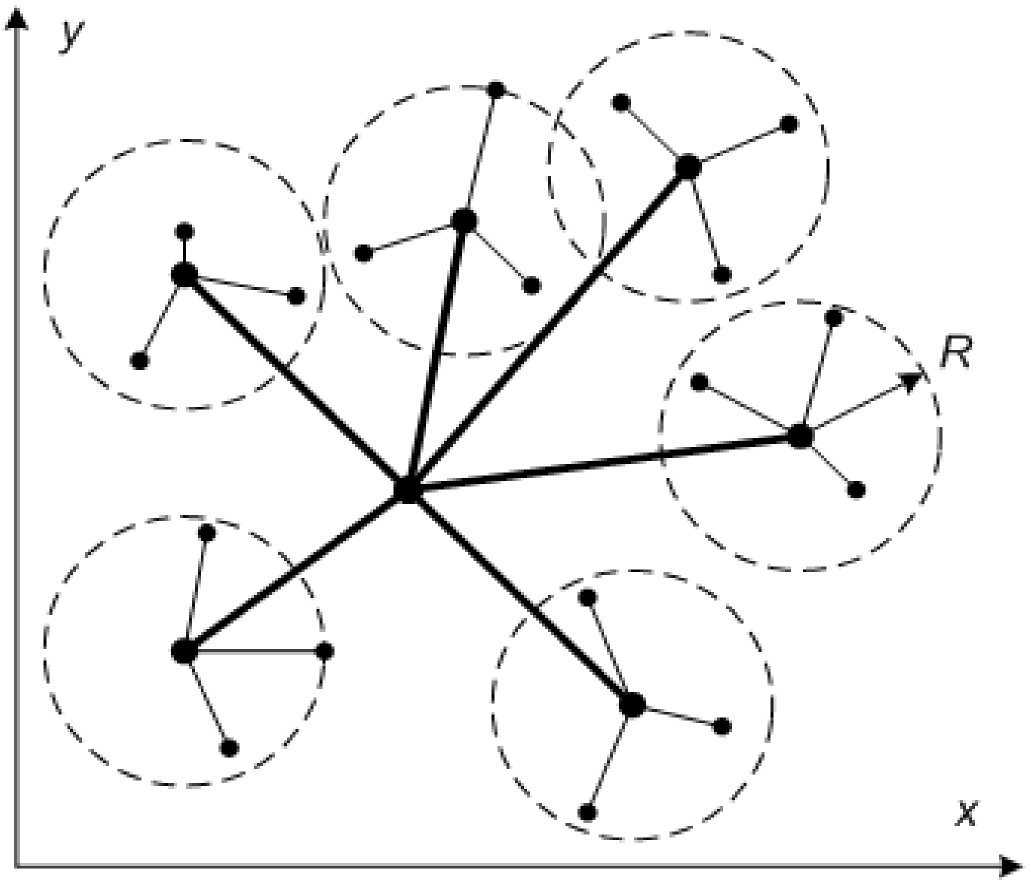
АЛГОРИТМ ПЧЕЛИНОЙ КОЛОНИИ

Естественная мотивация



Схематичное изображение стратегии разведки двумерного пространства (жирные линии — вылеты разведчиков, тонкие линии — уточнение решений рабочими пчелами)

Описание пчелиного алгоритма

1 шаг: Необходимо задать количество пчел-разведчиков S. В точки со случайными координатами $X_{\beta,0} \in D$, отправляются пчелы-разведчики, где β – номер пчелы разведчика, $\beta \in [1{:}\ S]$, а 0 обозначает номер итерации в данный момент времени. Считаются значения целевой функции $F(X)$ в этих точках.

2 шаг: В области D с помощью полученных значений выделяют два вида участков (подобластей) d_β .

Первый вид содержит n лучших участков, которые соответствуют наибольшим или наименьшим значениям целевой функции, в зависимости от того решается задача на минимум или на максимум функции.

Второй m перспективных участков, соответствующих значениям целевой функции, наиболее близким к наилучшим значениям.

Подобласть d_β является подобластью локального поиска, представляющая собой гиперкуб в пространстве R^k с центром в точке $X_{\beta,0}$. Длина его сторон равна 2Δ , где Δ – параметр, называемый размером области локального поиска.

3 шаг: Сравнивается евклидово расстояние $\left\| X_{\beta,0} - X_{\gamma,0} \right\|$ между двумя агентами-разведчиками. Для точек $A \quad (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $B \quad (y_1, y_2, \dots, y_n)$ евклидово расстояние считается по формуле

$$d(A,B) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \cdots + (x_n - y_n)^2}$$

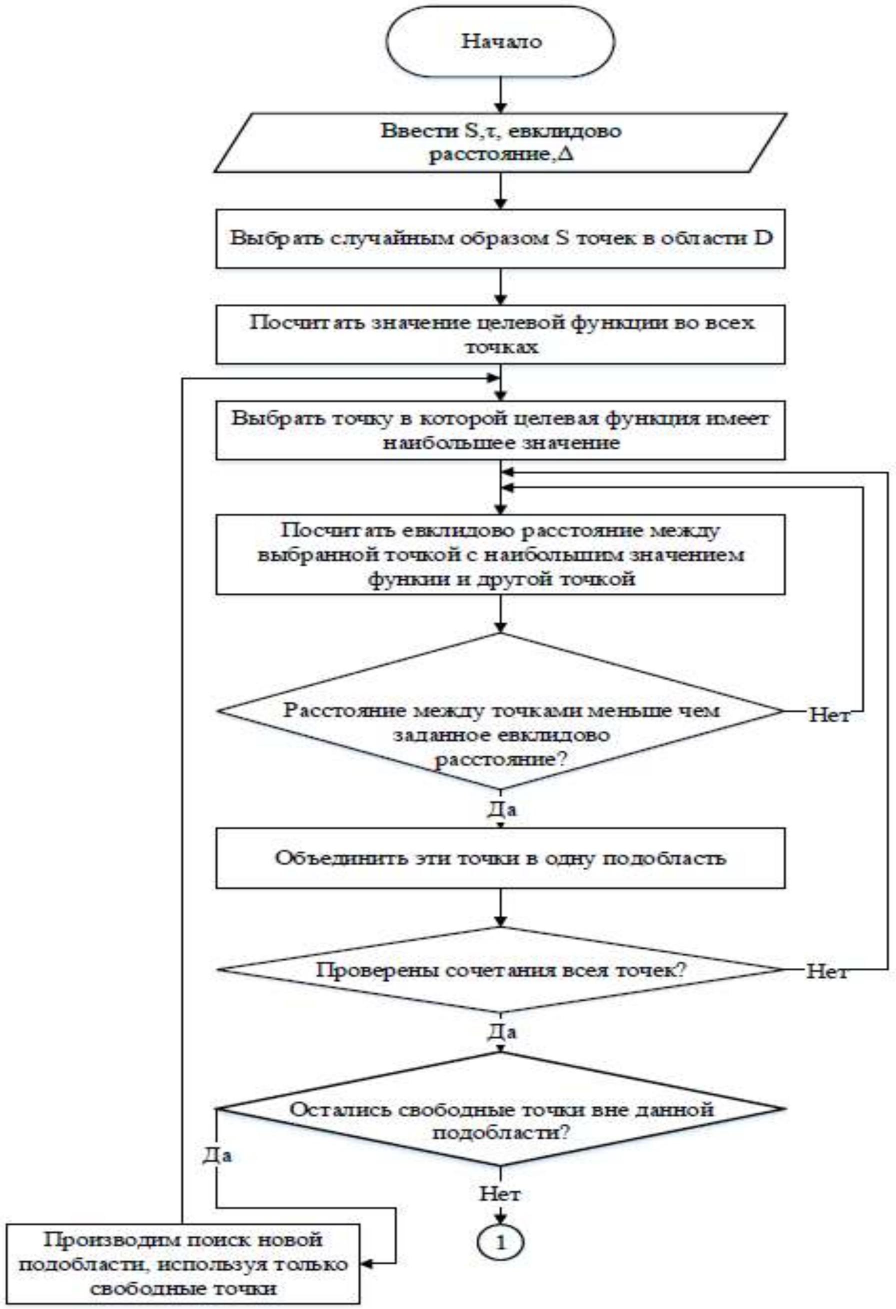
Если евклидово расстояние оказывается меньше фиксированной величины, то возможны два следующих варианта метода :

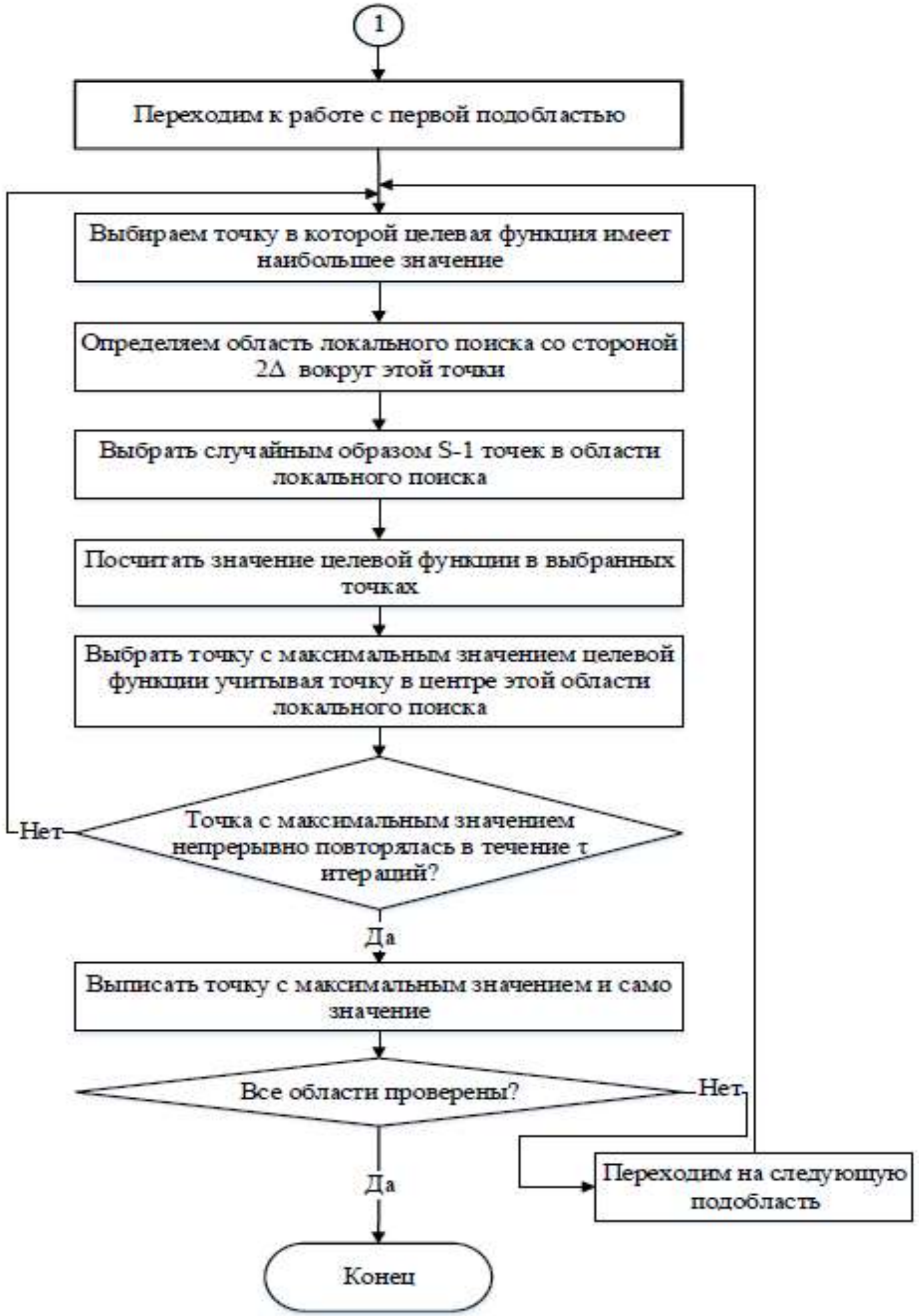
- поставить в соответствие этим агентам два различных пересекающихся участка d_β, d_γ (лучших и/или перспективных);
- поставить в соответствие тем же агентам один участок, центр которого находится в точке, соответствующей агенту с большим значением целевой функции. Из этих двух вариантов в работе используется второй вариант.

4 шаг: В каждый из лучших и перспективных участков посылается по N и по M агентов, соответственно. Координаты этих агентов в указанных участках определяются случайным образом.

5 шаг: В полученных точках снова считается значение целевой функции $F(X)$, снова выбирается наибольшее или наименьшее значение. Точка, в которой значение функции является максимальным, становится центром новой подобласти.

6 шаг: Шаги 4 и 5 повторяются до тех пор, пока не будет получен искомый результат, если такой известен, либо до тех пор, пока полученные значения координат экстремумов и значений функции в них не повторятся τ раз, где τ — параметр останова.


Начало
Ввести S,τ, евклидово расстояние,Δ
Выбрать случайным образом S точек в области D
Посчитать значение целевой функции во всех точках
Выбрать точку в которой целевая функция имеет наибольшее значение
Посчитать евклидово расстояние между выбранной точкой с наибольшим значением функкии и другой точкой
Расстояние между точками меньше чем заданное евклидово расстояние?
Нет
Да
Объединить эти точки в одну подобласть
Проверены сочетания всея точек?
Нет
Да
Остались свободные точки вне данной подобласти?
Да
Нет
1
Производим поиск новой подобласти, используя только свободные точки


1
Переходим к работе с первой подобластью
Выбираем точку в которой целевая функция имеет наибольшее значение
Определяем область локального поиска со стороной 2Δ вокруг этой точки
Выбрать случайным образом S-1 точек в области локального поиска
Посчитать значение целевой функции в выбранных точках
Выбрать точку с максимальным значением целевой функции учитывая точку в центре этой области локального поиска
Точка с максимальным значением непрерывно повторялась в течение τ итераций?
Нет
Да
Выписать точку с максимальным значением и само значение
Все области проверены?
Нет
Да
Переходим на следующую подобласть
Конец

Пример расчета итерации

Пусть в качестве целевой функции у нас выступает функция

$$f(x, y) = -(x^2 + y^2)$$

Исходник

Знак «-» в данном случае стоит, чтобы у функции был глобальный максимум, а не минимум. Известно, что глобальный (и единственный) максимум этой функции находится в точке (0; 0), причем $f(0, 0) = 0$.

Зафиксируем необходимые параметры [15]:

- Количество пчел-разведчиков: 10;
- Количество пчел, отправляемых на лучшие участки: 5;
- Количество пчел, отправляемых на другие выбранные участки: 2;
- Количество лучших участков: 2:
- Количество выбранных участков: 3;
- Размер области для каждого участка: 10;

Пусть пчелы-разведчики попали на следующие, участки (список отсортирован по убыванию целевой функции):

$$f(15, 18) = -549$$

$$f(-30, -15) = -1125$$

$$f(22, -31) = -1445$$

$$f(18, 40) = -1924$$

$$f(-25, 47) = -2834$$

$$f(60, 86) = -10996$$

$$f(-91, -99) = -18082$$

$$f(17, -136) = -18785$$

$$f(-152, -1) = -22501$$

$$f(-222, 157) = -73933$$

Согласно, установленным параметрам, выбираются 2 лучшие точки:

$$f(15, 18) = -549$$

$$f(-30, -15) = -1125$$

Затем определяются другие 3 перспективных участка:

$$f(22, -31) = -1445$$

$$f(18, 40) = -1924$$

$$f(-25, 47) = -2834$$

В окрестности лучших точек будут отправлены по 10 пчел:

Для первой лучшей точки значение координат, которыми ограничивается участок будет:

$[15 - 10 = 5;\ 15 + 10 = 25]$ для первой координаты

$[18 - 10 = 8;\ 18 + 10 = 28]$ для второй координаты

И для второй точки:

[-30 - 10 = -40; -30 + 10 = -20] для первой координаты

[-15 - 10 = -25; -15 + 10 = -5] для второй координаты

Аналогично рассчитываются интервалы для выбранных участков:

$$[12;\ 32]\ [-41;\ -21]$$

$$[8;\ 28]\ [30;\ 50]$$

$$[-35;\ 15]\ [37;\ 57]$$

Необходимо заметить, что по каждой из координат размер области одинаков и равен 20, в реальности это не обязательно так.

В каждый из лучших интервалов отправляем по 5 пчел, а на выбранные участки по 2 пчелы. Причем, мы не будем менять положение пчел, нашедших лучшие и выбранные участки, иначе есть вероятность того, что на следующей итерации максимальное значение целевой функции будет хуже, чем на предыдущем шаге.

Теперь пусть на первом лучшем участке имеются следующие пчелы:

$$f(15, 18) = -549$$
$$f(7, 12) = -193$$
$$f(10, 10) = -100$$
$$f(16, 24) = -832$$
$$f(18, 24) = -900$$

Как видно, из расчета, уже среди этих новых точек есть такие, которые лучше, чем предыдущее решение .

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУР.

От вида структур зависит важная характеристика любой системы - степень ее целостности, устойчивости. Для сравнительного анализа структур используются информационные оценки степени целостности **α** и коэффициента использования компонентов системы **β**, которые могут интерпретироваться как оценки устойчивости оргструктуры при предоставлении свободы элементам или как оценки степени централизации-децентрализации управления в системе.

Эти оценки получены из соотношения, определяющего взаимосвязь системной **Сс**, собственной **Со** и взаимной **Св** сложности системы:

$$\mathbf{Сс = Со + Св} \tag{1}$$

Собственная сложность Со представляет собой суммарную сложность (содержание) элементов системы вне связи их между собой (в случае прагматической информации - суммарную сложность элементов, влияющих на достижение цели). *Прагматическая информация полезная для достижения цели*.

Системная сложность Сс представляет содержание системы как целого (например, сложность ее использования).

Взаимная сложность Св характеризует степень взаимосвязи элементов в системе (т.е. сложность ее устройства, схемы, структуры).

Если разделить выражение (1) на собственную сложность **Co**, то получим основной закон систем:

$$\boldsymbol{\alpha + \beta = 1}, \quad \text{где} \tag{2}$$

α = – Св / Со есть относительная связность элементов системы; (3)

β = **Cc / Co**, есть относительная их свобода (4)

Вспоминаем формулу Хартли:

Тогда расчет системной сложности

$$\text{Cc} = 1 \times \log_2 8 = 3\,\text{бит}$$

а **б**

Расчет системной сложности

$$\text{Cc} = 1 \times \log_2 8 = 3\,\text{бит}$$

Расчет собственной сложности *(количество узлов =7, по два расхождения от каждого узла)*.

$$\text{Co} = 7 \times \log_2 2 = 7\,\text{бит}$$

Следовательно взаимная сложность Св = Сс – Со = 3 – 7 = – 4

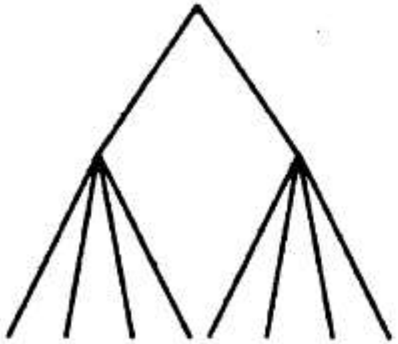
Тогда выражения

α – относительная связность элементов системы

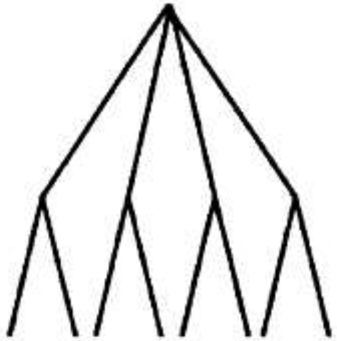
α = – Св / Со = – (– 4)/7 = 4/7 = 0,5714 и

β – относительная их свобода

β = Сс / Со = 3/7 = 0,4286



в



г

Расчет системной сложности

$$Сс = 1 \times \log_2 8 = 3 \text{ бит}$$

Расчет собственной сложности *(количество узлов =3, по два расхождения водном узле и в двух по четырем расхождениям)*.

$$Со = 1 \times \log_2 2 + 2 \times \log_2 4 = 5 \text{ бит}$$

Следовательно, взаимная сложность Св = Сс – Со = 3 – 5 = – 2

Тогда выражения

α = – Св / Со = – (– 2)/5 = 2/5 = 0,4 и β = Сс / Со = 3/5 = 0,6

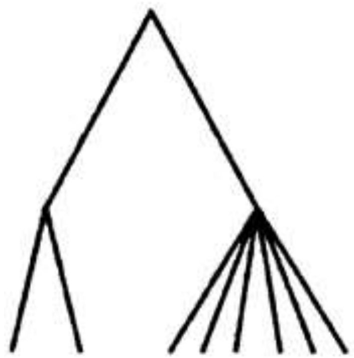
$$Сс = 1 \times \log_2 8 = 3 \text{ бит}$$

$$Со = 1 \times \log_2 4 + 4 \times \log_2 2 = 6 \text{ бит}$$

Св = Сс – Со = 3 – 6 = – 3

α = – Св / Со = – (– 3)/6 = 1/2 = 0,5

β = Сс / Со = 3/6 = 0,5



д

$$Cc = 1 \times \log_2 8 = 3 \text{ бит}$$

$$Co = 2 \times \log_2 2 + 1 \times \log_2 6 = 2 + 2{,}6 = 4{,}6 \text{ бит}$$

Св = Сс – Со = 3 – 4,6 = – 1,6

α = – Св / Со = – (– 1,6)/4,6 = 0,35

β = Сс / Со = 3/4,6 = 0,65

Увеличение **β** можно трактовать как децентрализацию управления, **α** - как степень централизации управления. Сведем в таблицу

	б	**в**	**г**	**д**
α	0,5714	0,4	0,5	0,35
β	0,4286	0,6	0,5	0,65

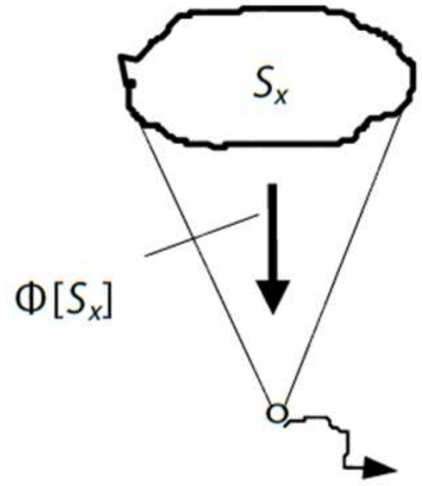
$$H = \frac{1}{4\pi}\int \frac{R\rho}{r} = \frac{1}{4\pi}\int \frac{RdN}{r} \to \max,$$

r - число инстанций между данной точкой и каждой остальной в пространстве управления;

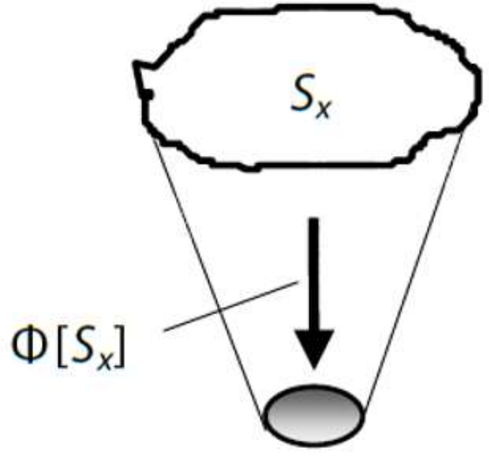
R - доля общего числа функций объекта, участвующих во взаимодействии с каждой точкой.

МЕТОДЫ ФОРМАЛИЗОВАННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СИСТЕМ

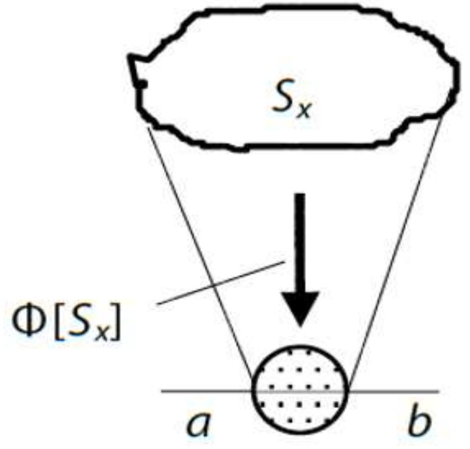
Аналитические методы



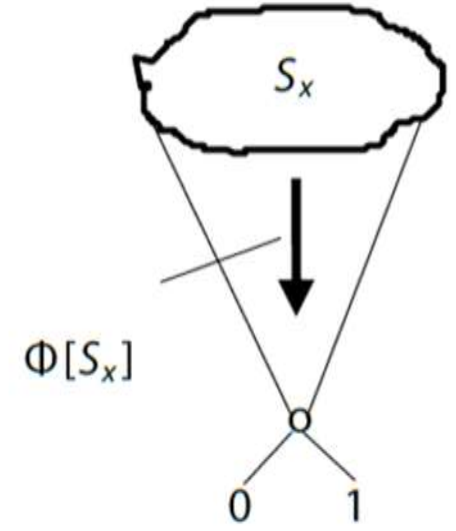
Теоретико-множественные представления



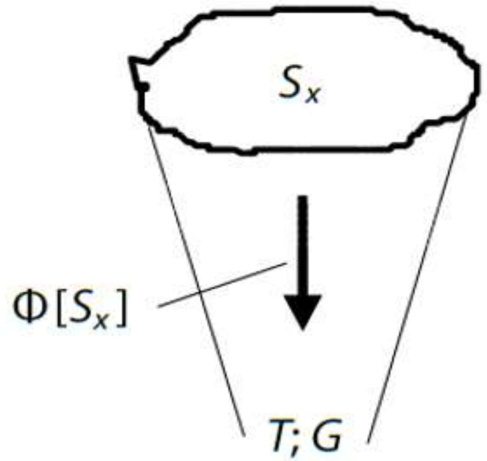
Статистические методы



Логические методы или математическая логика



Лингвистические и семиотические представления, или математическая лингвистика и семиотика



Графические представления