

# Представление знаний в задачах согласованного перемещения группы БПЛА

Александр Панов  
н. с., к.ф.-м.н.

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН

09 октября 2015 г.

# 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 базами знаний (картинами мира),
- агенты действуют в меняющейся среде.

# Требования к представлению знаний

Представление пространственных и временных знаний в задаче согласованного перемещения с такими особенностями обладает рядом особенностей:

- 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).

# Семиотический (знаковый) подход

Базовый элемент картины мира — знак — это специальная четырехкомпонентная структура, представляющая в знаниях агента процессы, свойства и объекты внешней и внутренней среды.

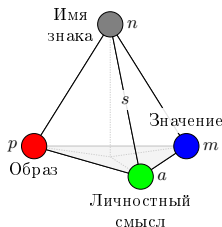
Используемые модели, теории и методы:

- психологическая теория деятельности Леонтьева и модель когнитивных функций по Выготскому,
- модели знака в ситуационном управлении и в прикладной семиотике Пospelова и Осипова,
- представление в виде семантических сетей на синтаксическом (символьном) уровне,
- нейрофизиологические данные о функционировании первичных когнитивных функций (восприятие и категоризация) для описания семантического (обучающегося) уровня.

# Знаковая пространственно-временная картина мира

Знак  $s$  как элемент картины мира включает в себя четыре компоненты:

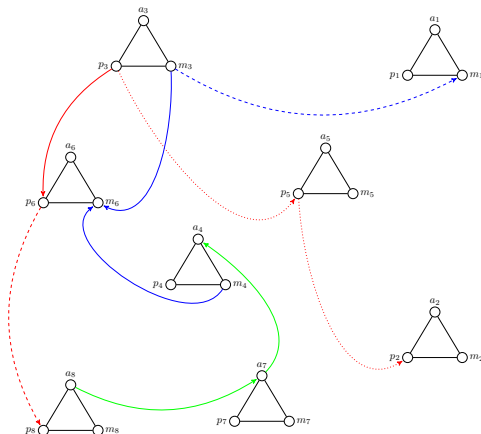
- имя  $n$ ,
- образ  $p$  — процедура распознавания и категоризации объекта, свойства или процесса,
- значение  $t$  — согласованные в группе агентов роли данного объекта или свойства в общеизвестных действиях,
- личностный смысл  $a$  — роль данного объекта или свойства в собственных (личных) действиях агента.



# Синтаксический уровень модели

Пространственные и временные отношения определяются на множестве знаков, а точнее на именах знаков. Отношения на множестве имен транслируются с отношений на множествах компонент знаков.

# Картина мира субъекта деятельности



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.

# Семантический уровень модели


Для привязки знаков к представляемым объектам и процессам внешней среды используются распознающие автоматы. Специальным образом определенная иерархия таких автоматов позволяет описать как процесс категоризации (распознавания) знака, так и определить участие знака в действиях агента.



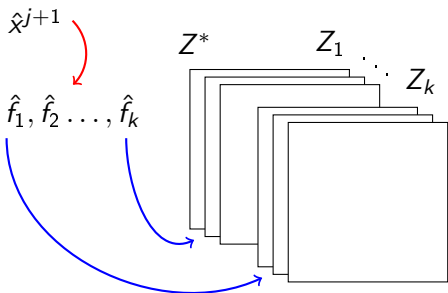
# Алгоритм $\mathcal{A}_{th}$ вычисления автоматной функции

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

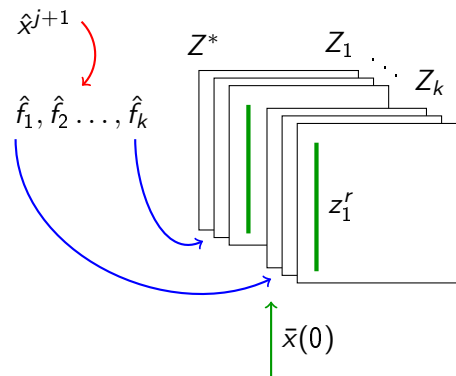
## Алгоритм $\mathcal{A}_{th}$ вычисления автоматной функции

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

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

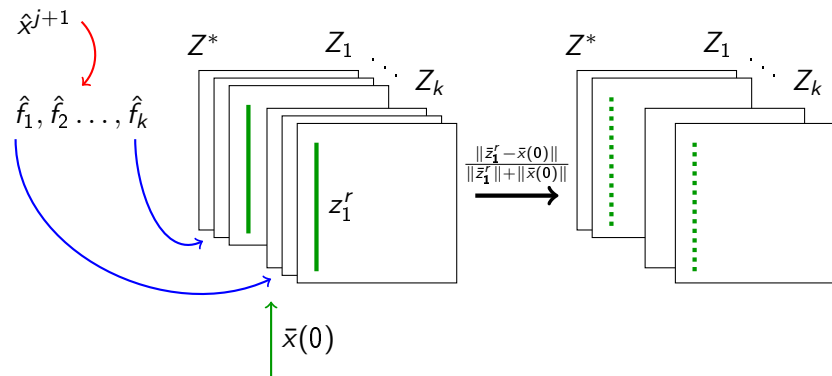
## Алгоритм $\mathfrak{A}_{th}$ вычисления автоматной функции



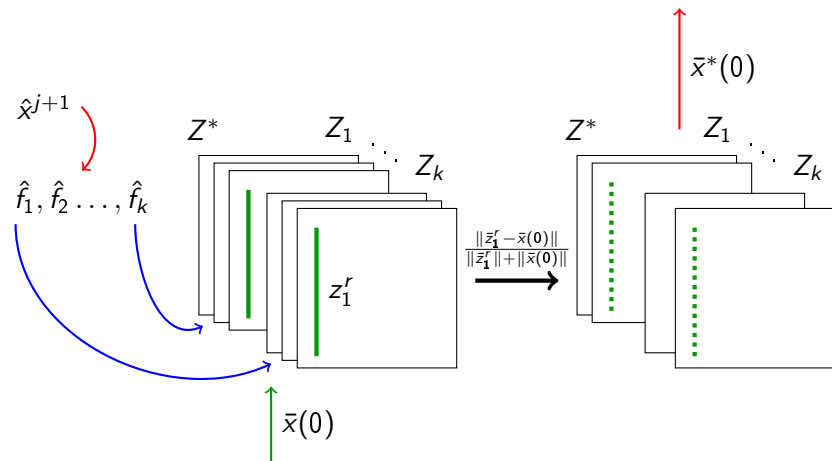
## Алгоритм $\mathfrak{A}_{th}$ вычисления автоматной функции



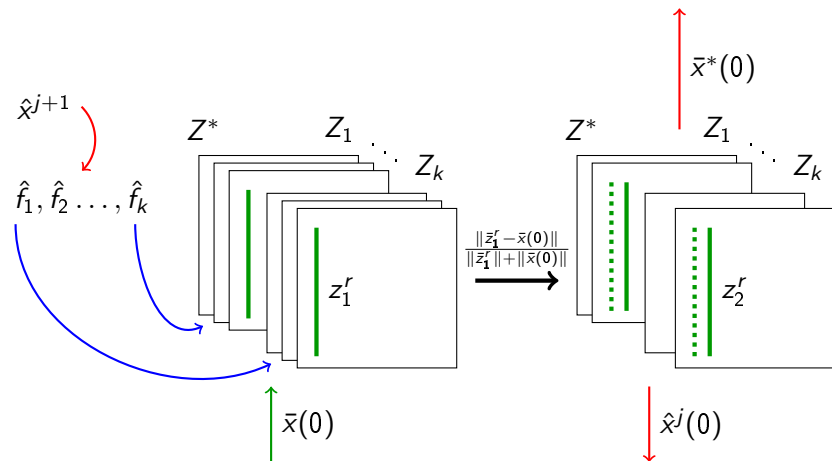
# Алгоритм $\mathfrak{A}_{th}$ вычисления автоматной функции



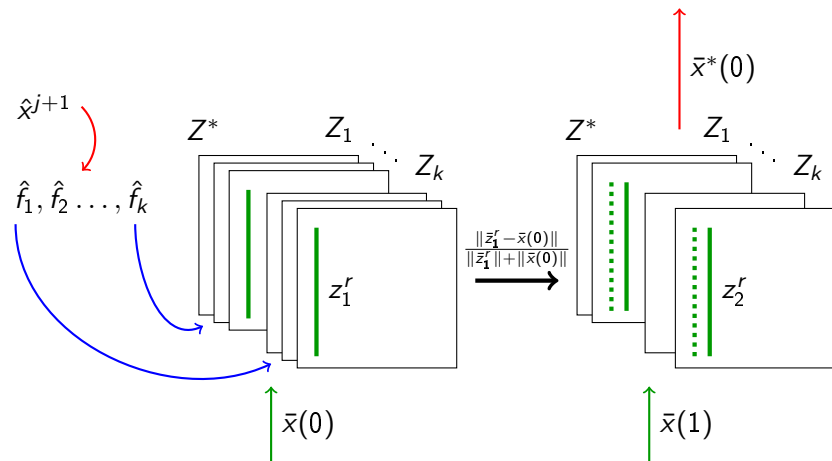
# Алгоритм $\mathfrak{A}_{th}$ вычисления автоматной функции



# Алгоритм $\mathfrak{A}_{th}$ вычисления автоматной функции

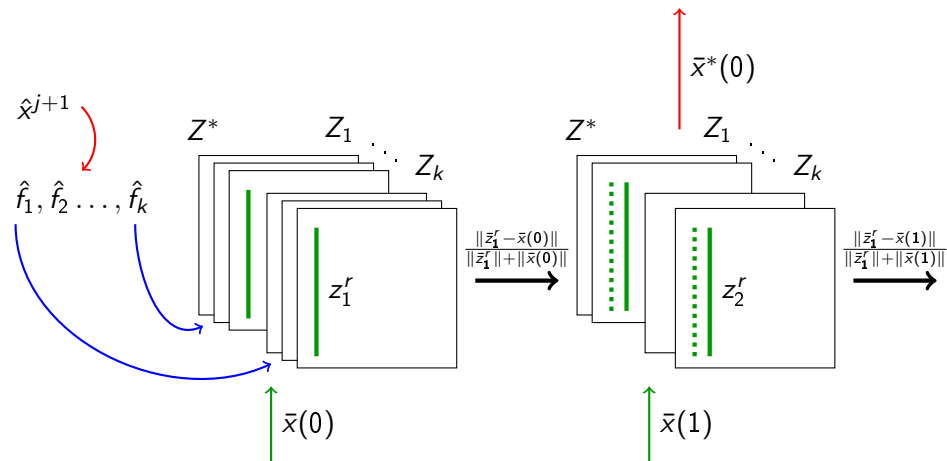


# Алгоритм $\mathfrak{A}_{th}$ вычисления автоматной функции





# Алгоритм $\mathfrak{A}_{th}$ вычисления автоматной функции



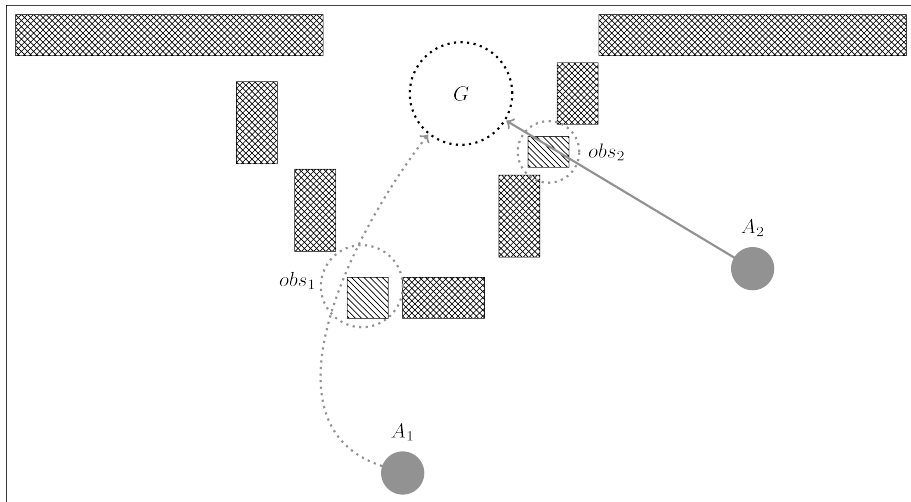
# Механизм обучения

К основным принципам работы механизма обучения относятся:

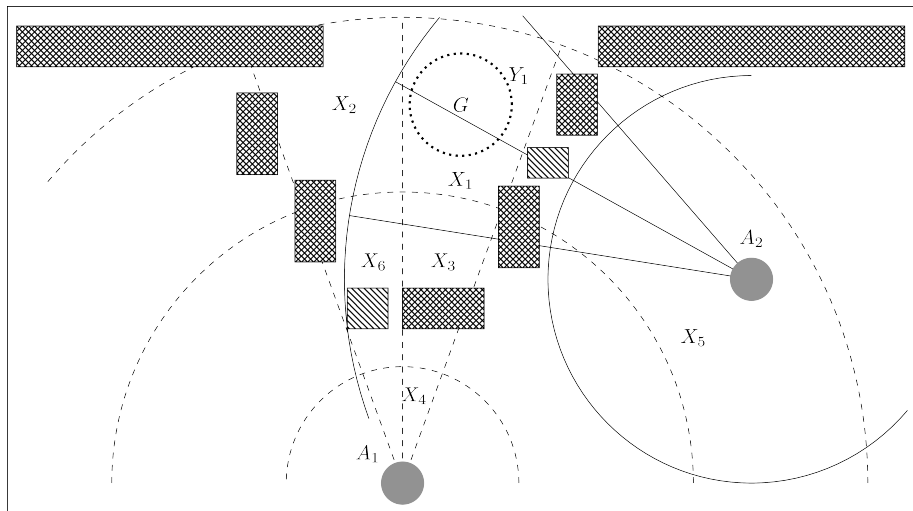
- использование иерархии вычислительных узлов с восходящими и нисходящими связями,
- использование Хэббовских правил обучения,
- разделение пространственного и временного группировщиков,
- подавление второстепенной активации для формирования разреженного представления.

Формируемые в результате работы механизма обучения связи между компонентами вычислительного узла в рамках двух связанных иерархической связью узлов задают матрицу предсказания для некоторого выходного признака в модели распознающих автоматов.

# Модельная задача



# Модельная задача



## Пример представления знаний

Действия по перемещению — знаки  $s_t$  (признаками  $f_t$ ,  $t$  — 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.

# Планирование перемещения

В процессе составления плана решения задачи, агент может обмениваться сообщениями, в состав которых входят компоненты значения, независимые от внутренних характеристик агента и являющихся обобщенными действиями.

# Спасибо за внимание!

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