

Знаковая картина мира субъекта деятельности

Александр Панов

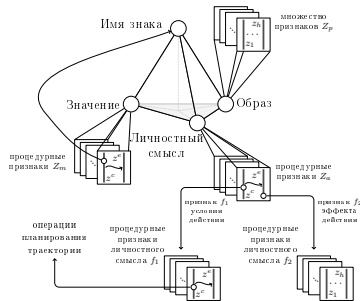
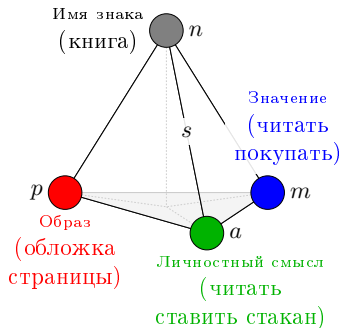
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук

25 апреля 2016 г.

Знаковая модель представления знаний

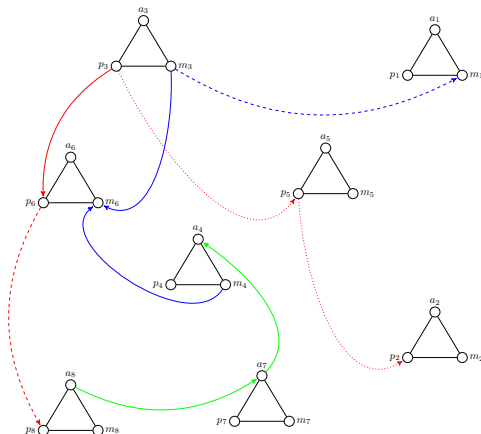
Компонентом представления знаний является знак:

- в смысле культурно-исторического подхода Выготского-Лурии,
- следуя теории деятельности Леонтьева.



Нейрофизиологические данные свидетельствуют в пользу существования такой структуры (Эдельман, Иваницкий, Маунткастл и др.)

Картина мира субъекта деятельности (Осипов, Панов, Чудова)




Семиотическая сеть
 $H = \langle H_P, H_A, H_M \rangle$, где

- $H_P = \langle 2^P, \mathfrak{R}_P \rangle$ — семантическая сеть на множестве образов знаков,
- $H_A = \langle 2^A, \mathfrak{R}_A \rangle$ — семантическая сеть на множестве значений знаков,
- $H_M = \langle 2^M, \mathfrak{R}_M \rangle$ — семантическая сеть на множестве личностных смыслов знаков.

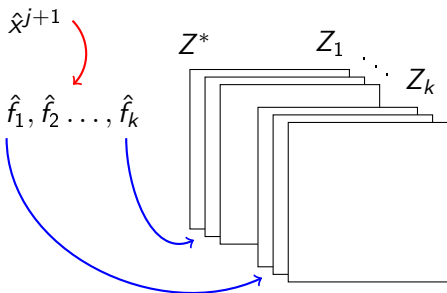
Модель процесса восприятия — алгоритм \mathcal{A}_{th}

$$\hat{f}_1, \hat{f}_2, \dots, \hat{f}_k$$

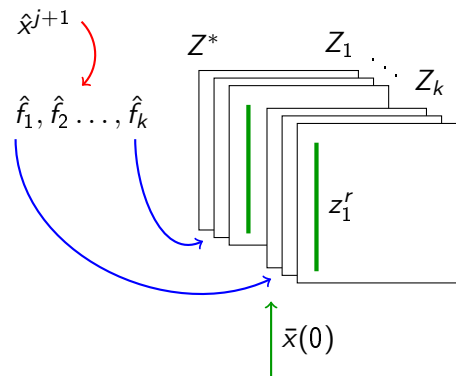
Модель процесса восприятия — алгоритм \mathcal{A}_{th}

$$\hat{x}^{j+1}$$

$$\hat{f}_1, \hat{f}_2, \dots, \hat{f}_k$$

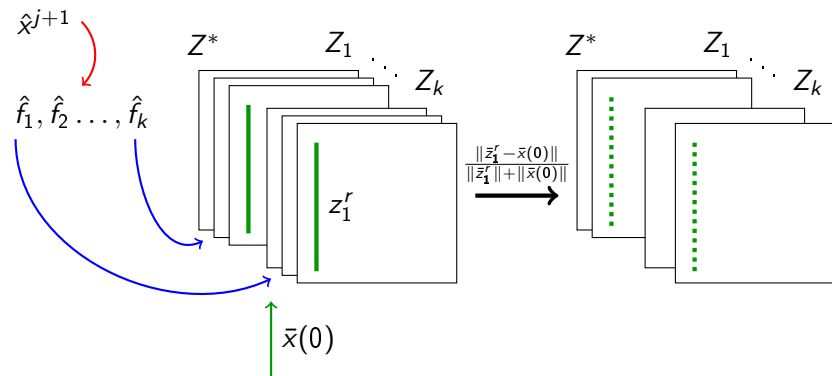
Модель процесса восприятия — алгоритм \mathcal{A}_{th}



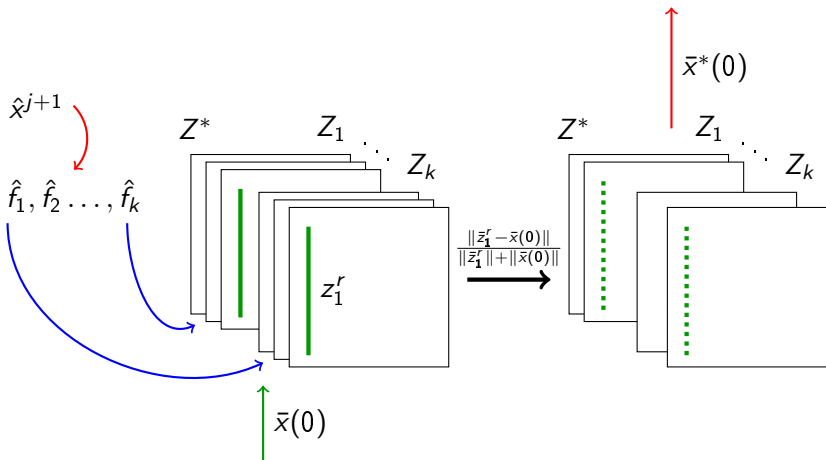
Модель процесса восприятия — алгоритм \mathcal{A}_{th}



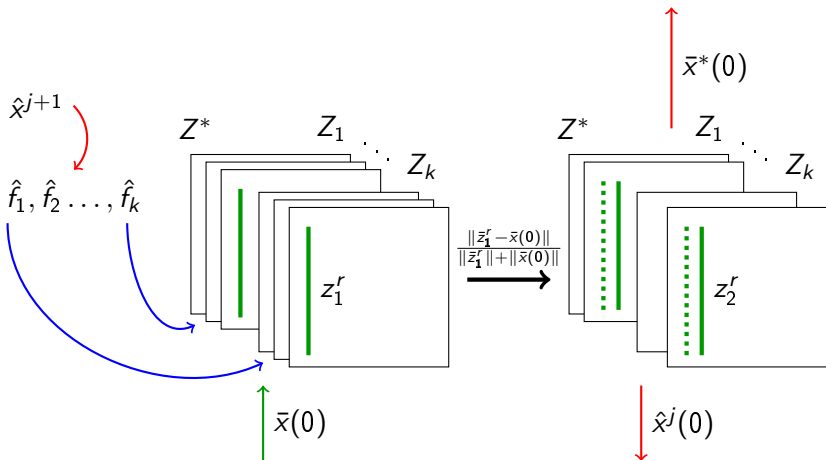
Модель процесса восприятия — алгоритм \mathcal{A}_{th}



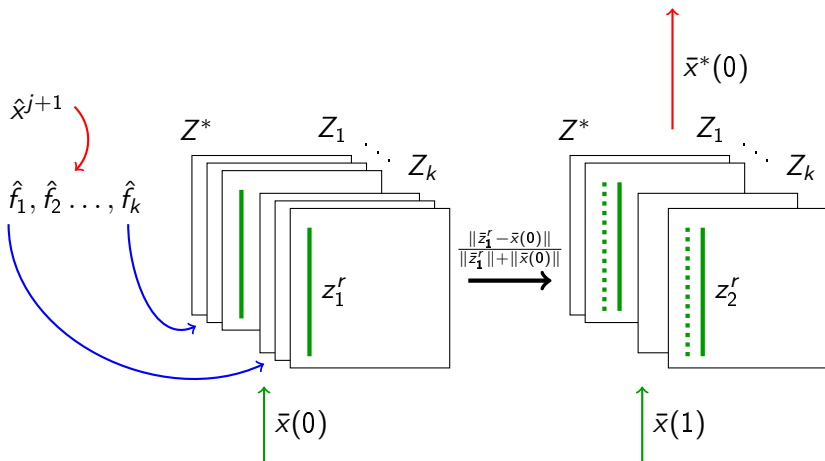
Модель процесса восприятия — алгоритм \mathfrak{A}_{th}



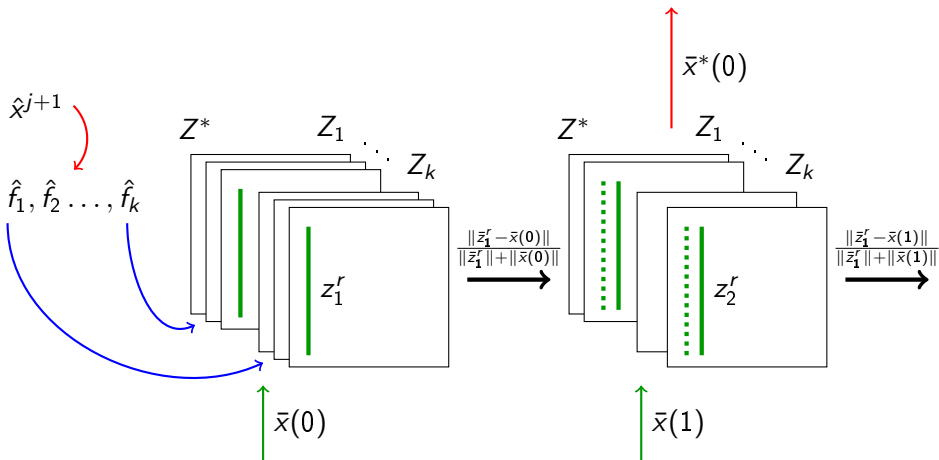
Модель процесса восприятия — алгоритм \mathfrak{A}_{th}



Модель процесса восприятия — алгоритм \mathfrak{A}_{th}



Модель процесса восприятия — алгоритм \mathcal{A}_{th}



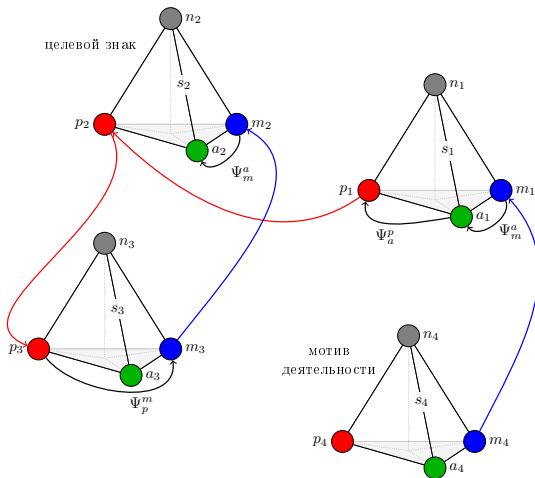
Модель процесса обучения (Панов, Петров, Скрынник)

К основным принципам работы механизма обучения относятся:

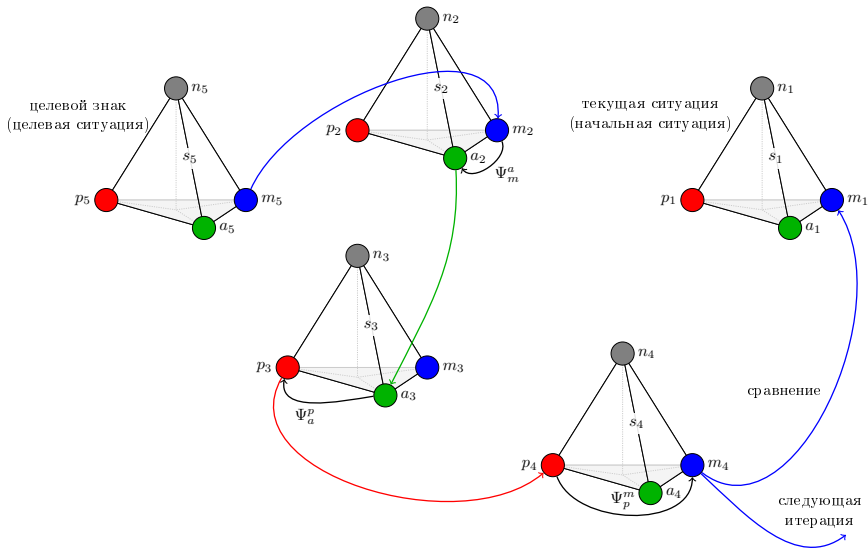
- использование иерархии вычислительных узлов с восходящими и нисходящими связями,
- использование Хэббовских правил обучения,
- разделение пространственного и временного группировщиков,
- подавление второстепенной активации для формирования разреженного представления.

Формируемые в результате работы механизма обучения связи задают матрицу предсказания для некоторого выходного признака в модели распознающих автоматов.

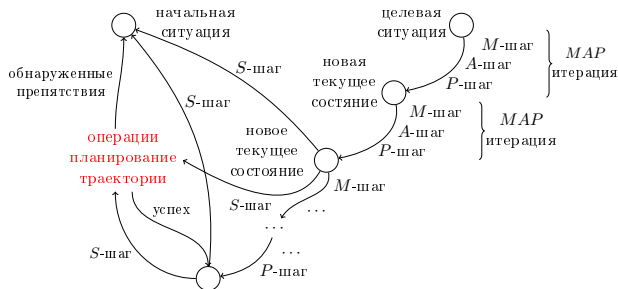
Модель процесса целеполагания (Осипов, Панов)



Модель процесса планирования поведения



Алгоритм планирования поведения



Процесс планирования начинается с конечной ситуации и стремится достичь начальной ситуации.

Основные шаги алгоритма (MAP-итерации):

- **M-step** – поиск применимых действий на сети значений,
- **A-step** – подбор личностных смыслов, соответствующих найденным значениям,
- **P-step** – построение новой текущей ситуации по множеству признаков условий найденных действий,
- **S-step** – отправка сообщения другим участникам коалиции или выполнение найденного действия или активаций иерархии операция вплоть до операций планирования пути.

Особенности постановки задачи

Рассматривается случай группового взаимодействия автономных технических объектов (агентов), в котором:

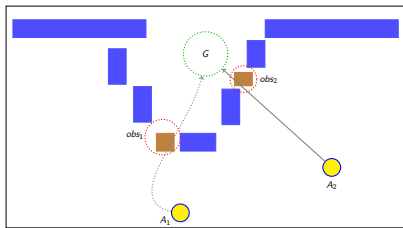
- агенты решают общую задачу (имеют общую цель высшего уровня),
- агенты действуют независимо друг от друга (децентрализованное управление), в т.ч. могут ставить индивидуальные подцели и достигать их,
- агенты обладают различными характеристиками, как техническими, так и когнитивными, т.е. разными стратегиями поведения,
- агенты обладают различными картинками мира,
- агенты действуют в меняющейся среде.

Требования к представлению знаний

На представление пространственных и временных знаний в задаче согласованного перемещения с такими особенностями налагается ряд ограничений:

- необходимость поддержки некоторого протокола коммуникации, разделение знаний на коммуницируемые и некоммуницируемые (личные),
- необходимость выделения компоненты знания, не зависящей от индивидуальных (личных) характеристик агента,
- требование к наличию механизма связывания реальных объектов внешней среды и процедур их распознавания с символьным коммуницируемым представлением (symbol grounding problem),
- поддержка механизмов пополнения картины мира (обучение и абстрагирование).

Задача интеллектуального перемещения (Панов, Яковлев)



Задача

Целевая область не достижима некоторым агентом самостоятельно (с использованием только методов планирования траектории).

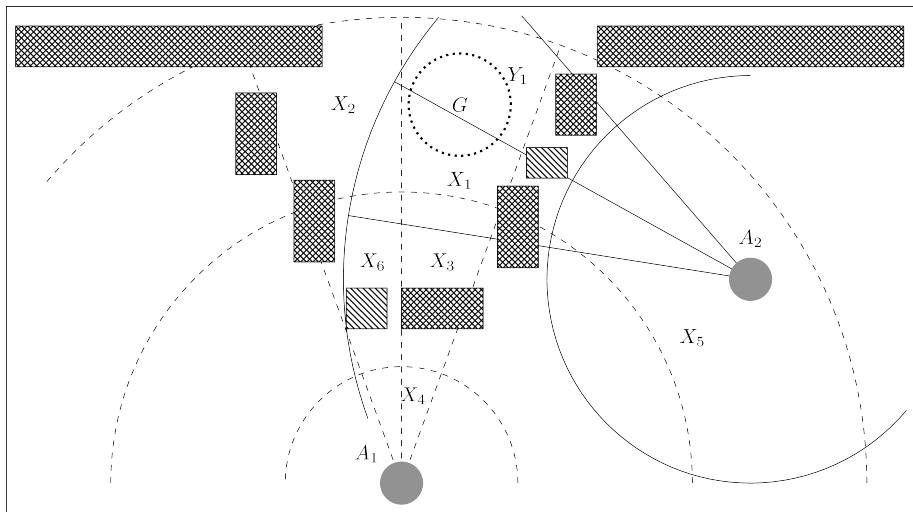
Решение

Агенты должны поддерживать коммуникацию и модифицировать свои собственные планы с учетом коалиционных подзадач.

Особенности:

- Меняющаяся внешняя среда.
- Различные типы препятствий (некоторые могут быть разрушены).
- Агенты обладают различной функциональностью.
- Общая пространственная цель (ВСЕ агенты должны достичь определенной области на карте).

Представление пространственных знаний



Представление действий по перемещению

Действия по перемещению — знаки s_t (признаки f_t , t — тип перемещения), которым соответствуют матрицы предсказания типа Z_t , состоящие из трёх столбцов

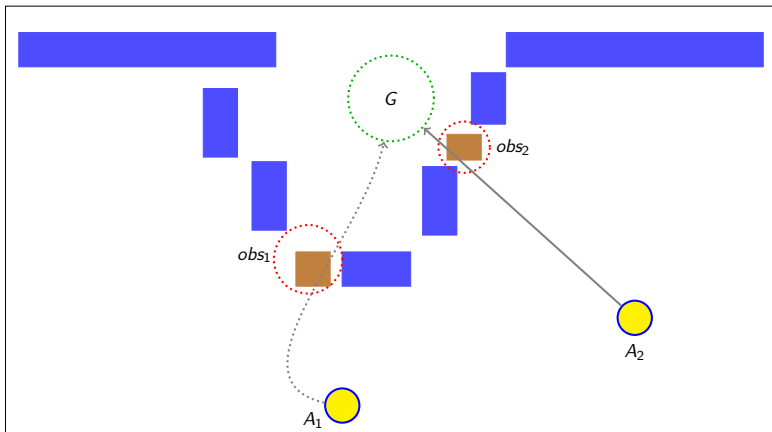
$$z_1 = (l_x, l), z_2 = (l_y, d_u, E), z_3 = (l_y, l, t_v)$$

, где

- l_x, l_y — признаки, соответствующие категории расстояния в пространственной логике (например, вплотную, близко, далеко и др.),
- d_u — признак, соответствующий категории направления в пространственной логике (например, впереди, слева и др.),
- t_v — признак, соответствующий категории времени во временной логике (например, скоро, в будущем и др.),
- l — признак присутствия самого агента,
- E — признак отсутствия препятствия.

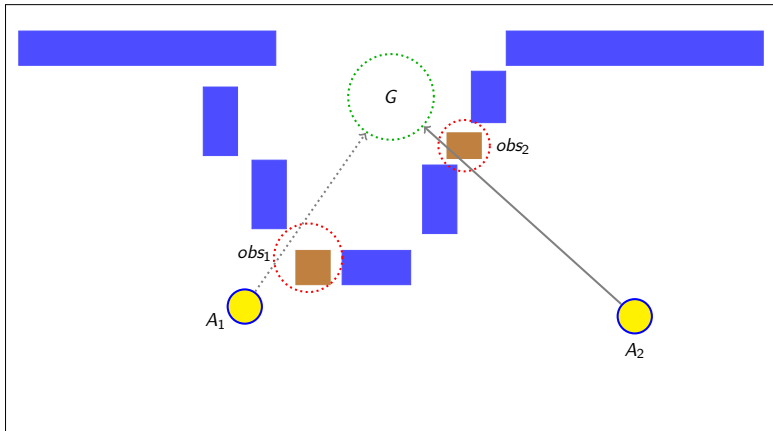
Распределение ролей при решении задачи

Пример по перемещению



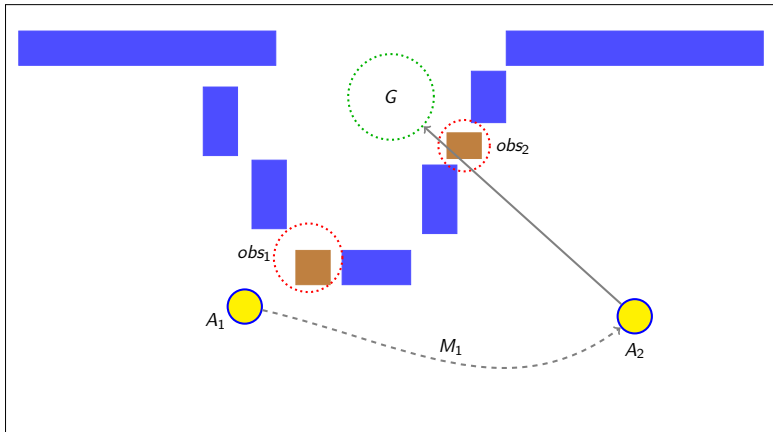
Актуализированные знаки агента A_1 : “область X_6 ”, “далеко”,
“перемещение 1” → операции планирования траектории.

Пример по перемещению



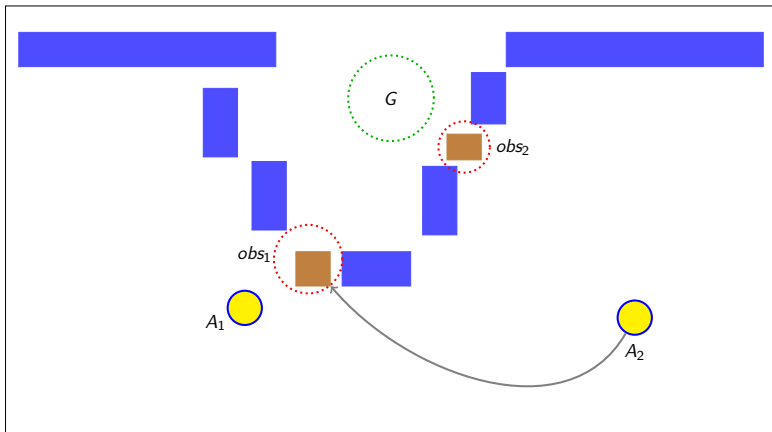
Актуализированные знаки агента A_1 : “препятствие 1”, “рядом”, “область X_6 ”.

Пример по перемещению



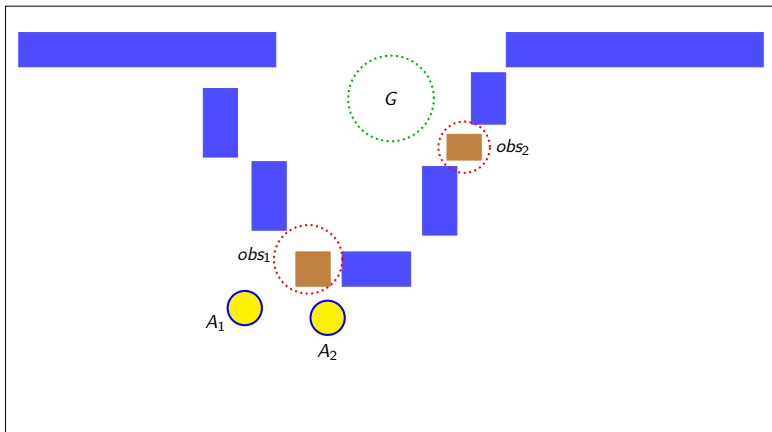
Актуализированные знаки агента A_1 : “отправить сообщение”, “агент A_2 ”.

Пример по перемещению



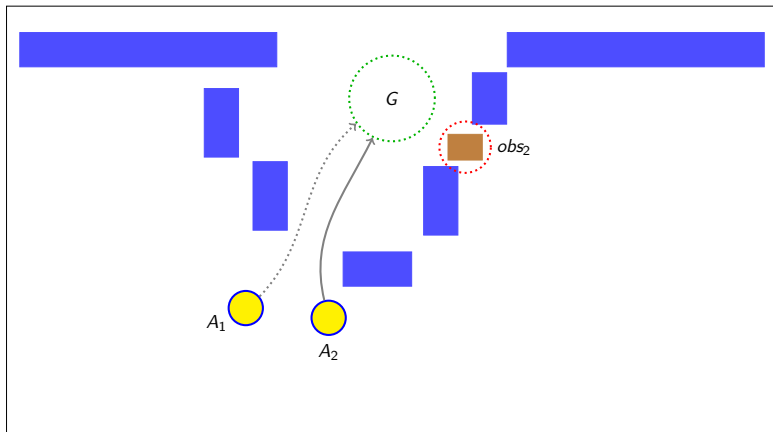
Актуализированные знаки агента A_2 : “область Y_3 ”, “далеко”,
“перемещение 2” → операции планирования траектории.

Пример по перемещению



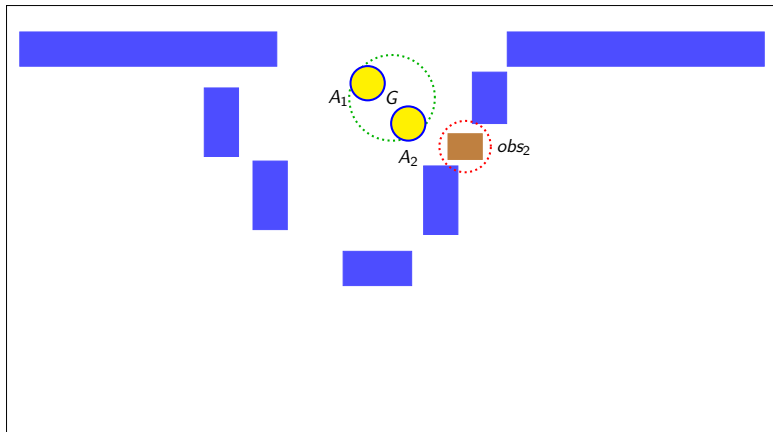
Актуализированные знаки агента A_2 : “область Y_1 ”, “рядом”, “препятствие 1”, “разрушить”.

Пример по перемещению



Актуализированные знаки агента A_1 and A_2 : “далеко”, “перемещение 3”
→ операции планирования траектории.

Пример по перемещению



Актуализированные знаки агента A_1 и A_2 : целевое состояние (“область G ”).

Применение для решения интеллектуальных задач

- Моделирование внимания,
- образование нового знания (концепта),
- планирование поведения,
- построение картины мира субъекта на основе текстов,
- генерация сообщений на основе картин мира определенного типа (виртуальные ассистенты),
- построение многоуровневых архитектур управления.

Некоторые публикации

- Emel'yanov, Stanislav et al. "Multilayer cognitive architecture for UAV control". In: *Cognitive Systems Research* 39 (2016), pp. 58–72.
- Panov, Aleksandr I. and Konstantin S. Yakovlev. "Behavior and path planning for the coalition of cognitive robots in smart relocation tasks". In: *Robot Intelligence Technology and Applications 4. Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2016, (In Press).
- Osipov, G. S., A. I. Panov, and N. V. Chudova. "Behavior Control as a Function of Consciousness. II. Synthesis of a Behavior Plan". In: *Journal of Computer and Systems Sciences International* 54.6 (2015), pp. 882–896.
- Panov, A. I., A. V. Shvets, and G. D. Volkova. "A Technique for Retrieving Cause and Effect Relationships from Optimized Fact Bases". In: *Scientific and Technical Information Processing* 42.6 (2015), pp. 420–425.
- Макаров, Д. А., А. И. Панов и К. С. Яковлев. «Архитектура многоуровневой интеллектуальной системы управления беспилотными летательными аппаратами». В: *Искусственный интеллект и принятие решений* 3 (2015), с. 18–33.
- Панов, А. И. «Представление знаний автономных агентов, планирующих согласованные перемещения». В: *Робототехника и техническая кибернетика* 4(9) (2015), с. 34–40.
- Панов, А. И., А. В. Швец и Г. Д. Волкова. «Метод извлечения причинно-следственных связей с использованием оптимизированных баз фактов». В: *Искусственный интеллект и принятие решений* 1 (2015), с. 27–34.
- Osipov, G. S., A. I. Panov, and N. V. Chudova. "Behavior control as a function of consciousness. I. World model and goal setting". In: *Journal of Computer and Systems Sciences International* 53.4 (2014), pp. 517–529.
- Panov, A. I. "Extraction of Cause-Effect Relationships from Psychological Test Data Using Logical Methods". In: *Scientific and Technical Information Processing* 41.5 (2014), pp. 275–282.

Спасибо за внимание!

ФИЦ ИУ РАН, лаб. «Динамические интеллектуальные системы»,
pan@isa.ru

Кратко о себе

Панов Александр Игоревич, к. ф.-м. н.

- Член редколлегии журнала Biologically Inspired Cognitive Architectures (BICA Journal).
- Член Российской ассоциации искусственного интеллекта (РААИ).
- Член Сообщества биологически инспирированных когнитивных архитектур (BICA Society).
- Организатор Международной школы по биологически инспирированным когнитивным архитектурам (Fierces on BICA, Москва) и Международной конференции по биологически инспирированным когнитивным архитектурам (BICA-2016, Нью-Йорк).
- Член рабочей группы «Нейронет» Национальной технологической инициативы.
- Руководитель проектов РФФИ мол _а и мол _а _дк.



Научные интересы

- *Когнитивное компьютерное моделирование*: планирование поведения, модели внимания, восприятия, принятия решений и обучения, знаковые системы.
- *Многоагентные системы*: образование коалиций, распределение ролей в коллективе, целеполагание.
- *Анализ данных*: выявление причинно-следственных связей, анализ психологических и медицинских данных.
- *Распознавание изображение*: выявление объектов на сложных сценах, рекуррентные и глубокие нейронные сети.
- *Системы управления*: управление поведением, многоуровневые архитектуры, робототехника.

Подгруппа когнитивного компьютерного моделирования

- Осипов Геннадий Семенович, д.ф.-м.н.
- Чудова Наталья Владимировна, к.псих.н.
- Кузнецова Юлия Михайловна, к.псих.н.
- Панов Александр, к.ф.-м.н.
- Петров Александр
- Киселев Глеб, асп. ИСА РАН
- Скрыник Алексей, студ. РГАТУ
- Кудинов Антон, студ. ВШЭ
- Филин Дмитрий, студ. ВШЭ

