

Информационные технологии. Лекция 08. Роевой интеллект

Студент группы 2305 Макурин Александр

10 апреля 2023

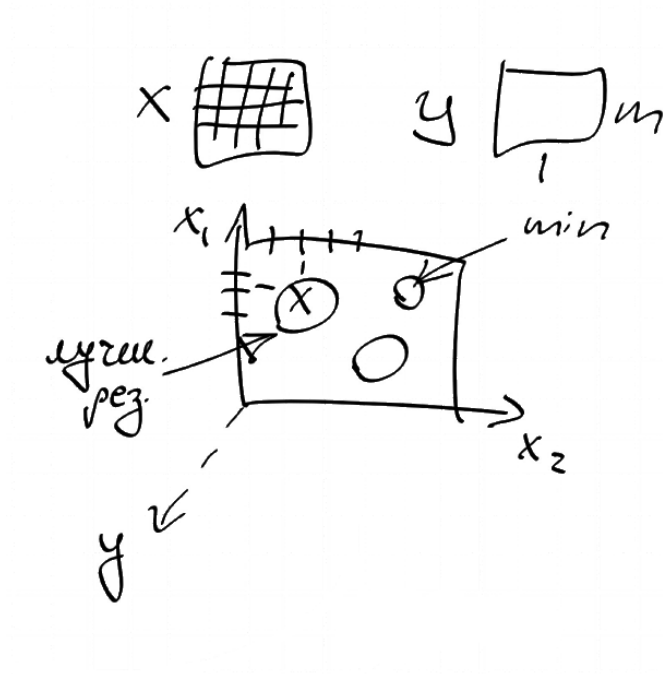
$f : X \rightarrow Y$ — найти некую функцию отображения.

y_i — решение

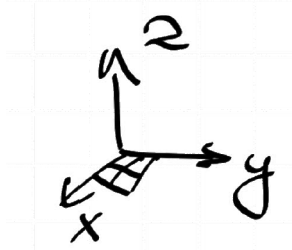
$$\bar{y}_i = f(x_i)$$

$$Err = \sum_i (\bar{y}_i - y_i)^2$$

$f = \arg \min Err$ — задача оптимизации.



Или, упрощённо, нужно найти экстремум:



$$f(x, y, z) = \sum \begin{cases} 0, \text{ нет} \\ 1, \text{ есть} \end{cases}$$

$$(x \times y) \times z$$

Попарное прохождение по координатам.

Рассмотрим $|S| > 1$ (роевой интеллект). S — популяция.

1 Общая концепция

1. Элементы — частицы.

$$\begin{aligned} S_{ij} &\pm S_{ij+1} \\ S_{ij} &\neq S_{R_j} \\ S_{iT} &= S_{RT} \end{aligned}$$

2. $S = \cup S_{sub}$ — стратификация по:

- поведению
- связи

3. Децентрализовано, по принципу стаи

4. \exists косвенный обмен информации: $S_{ij} = f(S_{ij-1}, X_{ij}, \{M\})$

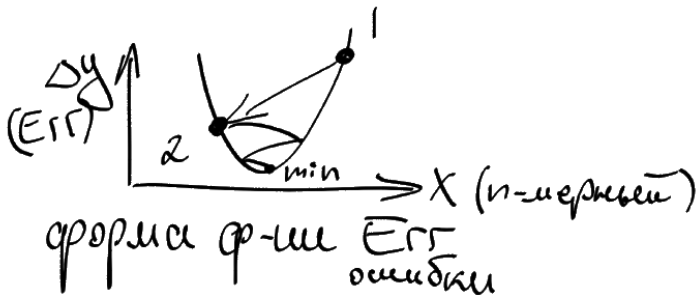
5. $S_{ij} \simeq (position)$

6. $S_{ij} \neq S_{ij+1}$

7. \min

8. $V - ?$

Пример уменьшения ошибки методом градиентного спуска:



При такой оптимизации можно попасть в локальный минимум функции и не получить оптимального решения.

Форма функции оценки (ошибки) зависит от целевой задачи и моделируемого аппарата.

2 Алгоритм Voids (1986 г) — начало роевого интеллекта

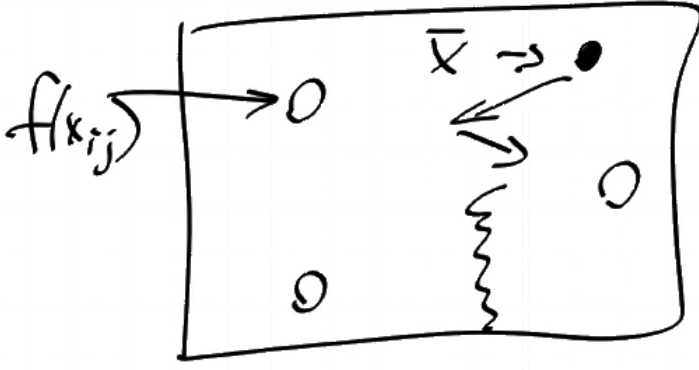
1. При перемещении из определённой точки А в неопределённую точку В:

$$x_{ij} = \frac{\sum x_j}{|x_j|} - \text{пытается находиться в центре}$$

2. $V = \frac{\sum V_j}{|V_j|}$ — усредняется

3. $\rho(i, e) \geq \text{const } M(x_j, V_{j-1})$. ρ — расстояние.

3 Particle Swarm Optimization (PSO)



0. $S = \{S_1, \dots, S_n\}$
 $S_i = \langle x_{ij}, V_{ij}, \bar{X}_i \rangle$. \bar{X}_i — лучшее целевое значение, когда-либо достигнутое этим агентом. $X_i = \arg \min \{x_{ij}\}_0$.
1. Есть пространство, случайным образом кидаются элементы, выбираем \bar{X} .
2. Для каждой точки ищется $f(x_{ij})$ оптимальное для i_j \bar{x}_j .
3. $x_{ij+1} = x_{ij} + V_{ij+1}$
 $V_{ij+1} = \omega V_{ij} + \alpha_1(\bar{x}_i - x_i) \times U + \alpha_2(\bar{x}_j - x_i) \times U$
 \bar{x}_j — квазиглобальный экстремум. ωV_{ij} — учёт предыдущих значений. $\bar{x}_i - x_i$ — когнитивная составляющая (насколько верить самим себе). $\bar{x}_j - x_i$ — социальная составляющая. $\omega, \alpha_1, \alpha_2$ — гиперпараметры. U — случайная величина, имеющая нормальное распределение на $[a, b]$ (определяет стохастический характер, нет уверенности, что алгоритм сойдётся).
 Экспериментально выяснено, что $\omega = 0.7298$.
 $[a, b] = [0, 1]$ — стандартно.
 $V_{ij+1} = \omega V_{ij} + \alpha_1(\bar{x}_i - x_i)U + \sum Trustt_{ik}(\bar{x}_l - x_i)U$

4 Подробно про муравьиный алгоритм

$$S = \langle X, T \rangle, M = (F, R)$$

$$t_{ij}^e = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$$

1. $F = |\text{верш.}|(\text{const})$
2. $f(x_{ij}) \Rightarrow \bar{x}_j$
3. $aT_{kl} = \begin{cases} (\frac{\gamma}{f(x_{ij})})^\mu, \gamma, \mu - \text{гиперпараметры} \\ 0 \end{cases}$
 $T_{kl}^{j+1} = T_{kl}^j + \Delta$
 $\bar{T}_{kl} = \min(T_{kl}^{j+1}\lambda, T_{k_1k_2}^{max})$
4. $\theta = \rho T_{kl}^j + \Delta$
 $T_{kl}^j = \begin{cases} \theta, \theta \geq T_{min} \\ T_{min}, \theta < T_{min} \end{cases}$
 ρ — показатель испарения (гиперпараметр), θ — гиперпараметр.
5. $p_m = \begin{cases} \frac{(T_{km})^\alpha \eta(r_{km})^\beta}{\sum (T_{kz})^\alpha \eta(r_{kz})^\beta} - \text{нормирование относительно ещё не посещённых вершин} \\ 0, \text{th} = 1 \end{cases}$

5 Адекватность поведения при обходе графа. Алгоритм светлячка

F_i реагирует F_{e_y}

$S, f(x_{ij}), x_{ij}$ — свечение.

1. Случайное распределение

2. Определение самого яркого $f(x_{ij}) \Rightarrow \overline{x_j}$

3. Все стремятся к ярчайшим $x_{ij+1} = x_{ij} + \delta(x_{ij}, x_{kj})(x_{kj} - x_{ij}) + \alpha U$. $\delta(a, b)$ — притягательность светлячка.

$$\delta = \begin{cases} \frac{\beta}{1 + \gamma r}, & \overline{x_k} \geq \overline{x_j} \\ 0, & \overline{x_k} < \overline{x_j} \end{cases}$$

β, γ, α — гиперпараметры. Если $\delta = 0 \Rightarrow$ формула самого притягательного светлячка.

Самый светлый движется хаотически.

Вариация алгоритма ведущий — ведомый.