

28. Модель взаимодействия родственников.

Утверждение о доминирующей стратегии.

Распространение альтруизма и кооперации.

Пусть взаимодействие в популяции характеризуется множеством стратегий S и функциями приспособленности $f_s(\pi)$, $s \in S$. Главная особенность данной модели – индивидуум способен различать сибсов (родных братьев или сестер) среди других членов популяции и выбирать стратегию в зависимости от этого признака.

Полная стратегия (s, s') включает:

- Компоненту s , применяемую к сибсам
- Компоненту s' для прочих индивидуумов

В данный период времени индивидуум с некоторой интенсивностью $\lambda_r \in (0,1)$ взаимодействует с сибсами, а с интенсивностью $1 - \lambda_r$ – с остальными индивидуумами из популяции. Общая приспособленность аддитивно зависит от результатов взаимодействия с родственниками и с остальной частью популяции:

$$\bar{f}_{(s,s')}(\pi') = \lambda_r f_s^r(s) + (1 - \lambda_r) f_{s'}(\pi'),$$

- $f_s^r(s)$ – функция, описывающая результаты взаимодействия с сибсами
- π' – распределение по компоненте s'
- Предполагается, что все сибсы применяют одну (унаследованную) стратегию

Таким образом, взаимодействие характеризуется популяционной игрой:

$$\bar{G} = \langle \bar{S} = \{(s, s') \in S \times S\}, \bar{f}_{(s,s')}(\bar{\pi}) = \lambda_r f_s^r(s) + (1 - \lambda_r) f_{s'}(\pi') \rangle,$$

где $\bar{\pi}$ – распределение по полным стратегиям.

Теорема 1.

Всякая стратегия (s, s') , в которой $s \notin \underset{i}{\operatorname{Argmax}} f_i^r(i)$, строго доминируется стратегией (s^*, s') , где $s^* \in \underset{i}{\operatorname{Argmax}} f_i^r(i)$. Распределение $\bar{\pi}$ является равновесием Нэша в том и только том случае, если для всех указанных неоптимальных стратегий $\pi_{ss'} = 0$, а соответствующие распределение π' является равновесием Нэша для игры $\langle S, f_{s'}(\pi') \rangle$.

Таким образом, в отношениях типа “дилеммы заключенного” сибсы используют кооперативную стратегию применительно друг к другу.

Чтобы объяснить распространение альтруистического поведения, рассмотрим следующую модификацию модели.

Если отказаться от предположения об одинаковом состоянии сибсов и считать, что они могут оказаться в разных ролях (например, доминирующей и подчиненной), а стратегия и функция приспособленности могут зависеть от роли, то полная стратегия в отношении родственников задается парой $s = (s_\alpha, s_\beta) \in S \times S$.

В результате исключения строго доминируемых стратегий остаются лишь стратегии $s^* = (s_\alpha^*, s_\beta^*) \rightarrow \max_{(s_\alpha, s_\beta)} (f^\alpha(s) + f^\beta(s))$, обеспечивающие максимум суммарной приспособленности.

На основании теоремы 1 можно сделать вывод, что эволюция поведения в самовоспроизводящихся популяциях ведет к формированию поведения, максимизирующего суммарную приспособленность сибсов.

Кооперация и альтруизм.

Дилемма заключенного:

Два игрока, у каждого две стратегии: кооперативная (К) и эгоистичная (Э). При любом поведении партнера выгоднее эгоистичная стратегия. Суммарный выигрыш максимален, когда оба действуют кооперативно.

Пример:

	К	Э
К	(5;5)	(1;6)
Э	(6;1)	(2;2)

В данной игре существует единственная точка равновесия Нэша, которая соответствует эгоистичному поведению и является решением по доминированию. В реальности игроки часто ведут себя кооперативно.

Еще в больше степени отклоняется от максимизации индивидуальной приспособленности альтруистическое поведение (А – альтруистическое, Э – эгоистичное).

	А	Э
А	(5;5)	(1;10)
Э	(10;1)	(2;2)

Здесь альтруистическое поведение одного из партнеров в сочетании с эгоистичным поведением другого соответствует максимизации суммарной приспособленности. При этом альтруист получает меньше своего гарантированного выигрыша, который он мог бы получить в равновесии Нэша.

Пример кооперации:

Охота хищников, эгоисты экономят затраты в ущерб общей эффективности.

Пример альтруизма:

Альтруизм родителей по отношению к детям.