

Целеполагание и планирование

Александр Панов

ИСА РАН

18 октября 2017 г.

David W. Aha

- Дэвид Аха — специалист по искусственному интеллекту, планирование для автономных роботов.
- Сотрудник Морского центра прикладных исследований в искусственном интеллекте, Военно-морская исследовательская лаборатория (Navy Center for Applied Research in Artificial Intelligence, Naval Research Laboratory), Вашингтон, США.
- Scopus: 149 статей, 5215 цитирований, h-индекс — 25.



Основные публикации:

- Klenk, M., M. Molineaux, and D.W. Aha. "Goal-driven autonomy for responding to unexpected events in strategy simulations". In: *Computational Intelligence* 29.2 (2013). cited By 21, pp. 187–206.
- Jaidee, U., H. Muñoz-Avila, and D.W. Aha. "Integrated learning for goal-driven autonomy". In: cited By 18. 2011, pp. 2450–2455.
- Molineaux, M., M. Klenk, and D.W. Aha. "Goal-driven autonomy in a Navy strategy simulation". In: vol. 3. cited By 31. 2010, pp. 1548–1554.
- Wettschereck, D., D.W. Aha, and T. Mohri. "A Review and Empirical Evaluation of Feature Weighting Methods for a Class of Lazy Learning Algorithms". In: *Artificial Intelligence Review* 11.1-5 (1997). cited By 406, pp. 273–314.
- Aha, D.W. "Tolerating noisy, irrelevant and novel attributes in instance-based learning algorithms". In: *International Journal of Man-Machine Studies* 36.2 (1992). cited By 255, pp. 267–287.
- Aha, D.W., D. Kibler, and M.K. Albert. "Instance-based learning algorithms". In: *Machine Learning* 6.1 (1991). cited By 2311, pp. 37–66.

Мотивация метода целенаправленной автономности (GDA)

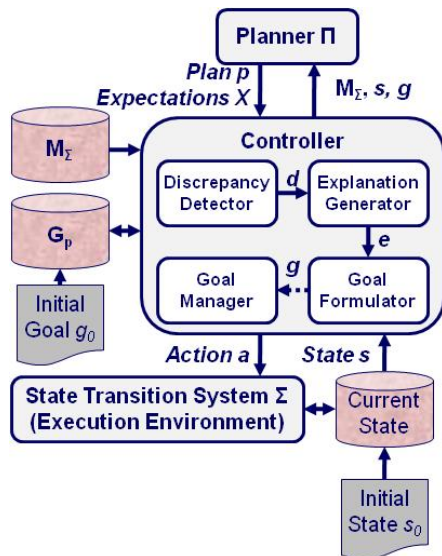
Построенные планы требуют модификации в связи с:

- недетерминированностью действий агента,
- непредсказуемости окружающей среды (наличие других агентов),
- неполнота информации о состояниях среды (область видимости).

Пути решения:

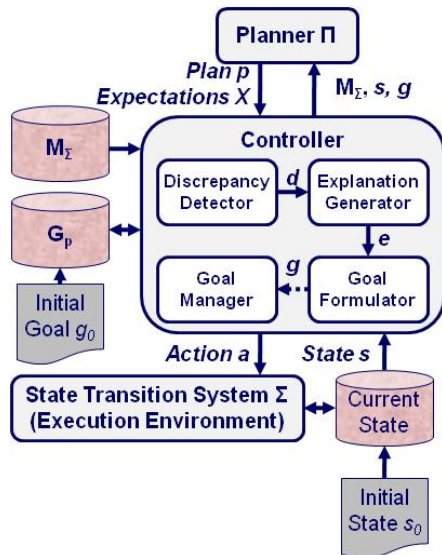
- вероятностное планирование (экспоненциальный рост числа возможных состояний),
- адаптивное планирование - с возвратом (перерасход ресурсов),
- перепланирование (цели не меняются),
- управление множеством целей (GDA).

Концептуальная модель GDA



- M_Σ - модель среды Σ ,
- G_p - цели в очереди ожидания,
- s - текущее состояние,
- g - новая цель,
- d - расхождение,
- X - ожидаемое состояние среды,
- П - планировщик (например, SHOP).

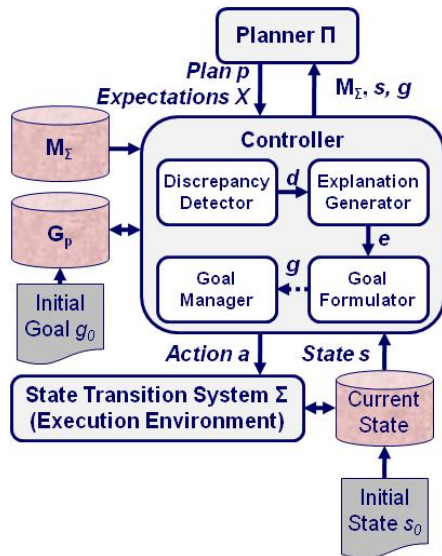
Концептуальная модель GDA



Основные стадии:

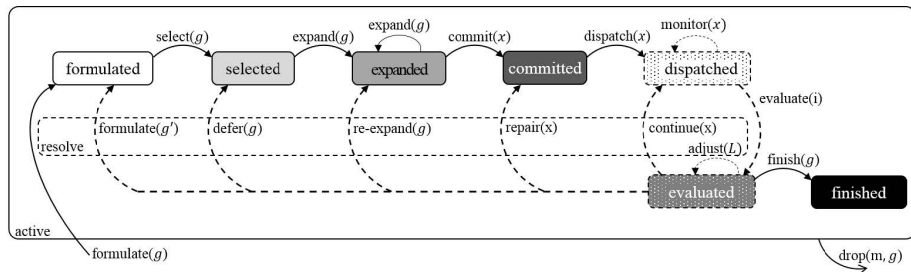
- 1 Обнаружение рассогласования, непредвиденные события.
- 2 Объяснение расхождений.
- 3 Формулирование или изменение цели.
- 4 Управление множеством целей.

Концептуальная модель GDA



- 1 Любое расхождение между ожидаемым в плане состоянием среды и наблюдаемым.
- 2 Основанный на правилах вывод или прецеденты перепланирования.
- 3 Основанный на правилах вывод или прецеденты типа «расхождение-новая цель».
- 4 Замена текущей цели на новую.

Жизненный цикл целей



- **expand** - выделение подцелей и составление плана,
- **dispatch** - выполнение лучшего плана,
- **monitor** - наблюдение за выполнением плана,
- **adjust** - изменение модели среды.

Память целей

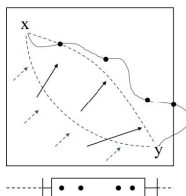
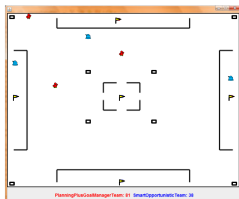
	Priority	Inertia	Mode	Quality Metrics		
	q_1	q_2	q_3	q_4	...	q_n
g_1						
g_2						
...						
g_m						

Задача максимизации общего вознаграждения в случае марковского процесса:

$$V^*(M) = \max_{\pi} (R(M, \pi) + \gamma \sum_{M'} T(M, \pi, M') V^*(M')),$$

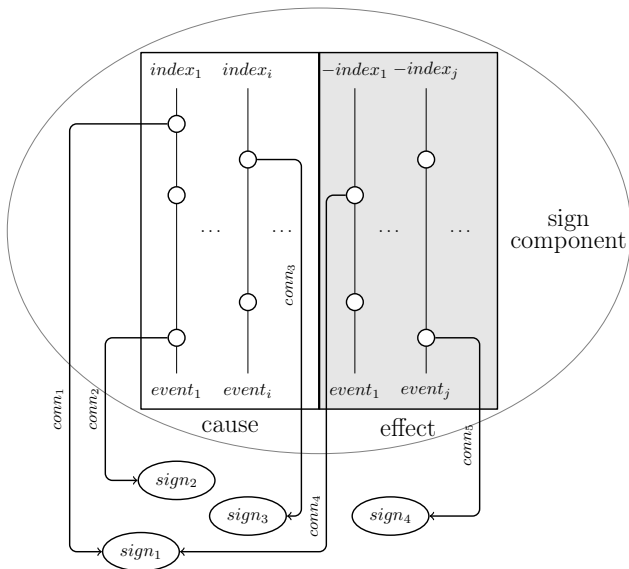
M - состояние памяти целей, π - стратегия управления целями, T - функция переходов.

Модельные эксперименты



- Задача овладения командным пунктом
- Задача перемещения в среде с возмущениями
- Управление подводным аппаратом (большая зона покрытия, встреча с другим кораблем).
- Управление БПЛА в военной операции (уменьшение нагрузки на пилота, охрана места крушения).
- Коллаборативное зондирование в чрезвычайных ситуациях (оценка состояние среды и нахождение пострадавших, разгрузка спасателей).

Каузальная матрица

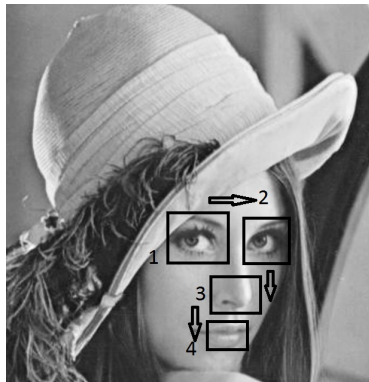
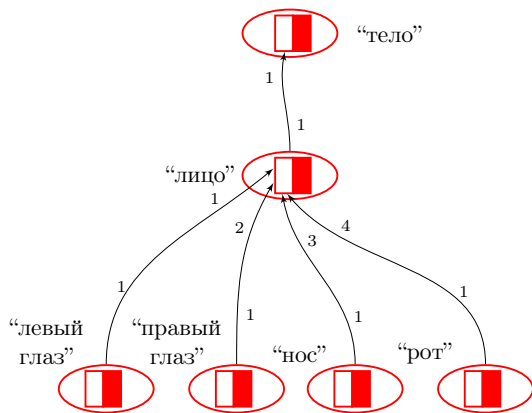


Каузальная сеть на образах

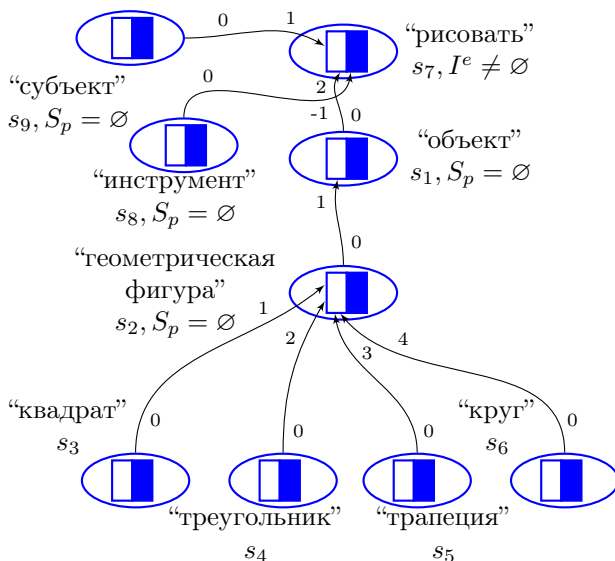
Каузальная сеть на множестве образов знаков $W_p = \langle V_p, E_p \rangle$ - помеченный ориентированный граф, в котором

- каждому узлу $v \in V_p$ ставится в соответствие кортеж казуальных матриц $Z^p(s)$ образа некоторого знака s ($v \rightarrow Z^p(s)$);
- ребро $e = (v_1, v_2)$ принадлежит множеству ребер графа E , если $v_1 \rightarrow Z^p(s_1)$, $v_2 \rightarrow Z^p(s_2)$ и $s_1 \in S_p(s_2)$;
- каждому ребру графа $e = (v_1, v_2)$, $v_1 \rightarrow Z^p(s_1)$, $v_2 \rightarrow Z^p(s_2)$ ставится в соответствие метка $\epsilon = (\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3)$ - кортеж трех натуральных чисел:
 - ϵ_1 - индекс исходной матрицы в кортеже $Z^p(s_1)$, может принимать специальное значение 0, если исходными могут служить любые матрицы из кортежа;
 - ϵ_2 - индекс целевой матрицы в кортеже $Z^p(s_2)$, строка которой ставится в соответствие признаку s_1 ;
 - ϵ_3 - индекс столбца в целевой матрице, в которой в соответствующей признаку s_1 строке стоит 1, может принимать положительные значения (*столбцы условий*) и отрицательные (*столбцы эффектов*).

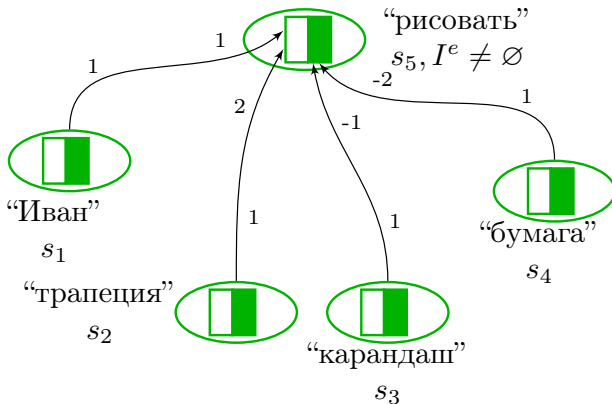
Каузальная сеть на образах: пример



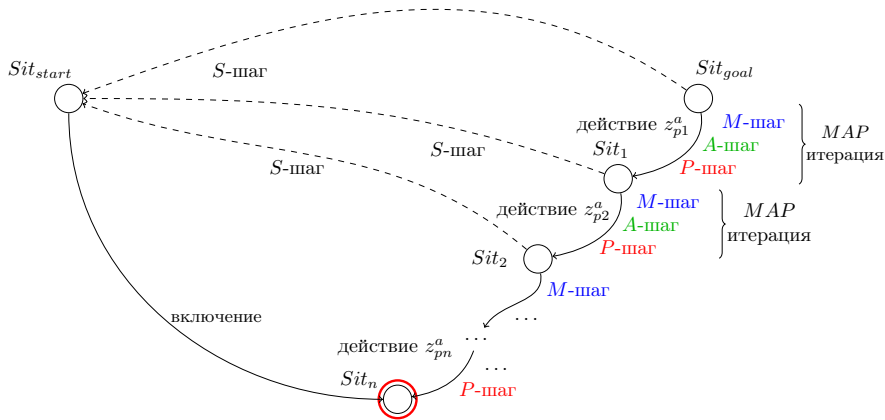
Каузальная сеть на значениях: пример



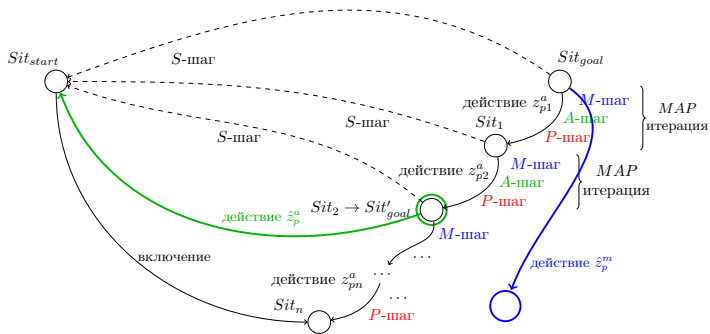
Каузальная сеть на личностных смыслах: пример



Планирование в КМ



Целеполагание в КМ



«Внутреннее» целеполагание - нахождение схематического действия \hat{z}_p^a на сети личностных смыслов.

«Внешнее» целеполагание - нахождение конкретизированного действия \hat{z}_p^m в известных сценариях на сети значений.