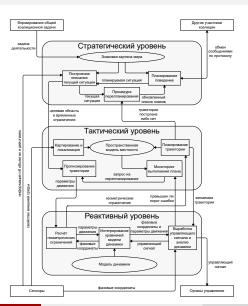
Представление знаний в задачах согласованного перемещения группы БПЛА

Александр Панов н. с., к.ф.-м.н.

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН

09 октября 2015 г.

Архитектура управления STRL



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

На представление пространственных и временных знаний в задаче согласованного перемещения с такими особенностями применим 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).

Семиотический (знаковый) подход

Базовый элемент картины мира — знак — это специальная четырехкомпонентная структура, представляющая в знаниях агента некоторый класс процессов, свойств или объектов внешней или внутренней среды.

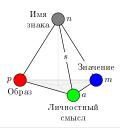
Используемые модели, теории и методы:

- психологическая теория деятельности Леонтьева и модель когнитивных функций по Выготскому,
- модели знака в ситуационном управлении и в прикладной семиотике Поспелова 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 m согласованные в группе агентов роли данного объекта или свойства в обобщенных действиях,
- личностный смысл *a* роль данного объекта или свойства в собственных (личных) действиях агента.

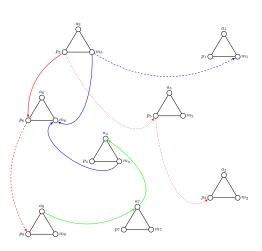


Синтаксический уровень модели

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

- на образах: отношения эквивалентности, включения, сходства, противопоставления,
- на личностных смыслах: поглощения, противопоставления, агглютинации,
- на значениях: отношения эквивалентности, сходства, ситуационное и сценарное отношения.

Модель картины мира



Cемиотическая 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,
- $H_P = \langle 2^A, \mathfrak{R}_A \rangle$ семантическая сеть на множестве значений знаков,
- $H_P = \langle 2^M, \mathfrak{R}_M \rangle$ семантическая сеть на множестве личностных смыслов знаков.

Семантический уровень модели

Для привязки знаков к представляемым объектам и процессам внешней среды используется иерархия распознающих автоматов.

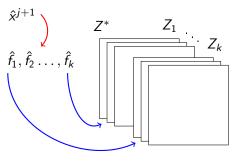
В начальный момент работы автомата поступает управляющий вектор с верхнего уровня иерархии, затем в каждый момент времени t распознающий автомат:

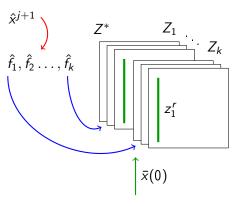
- векторов действительных чисел от 0 до 1 с нижнего уровня иерархии,
- ② вычисляет текущий весовой вектор выходных признаков и
- 🧿 управляющий вектор на нижний уровень иерархии.

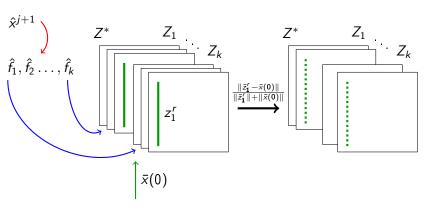
Состояние автомата R задается множеством битовых матриц предсказания Z.

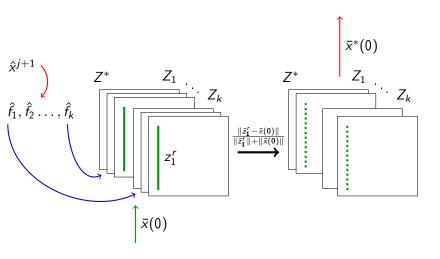
$$\hat{f}_1, \hat{f}_2, \ldots, \hat{f}_k$$

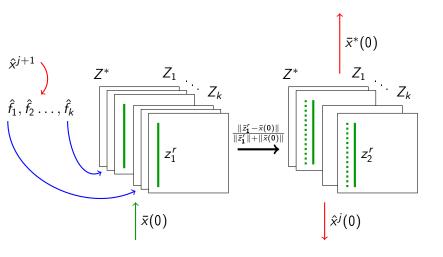
$$\hat{f}_1, \hat{f}_2 \dots, \hat{f}_k$$

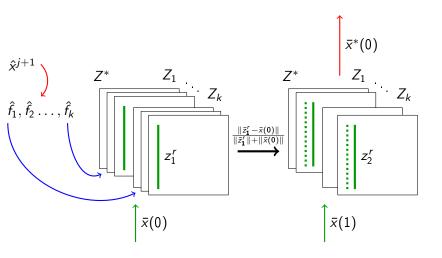


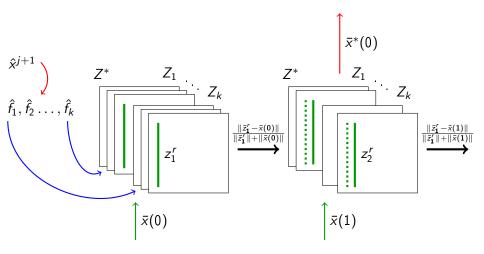












Компоненты знака

Если между множеством знаков и множеством признаков, распознаваемых всеми автоматами иерархии, установлено взаимно-однозначное соответствие (именование), то:

- образом знака s, соответствующего признаку f, является множество всех признаков, участвующих в распознавании признака f,
- значением знака s, соответствующего признаку f, является множество всех процедурных признаков, условия которых распознаются с помощью признака f.

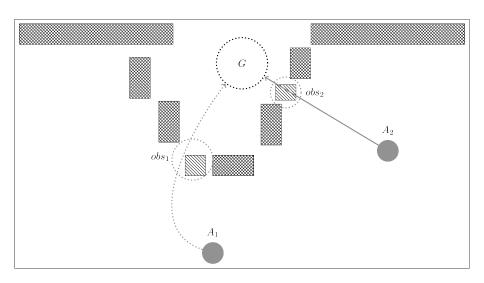
Механизм обучения

К основным принципам работы механизма обучения относятся:

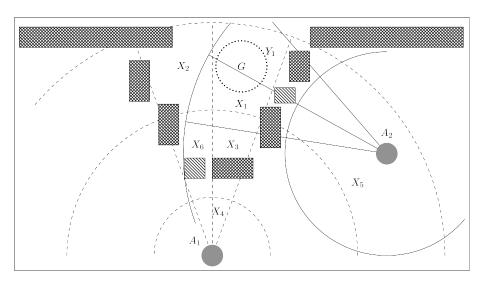
- использование иерархии вычислительных узлов с восходящими и нисходящими связями,
- использование Хэббовских правил обучения,
- разделение пространственного и временного группировщиков,
- подавление второстепенной активации для формирования разреженного представления.

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

Модельная задача



Модельная задача



Пример представления знаний

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

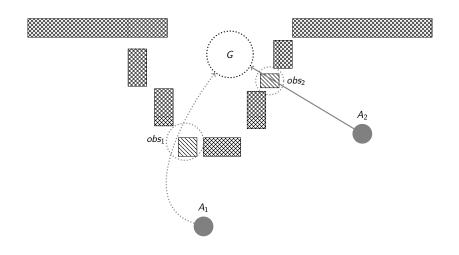
$$z_1 = (I_x, I), z_2 = (I_y, d_u, E), z_3 = (I_y, I, t_v)$$

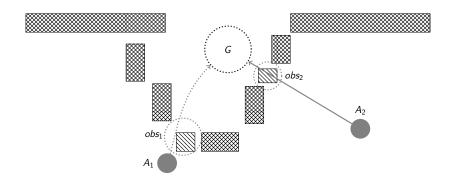
,где

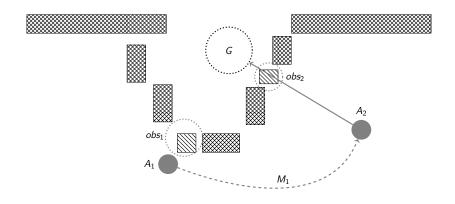
- I_x , I_y признаки, соответствующие категории расстояния в пространственной логике (например, вплотную, близко, далеко и др.),
- d_u признак, соответствующий категории направления в пространственной логике (например, впереди, слева и др.),
- t_v признак, соответствующий категории времени во временной логике (например, скоро, в будущем и др.),
- / признак присутствия самого агента,
- Е признак отсутствия препятствия.

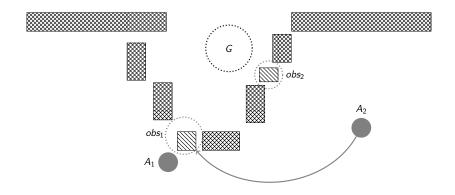
Обмен сообщениями

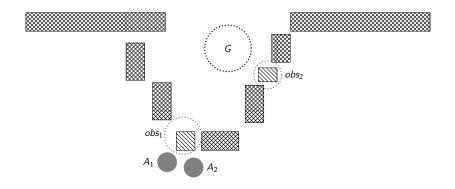
В процессе составления плана решения задачи, агент может обмениваться сообщениям, в состав которых входят компоненты значения, независящие от внутренних характеристик агента и являющихся обобщенными действиями (семантическая сеть со сценарными и ситуационными отношениями).

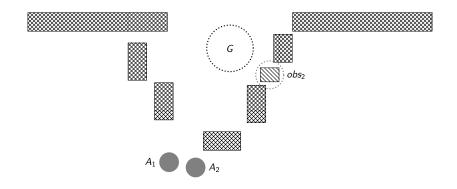


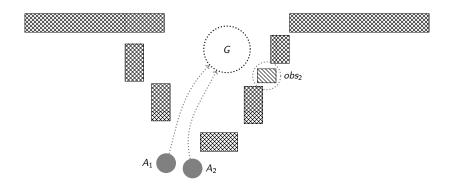


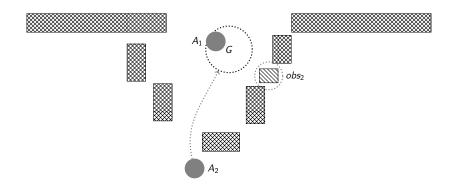


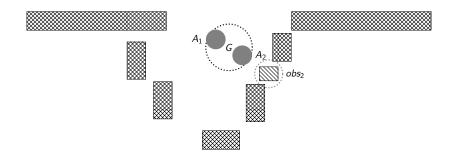












Спасибо за внимание!

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