

Модель накопления знаний животными – биологические предпосылки творческого поиска человеком

В.А. Непомнящих¹, Е.А. Осипова¹, В.Г. Редько², Т.И. Шарипова², Г.А. Бесхлебнова²
nepom@ibiw.yaroslavl.ru, vcredko@gmail.com

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (п. Борок, Ярославская обл.), ² Научно-исследовательский институт системных исследований РАН (Москва)

Цель настоящей работы – изучение процессов накопления знаний животными при их поисковом поведении, в котором животное не только ведет поиск, направленный на удовлетворение той или иной потребности, но и стремится к исследованию, к познанию внешней среды. Как подчеркивается в работе (Непомнящих 2013), в поведении животных постоянно присутствуют две противоположные тенденции, не связанные непосредственно с физиологическими потребностями. Одна из них – поиск новой, *непредсказуемой* стимуляции, а другая – стремление *предсказывать* результаты своего поведения. Эти две тенденции в поведении животных являются на первый взгляд противоречащими друг другу. Однако взаимодействие этих двух тенденций приводит к тому, что животное постоянно исследует последствия своих действий и незнакомые объекты во внешней среде, даже если они не связаны с удовлетворением физиологических потребностей организма. Важно подчеркнуть, что накопление знаний при таком поисковом поведении животных является предшественником развития знаний человека при его творческой поисковой активности.

В настоящей работе начато исследование такой познавательной активности животных с двух сторон: со стороны биологического эксперимента и со стороны компьютерного моделирования. Строится модель накопления знаний рыбами данио рерио в лабиринте.

В биологическом эксперименте изучалось поведение рыб данио рерио в незнакомой им среде – в лабиринте с 11-ю коридорами (рис. 1).

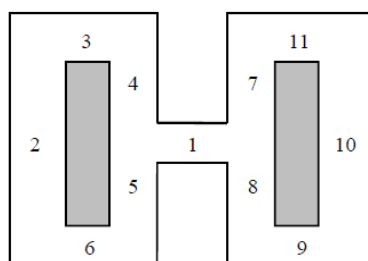


Рис. 1. Лабиринт с 11-ю коридорами. Серым показаны непрозрачные барьеры внутри левого и правого отсеков.

Лабиринт был заполнен водой. Типичная длина рыб составляла 25 мм. Ширина коридоров была примерно равна длине рыб, длина коридоров – в несколько раз больше.

Эксперименты показали, что значительная часть передвижений рыб не была случайной. Наблюдались следующие упорядоченные передвижения:

- Челночные перемещения в противоположных направлениях вдоль какого-либо из коридоров 2, 3, 6, 9, 10, 11. Достигнув конца коридора, рыба разворачивалась, доходила до противоположного конца, снова разворачивалась и т.д.
- Челночные передвижения, включающие два смежных коридора, например, 232323...
- Передвижения вдоль коридоров 4 и 5 или 7 и 8. В этих случаях рыба переходила, например, из коридора 4 в коридор 5, поворачивала в конце последнего, возвращалась в коридор 4 и т.д.: 454545454... При таких передвижениях вход в коридор 1 игнорировался.

- Передвижения 417141714... и 5181518..., в которых рыба поворачивала в коридор 1 всегда, когда проходила мимо него.
- Обход какого-либо отсека по периметру, например, 2345623456...

Таким образом, в поведении рыб наблюдались упорядоченные передвижения, подчиняющиеся определенным правилам.

Нами была построена компьютерная модель, соответствующая этому поведению. Полагалось, что каждый из коридоров характеризуется степенью знания о нем C_i , $i = 1, 2, \dots, 11$. Знания C_i могут увеличиваться при прохождении рыбы по коридору: если рыба проплыла весь i -й коридор, то величина C_i после этого увеличивается на ΔC . Также считалось, что величины C_i ограничены: $0 \leq C_i \leq 1$. Перед началом расчета у модельной рыбы знания обо всех коридорах нулевые: $C_i = 0$. Если какая-либо величина C_i в результате добавления ΔC превысила 1, то она становилась равной 1. Степень знания о коридоре C_i является показателем предсказуемости внешней среды.

Считалось, что если рыба дошла до конца какого-либо коридора, для которого величина C_i в результате прохождения этого коридора превысила определенный порог Th , то рыба переходит в следующий коридор. Например, если рыба прошла коридор 2 вверх, и C_2 стало больше Th , то рыба переходит в коридор 3. Также задавались вероятности определенных видов поворотов рыбы в развилках лабиринта.

Моделирование продемонстрировало качественное подобие движения модельных рыб их биологическим прототипам. Как и в биологическом эксперименте при моделировании наблюдались челночные перемещения по отдельным коридорам, а также челночные перемещения по смежным коридорам, например, перемещения 10, 11, 10, 11. На рис. 2 представлена зависимость знания C модельной рыбы о проходимом ей коридоре от времени t . Единица времени равна времени прохождения одного коридора. Уменьшения величины знания C в начале движения рыбы связаны с тем, что рыба часто переходила в новый, неизвестный ей коридор, при этом C сначала становилось равным 0, а потом увеличивалось. В итоге модельные рыбы полностью изучали лабиринт, их знания при больших временах становились максимально возможными: $C = 1$.

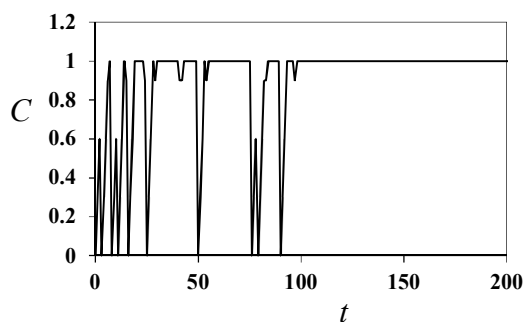


Рис. 2. Зависимость знания C модельной рыбы о проходимом ей коридоре от времени t .

Итак, построена модель поведения рыб в лабиринтах и получено качественное согласие результатов моделирования с биологическим экспериментом. Эта модель является начальным этапом моделирования процессов изучения внешнего мира при поведении животного, тех процессов, развитие которых привело к поиску нового в научном познании природы.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 13-01-00399.

Непомнящих В.А. 2013. Адаптация и автономия в поведении животных // XV Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2013». Лекции по нейроинформатике. М.: НИЯУ МИФИ, 106-123.