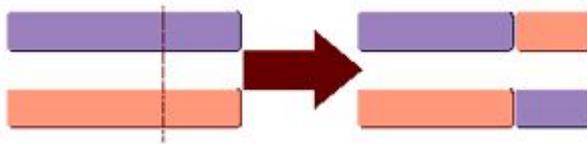


. Генетические алгоритмы.

- Представим себе искусственный мир, населенный множеством существ (особей), причем каждое существо — это некоторое решение нашей задачи. Будем считать особь тем более приспособленной, чем лучше соответствующее решение (чем большее значение целевой функции оно дает). Тогда задача максимизации целевой функции сводится к поиску наиболее приспособленного существа.
- Будем рассматривать много поколений, сменяющих друг друга. Если ввести в действие естественный отбор и генетическое наследование то полученный мир будет подчиняться законам эволюции. В соответствии с нашим определением приспособленности, целью этой искусственной эволюции будет как раз создание наилучших решений.
- Принудительно остановив этот процесс через достаточно долгое время после его начала и выбрав наиболее приспособленную особь в текущем поколении, мы получим не абсолютно точный, но близкий к оптимальному ответ.
- Для того чтобы говорить о генетическом наследовании, нужно снабдить наши существа хромосомами. В генетическом алгоритме хромосома — это некоторый числовой вектор, соответствующий изменяемым параметрам задачи, а набор хромосом данной особи определяет решение задачи. Какие именно векторы следует рассматривать в конкретной задаче, решает пользователь. Каждая из позиций вектора хромосомы называется геном.

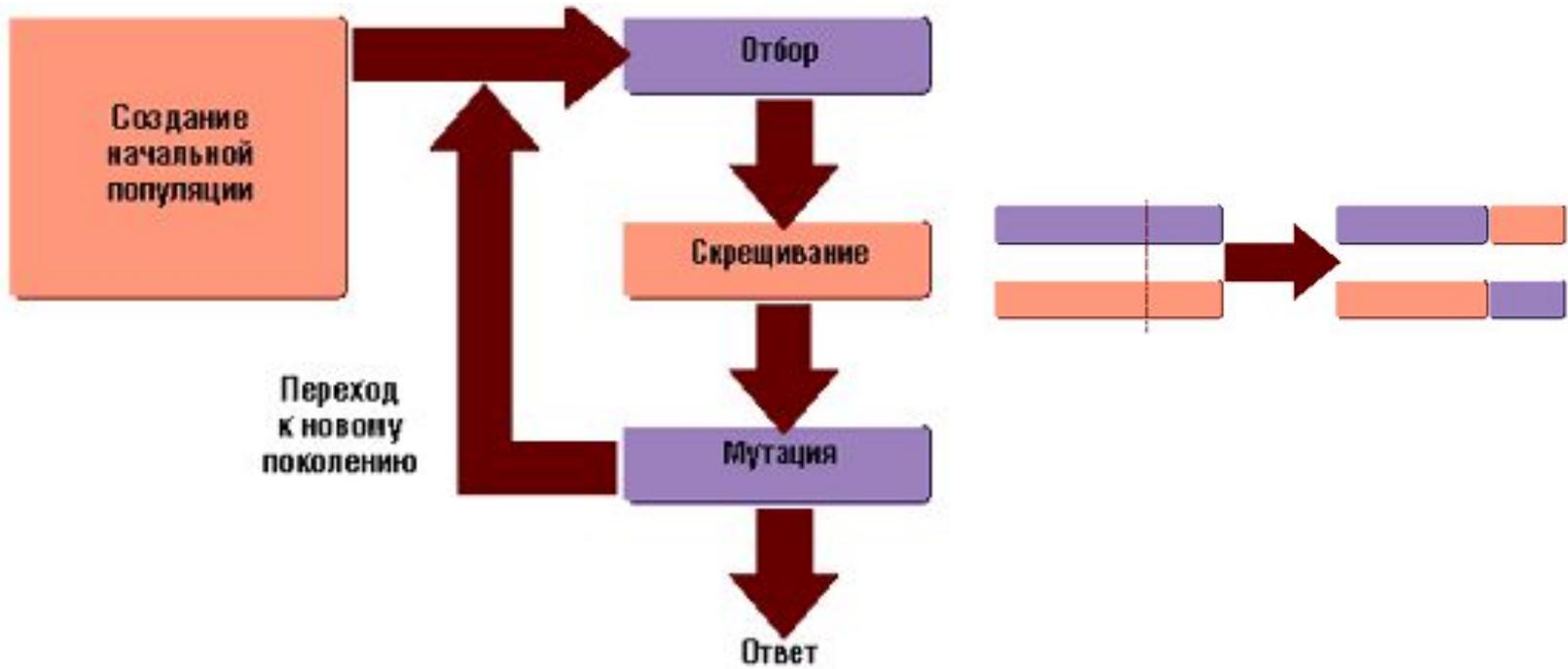
. Генетические алгоритмы.

- Определим теперь понятия, соответствующие мутации и кроссинговеру в генетическом алгоритме:
 - Мутация — это преобразование хромосомы, случайно изменяющее одну или несколько ее позиций (генов). Наиболее распространенный вид мутаций — случайное изменение только одного из генов хромосомы.
 - Кроссовер (cross-over, в литературе по генетическим алгоритмам также употребляется название кроссинговер или скрещивание) — это операция, при которой из двух хромосом порождается одна или несколько новых хромосом.
 - В простейшем случае кроссовер в генетическом алгоритме реализуется так же, как и в биологии. При этом хромосомы разрезаются в случайной точке и обмениваются частями между собой. Например, если хромосомы (1, 2, 3, 4, 5) и (0, 0, 0, 0, 0) разрезать между третьим и четвертым генами и обменять их части, то получатся потомки (1, 2, 3, 0, 0) и (0, 0, 0, 4, 5).



- 1. Генерируется начальная популяция особей (индивидуумов), т. е. некоторый набор решений задачи. Как правило, это делается случайным образом.
- 2. Моделируется размножение внутри этой популяции:
 - рассчитываются вероятности участия индивидуумов в скрещивании: чем приспособленнее индивидуум, то есть чем больше (меньше) соответствующее ему значение целевой функции, тем с большей вероятностью он будет участвовать в скрещивании,
 - с учетом рассчитанных вероятностей случайно составляется несколько пар индивидуумов,
 - производится скрещивание между хромосомами в каждой паре,
 - полученные новые хромосомы помещаются в популяцию нового поколения.
- 3. Моделируются мутации — в нескольких случайно выбранных особях нового поколения изменяются некоторые гены.
- 4. Старая популяция частично или полностью уничтожается и переходим к рассмотрению следующего поколения – к шагу 2.

Общая схема



- Популяция следующего поколения в большинстве реализаций генетических алгоритмов содержит столько же особей, сколько начальная, но в силу отбора приспособленность в ней в среднем выше. Описанные процессы отбора, скрещивания и мутации повторяются уже для этой популяции и т. д.
- В каждом следующем поколении мы будем наблюдать возникновение совершенно новых решений нашей задачи. Среди них будут как плохие, так и хорошие, но благодаря отбору число хороших решений будет возрастать.
- В природе не бывает абсолютных гарантий, и даже самый приспособленный тигр может погибнуть от ружейного выстрела, не оставив потомства. Имитируя эволюцию, мы можем избегать подобных нежелательных событий и всегда сохранять жизнь лучшему из индивидуумов текущего поколения — такая методика называется “стратегией элитизма”.

- Рассмотрим диофантово (только целые решения) уравнение: $a+2b+3c+4d=30$, где a, b, c и d - некоторые положительные целые. Применение ГА за очень короткое время находит искомое решение (a, b, c, d) .
- Сведем ее к задаче ИО (самостоятельно).
- Выберем 5 случайных решений: $1 \leq a, b, c, d \leq 30$. Вообще говоря, мы можем использовать меньшее ограничение для b, c, d , но для упрощения пусть будет 30.

Хромосома (a,b,c,d)

1	(1,28,15,3)
2	(14,9,2,4)
3	(13,5,7,3)
4	(23,8,16,19)
5	(9,13,5,2)

. Генетические алгоритмы.

Пример

- Чтобы вычислить коэффициенты выживаемости (fitness), подставим каждое решение в выражение $a+2b+3c+4d$. Расстояние от полученного значения до 30 и будет нужным значением.

Хромосома	Коэффициент выживаемости
1	$ 114-30 =84$
2	$ 54-30 =24$
3	$ 56-30 =26$
4	$ 163-30 =133$
5	$ 58-30 =28$

- Так как меньшие значения ближе к 30, то они более желательны. Чтобы создать систему, где хромосомы с более подходящими значениями имеют большие шансы оказаться родителями, мы должны вычислить, с какой вероятностью (в %) может быть выбрана каждая. Например, можно вычислить сумму обратных значений коэффициентов, и исходя из этого вычислять вероятности

Хромосома	Подходящестъ
1	$(1/84)/0.135266 = 8.80\%$
2	$(1/24)/0.135266 = 30.8\%$
3	$(1/26)/0.135266 = 28.4\%$
4	$(1/133)/0.135266 = 5.56\%$
5	$(1/28)/0.135266 = 26.4\%$

Генетические алгоритмы.

Пример

- Далее симулируется выбор родителей.

Хромосома отца	Хромосома матери
-----------------------	-------------------------

3	1
5	2
3	5
2	5
5	3

- Каждый потомок содержит информацию о генах и отца и от матери. Вообще говоря, это можно обеспечить различными способами, однако в нашем случае можно использовать одноточечный кроссовер. Пусть мать содержит следующий набор решений: a_1, b_1, c_1, d_1 , а отец - a_2, b_2, c_2, d_2 , тогда возможно 6 различных кроссоверов ($|$ = разделительная линия):

Хромосома-отец	Хромосома-мать	Хромосома-потомок
$a_1 b_1, c_1, d_1$	$a_2 b_2, c_2, d_2$	a_1, b_2, c_2, d_2 or a_2, b_1, c_1, d_1
$a_1, b_1 c_1, d_1$	$a_2, b_2 c_2, d_2$	a_1, b_1, c_2, d_2 or a_2, b_2, c_1, d_1
$a_1, b_1, c_1 d_1$	$a_2, b_2, c_2 d_2$	a_1, b_1, c_1, d_2 or a_2, b_2, c_2, d_1

- Попробуем проделать это с нашими потомками

Хромосома-отец **Хромосома-мать** **Хромосома-потомок**

(13 5,7,3)	(1 28,15,3)	(13,28,15,3)
(9,13 5,2)	(14,9 2,4)	(9,13,2,4)
(13,5,7 3)	(9,13,5 2)	(13,5,7,2)
(14 9,2,4)	(9 13,5,2)	(14,13,5,2)
(13,5 7, 3)	(9,13 5, 2)	(13,5,5,2)

- Теперь мы можем вычислить коэффициенты выживаемости (fitness) потомков.

Хромосома-потомок **Коэффициент выживаемости**

(13,28,15,3)	$ 126-30 =96$
(9,13,2,4)	$ 57-30 =27$
(13,5,7,2)	$ 57-30 =22$
(14,13,5,2)	$ 63-30 =33$
(13,5,5,2)	$ 46-30 =16$

- Средняя приспособленность (fitness) потомков оказалась 38.8, в то время как у родителей этот коэффициент равнялся 59.4.
- Следующее поколение может мутировать. Например, мы можем заменить одно из значений какой-нибудь хромосомы на случайное целое от 1 до 30.