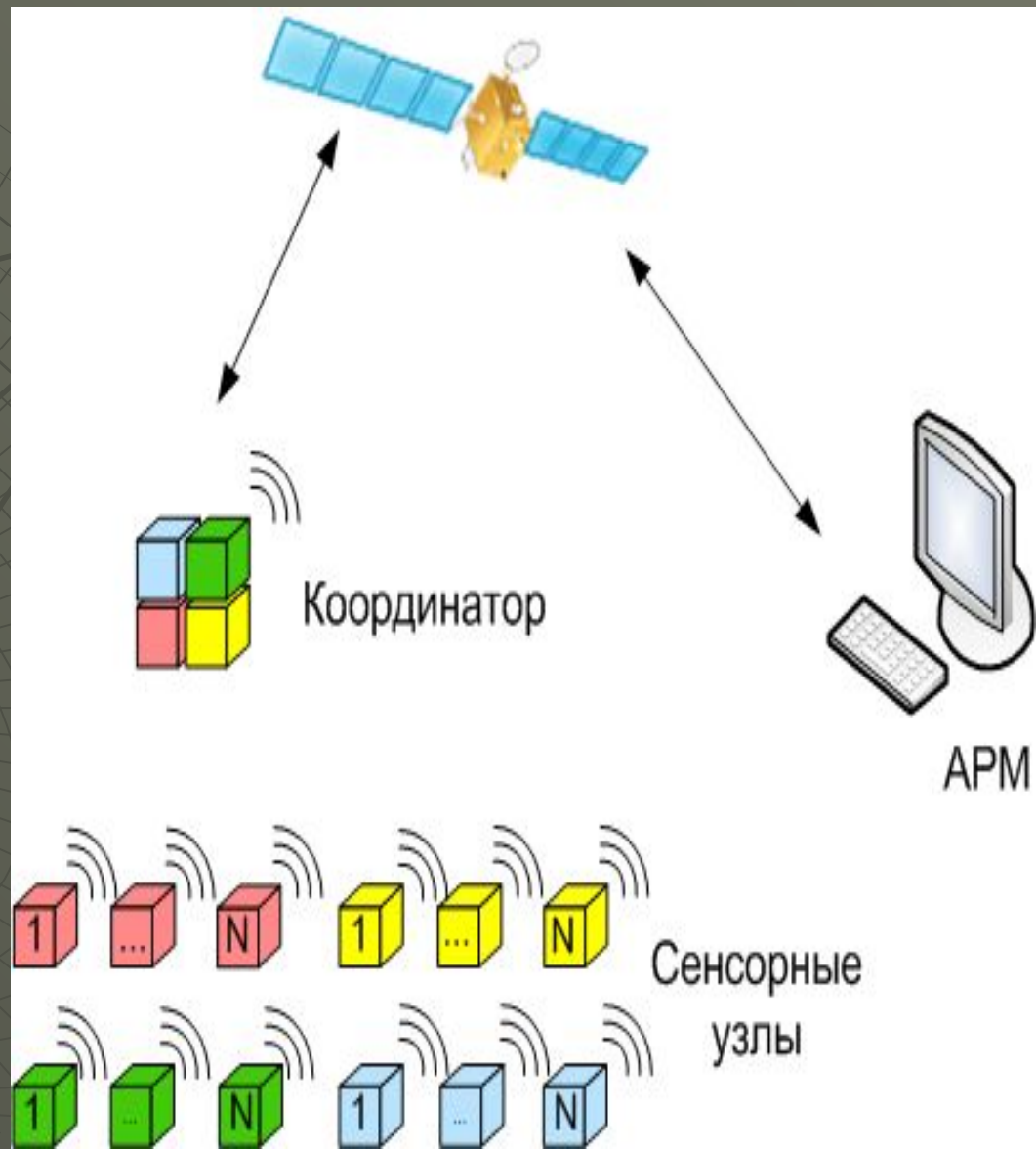
Гибридная

ТРЕХУРОВНЕВАЯ ИЕРАРХИЯ УЗЛОВ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

Агенты самого верхнего уровня решают задачи, связанные с непосредственным **принятием диагностических решений**.

Второй уровень иерархии представлен **координатором сети**. В основе каждого координатора лежит агент управления.

На первом уровне иерархии располагаются **сенсорные узлы** БСС – сбор локальной информации о контролируемом процессе в зоне размещения агента



РОЛЬ АГЕНТОВ СЕНСОРОВ

Таким образом, значительная часть информационного пространства интеллектуальной среды формируется агентами сенсоров. Взаимодействие этих агентов в процессе обработки информации позволяет снизить требования к их вычислительным ресурсам.

Вообще, понятие AmI тесно связано с наукой о сервисах (Service Science), поскольку его цель заключается в оказании определенных услуг пользователям.

При реализации взаимодействий между сенсорами также может использоваться сервис-ориентированная архитектура: возможности сенсоров по обработке информации – это те сервисы, которые они могут предоставлять другим агентам.

ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА

Поведенческая информатика (Behavior Informatics) – это новая область на стыке психологии и информатики, которая занимается проблемами компьютерного моделирования, анализа, представления и управления поведением.

По сути, речь идет об изучении индивидуального и группового поведения с прагматических позиций.

В частности, исследуются вопросы динамики поведения, его оптимизации по некоторому критерию, формирования и извлечения паттернов поведения (Behavior Pattern Mining), анализа поведенческих сетей, обнаружения аномального поведения.

Часто используется термин «поведенческая информатика и аналитика». В русле этого направления поведение (например, поведение заказчика) понимается как события, действия или операции, осуществляемые людьми в определенном контексте и в конкретной среде

Cao L. Behavior Informatics and Analytics: Let Behavior Talk. 2006

ПОВЕДЕНЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КИБЕРНЕТИКЕ И ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ

Богатые исторические традиции :

М.Л. Цетлин – моделирование коллективного поведения автоматов;

М.М. Бонгард – программа «Животное» (по сути, первый анимат);

В.А. Лефевр – моделирование рефлексивного поведения;

Д.А.Поспелов – моделирование индивидуального и коллективного поведения (теория гиромата, фреймы поступков)

Обзорная монография: **«От моделей поведения к искусственному интеллекту»**. – М.: КомКнига, 2006 (серия «Науки об искусственном»)

Д.А.ПОСПЕЛОВ – РОДОНАЧАЛЬНИК ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИКИ

Общая теория поведения естественных и искусственных систем как основа поведенческой информатики.

Д.А.Поспелов – автор **психоники**, в основе которой лежит моделирование психологии поведения искусственных систем.

Виды моделей поведения, рассмотренные в работах Д.А.Поспелова

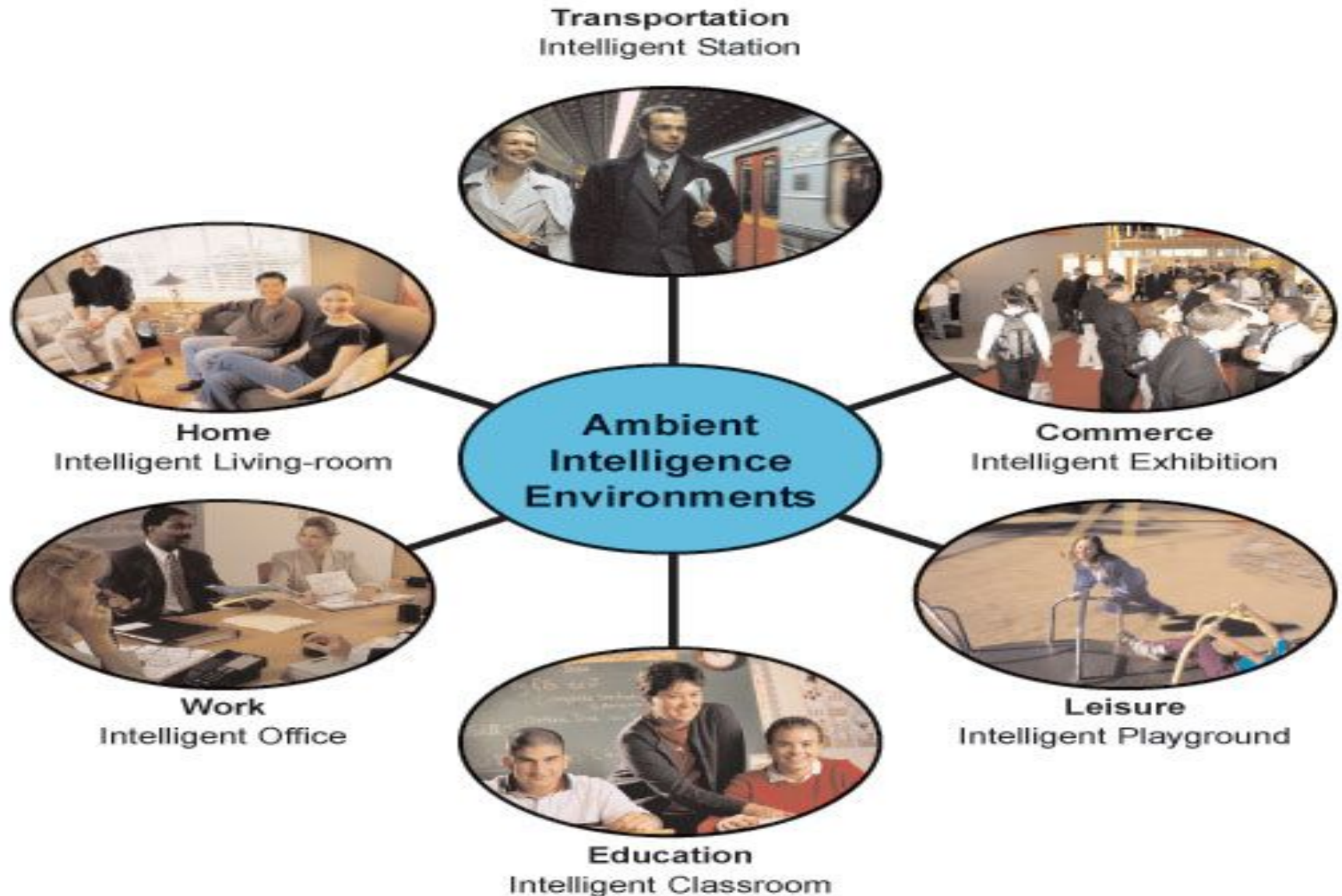
Модели индивидуального поведения:

- Конечный автомат (в частности, недетерминированный, вероятностный и нечеткий автомат)
- Гиromат (модель простого агента)
- Рефлексивные модели
- Фреймы (пара графов) поступков
- Логика поведения (логика норм, логика оценок ситуаций)

Модели коллективного поведения:

- Игры автоматов (например, игра в размещение)
- Дилемма заключенного

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕД



МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ



ЗАДАЧИ МОНИТОРИНГА

1. Анализ протекания процессов в контролируемых объектах.
2. Диагностирование текущих состояний объектов инфраструктуры.
3. Прогнозирование дальнейшего развития ситуации.
4. Информационная подготовка и выработка решений по управлению состоянием инфраструктуры

ЕДИНЫЙ АГЕНТО-ЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Современное сетевое предприятие рассматривается как сообщество агентов



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

