

Эксперимент двухсторонней коммуникации с *Orcinus orca* L.
W.H. Dudok van Heel, C. Kamminga and J.D. van der Toorn (1982)
From: Aquatic Mammals 9(3): 69-82

Кратко

Эта статья описывает поведенческий эксперимент, в котором косатка поощрялась за попытку элементарной двухсторонней коммуникации, то есть выбор между двумя объектами, непосредственно используя связь между визуальными объектами и соответствующими слуховыми стимулами. Частотно-модулированные сигналы, которые относились к пределам диапазона естественной вокализации животного, были использованы как стимулы. Два сигнала обозначали слова действия, то есть глаголы "возьми" и "принеси", и три других сигнала использовались как названия знакомых объектов. Начальные результаты указывают на способность косатки включить сигналы стимулы в свою вокализацию и использовать их непосредственно в значении контекста.

Введение

Обработка информации комплекса вокализации и эха требует сложного развития слуховых частей мозга. Действительно, общеизвестно, что зубатые киты имеют впечатляющий мозг, главным образом характеризующийся большим размером и сложностью. Этот факт положил начало большому количеству предположений относительно его значения. Во многих статьях предполагалось, что объем мозга зубатых китов превосходит вышеупомянутые требования и позволяет животным общаться на уровне "языка". Рассуждение, на котором базируются эти предположения, тщательно изложено Reysenbach De Naap (1966). В этом отношении, попытки Lilly достичь межвидовой коммуникации между человеком и дельфином хорошо известны. Если есть какой-нибудь шанс для такой межвидовой коммуникации, мы полагаем, что им является косатка (*Orcinus orca* L.), самый высокоразвитый вид в семействе дельфинов по сложности поведения. Наше мнение подтверждается исследованиями способностей к обучению и поведенческой надежности восьми содержащихся в неволе особей, проводимых Defran и Pryor (in Herman, 1980). Наше мнение базируется на поведенческих наблюдениях Gudrun, самки косатки, по отношению к другим дельфинам, с которыми она имела контакт. В момент, когда эта самка косатки была предоставлена в наше распоряжение, были начаты приготовления к коммуникационным экспериментам. Независимо от того, какое определение "языка" использовать, будет очевидно, что обозначение объекта формирует большую часть основы для практического использования языка. Самый легкий способ включить этот элемент в наш эксперимент - назначить акустический символ визуальному объекту. Однако это требует, чтобы животное было в состоянии связать слуховые стимулы с визуальными стимулами. Нельзя принимать как очевидное, что необходимые мозговые взаимосвязи (Geschwind, 1964) существуют у косатки. Тем не менее, если они способны на это, возможностей продолжать эксперименты вне элементарной стадии намного больше. Поэтому, сначала имеет смысл исследовать объектно-называющие способности косатки. Окончательная цель этого эксперимента состояла в том, чтобы изучить будет ли косатка в состоянии не только выучить и понимать значение из определенно простых, основных предложений из двух элементов (слуховые команды), но также и будет ли она в состоянии использовать эти предложения сама в надлежащем контексте, чтобы передать сообщение экспериментаторам.



Иллюстрация 1: Gudrun

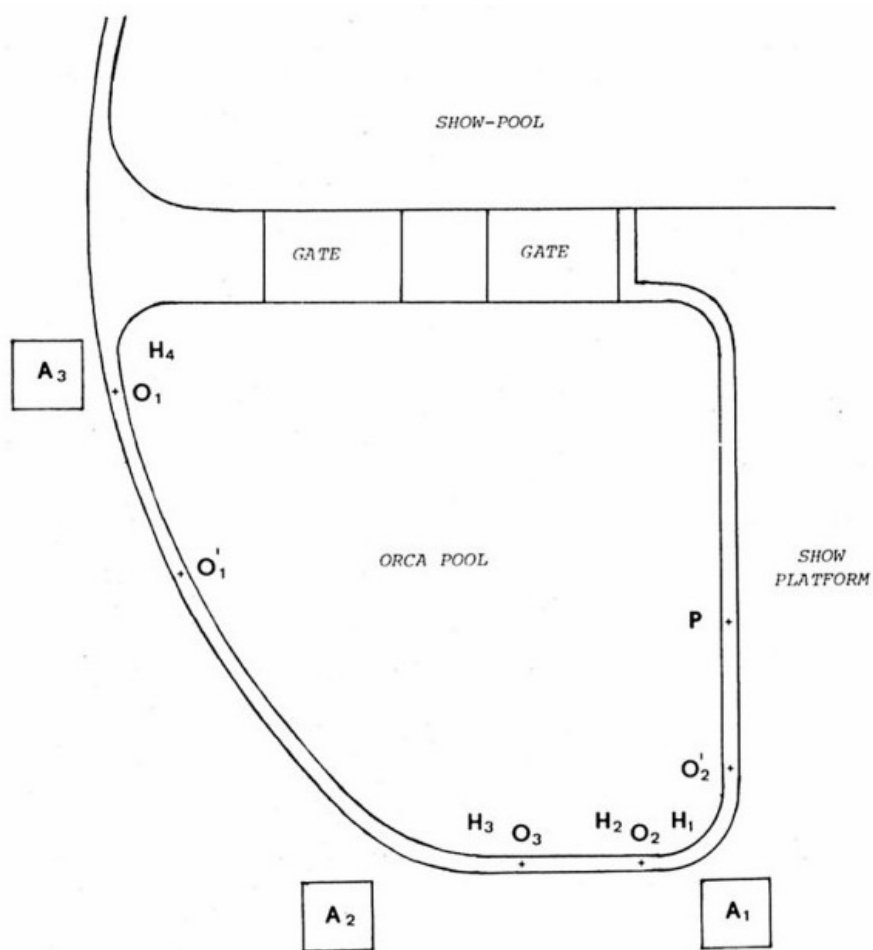


Иллюстрация 2: бассейн косатки, место проведения эксперимента

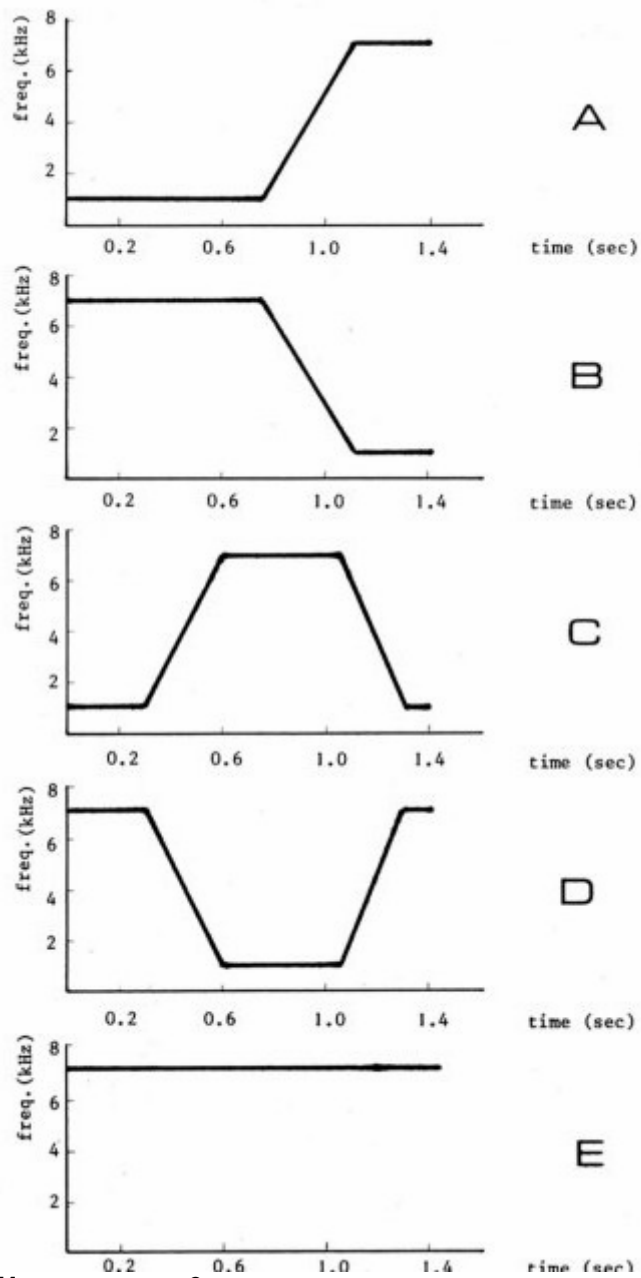


Иллюстрация 3: временно-зависимые контуры частоты, используемые как стимулы. А. сигнал А, В. сигнал В, С. сигнал С, D. Сигнал D, E сигнал E

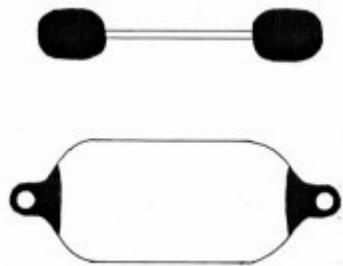


Иллюстрация 4: объекты ассоциировались с сигналами: гантель (сигнал С) и кранец (сигнал D).

Объект изучения

Объектом этого эксперимента была самка косатки, *Orcinus orca*, из северной части Атлантического океана, по имени Gudrun (**Иллюстрация 1**). Она была поймана в октябре 1976 у Юго-восточного побережья Исландии и транспортирована к дельфинарию в Harderwijk. В момент поимки она была полуторагодовалой, отлученной от груди, 2.70 метра длиной и весом 300 килограмм. В октябре 1980, когда она измерялась в последний раз, была установлена длина 4.50 метра и вес около 1300 килограмм. Она находилась в компании косатки, которая была поймана с нею, до мая 1977, после чего она провела лето в компании нескольких дельфинов афалин (*Tursiops truncatus*), и даже добровольно принимала участие в шоу. В ноябре 1977 к ней ненадолго присоединялись шесть косаток, последние две из которых были увезены в мае 1978. С начала декабря 1977 она больше не имела прямого контакта с другими косатками, хотя она могла слышать двух косаток, которые все еще оставались. Не было никаких признаков, что она находилась в контакте с ними. Однако она непрерывно была в компании дельфинов, с которыми находила интенсивный социальный контакт. Она всегда проявляла большой интерес к людям, а также нуждалась в большом человеческом внимании, в самом деле, больше чем дельфины. Когда она не получала достаточного внимания, ее мотивация быстро уменьшалась и ей становилось скучно, то есть более интерес не проявлялся. Если ситуация не изменялась, она в конечном счете отказывалась сотрудничать, удаляясь в угол, чтобы отдохнуть или спать. Предложение пищи не вызывало интереса. В результате экспериментов со звуком она становилась более и более активной в акустической сфере. Мы отмечаем, что Gudrun, в отличие от пойманной косатки, о которой сообщает Schevill и Watkins (1966), часто использовала тональную вокализацию, как описывается у Steiner и др. (1979) для диких животных. Это наиболее вероятно вследствие того, что один из участников, с начала его знакомства с Gudrun, последовательно реагировал и поощрял вокализацию. Это поощрение было очень облегчено, поскольку его кабинет был рядом с бассейном, занятым Gudrun, и визуальный и акустический контакт был всегда возможен через большие окна. Когда он не отвечал на знакомый звук, она быстро развивала привычку к использованию новых звуков и/или поведением привлекала внимание и контакт устанавливался снова. Обучение со звуковыми сигналами, происходившее в ходе эксперимента, было совершенно новым для Gudrun. До этого эксперимента она работала только с жестами рук. Для обучения применялись основные методы, которыми пользуются тренеры в дельфинарии. Чтобы предотвратить напряженные отношения, мы решили не использовать более сложные методы. Мы отмечаем, что количество рыбы, которую она получала каждый день, никогда не коррелировалось с ее мотивацией выполнять эксперимент.

Окружение

Эксперименты всегда проводились в собственном бассейне Gudrun 4.5 метра глубиной, который имеет полную вместимость 360 кв. метров и глубину 4 метра. (**Иллюстрация 2**). Бассейн отделялся только воротами от главного бассейна в 1450 кв. метров и 4 метра глубиной, который занимался косаткой и дельфинами в свободное время в течение дня и на всем протяжении ночи. В **иллюстрации 2** положения гидрофона обозначены от Н1 до Н4, а места, где размещались объекты от О1 до О3. Обозначения А1 - А3 указывают на местоположение оборудования.

Сигналы

После создания начального репертуара вокализаций Gudrun, мы были в состоянии классифицировать звуки приблизительно на 12 различных контурных групп. Сигналы, используемые в эксперименте, были разработаны на основе этой классификации. Следовательно, мы проектировали пять типов стилизованных точных копий вокализации Gudrun, и задали для них определенные значения. Два из сигналов представляли слова действия или глаголы, а именно, "возьми" (сигнал А), и "дай" или "принеси" (сигнал В). Две игрушки, с которыми Gudrun была уже знакома, были отобраны чтобы служить существительными: легкие гантели (сигнал С), и кранец (сигнал D),

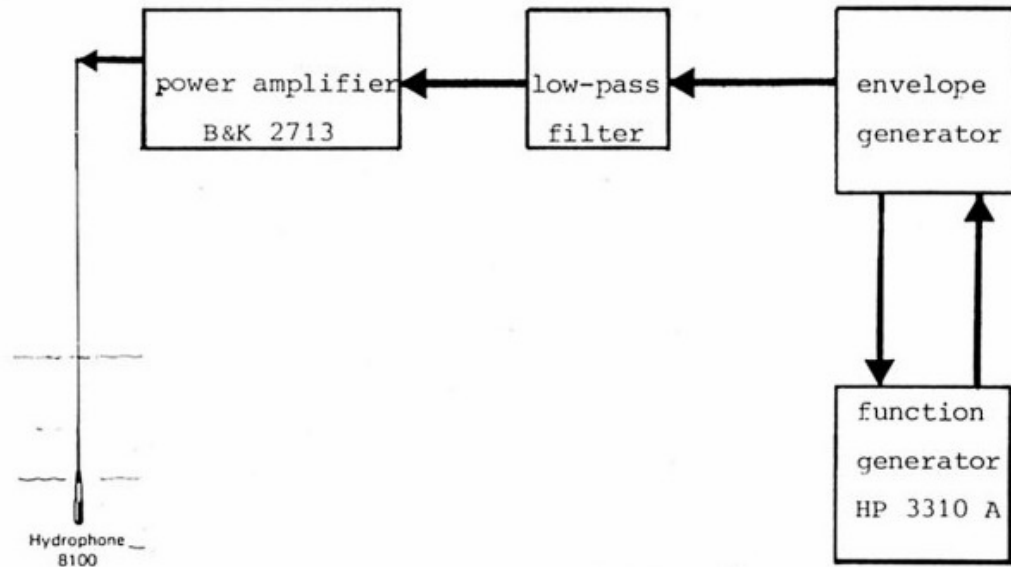


Иллюстрация 5: схема генератора стимулов

используемая как буфер между лодкой и доком (см. **иллюстрацию 4**). Третье существенное, а именно, обозначающее "большая рыба" (сигнал E), было добавлено к ее репертуару на более поздней стадии. Изобретая эти сигналы, также учитывалось то, что они будут хорошо соответствовать аудиограмме (Hall и Johnson, 1972). Использование частотно-модулированных контуров как носителей информации предпочтительнее использования постоянно-тоновых стимулов благодаря числу степеней свободы, которые могут быть изменены. Не вдаваясь в детали, мы предлагаем короткое описание анализа и кодирования структурного информационного содержания контуров, используемых в нашем эксперименте в приложении. Образцы частотной модуляции сигналов представлены в **иллюстрации 3**. Отметим, что описание тональной вокализации, данной у Steineretal (1979) для свободной косатки соответствует этим сигналам.

Оборудование

Оборудование, используемое в постановке эксперимента по коммуникации, схематично обозначено в **иллюстрации 5**. Генератор огибающей является центральной частью представленной генерирующей системы и содержит в себе электронную схему, предназначенную для передачи набора из пяти сигналов управления, которые приводят в действие генератор функций HP типа 3310 A для получения временно-зависимых частотных контуров. Эти шаблонные контуры подавались на усилитель B&K типа 2713, адаптирующий их для подводного излучателя B&K типа 8104. Отклонение на 12 децибел амплитудно-частотной характеристики излучателя 8104 компенсировалось в генераторе огибающей с помощью фильтрации нижних частот на -12 децибел, приводя к плоской передающей частотной характеристике по полосе пропускания. Начиная с фазы 8 проецируемые сигналы контролировались с помощью другого гидрофона и прослушивались через наушники. В заключение, был добавлен магнитофон для регистрации передаваемых стимулов и получаемых от косатки ответов. Во время экспериментов в цепь был подключен контролирующий микрофон для регистрации надводных вокализаций Gudrun.

Эксперимент

Эксперимент был разделен на 11 фаз. Каждая последовательная фаза была основана на результатах, полученных в предыдущей фазе и/или изменениях в электронном оборудовании. Последовательность сигналов, представленных в течение фаз 1 - 4 и фазы 8 была определена на основе списка случайных чисел между 0 и 100. Если два сигнала использовались один за другим, чтобы сформировать сообщение, сигнал

действия давался сначала, а затем сигнал существительного. Обычно было 8 пробегов в день, в которых были представлены около 15 сигналов или последовательностей сигналов.

Фаза 1

Дата

Июнь 30, 1980 по июль 9, 1980

Методы

Места использования:

Оборудование А1, Гидрофон Н1, Гантель О1 и Кранец О1'

Эксперимент был проведен в следующей манере: сначала давался сигнал - "существительное", и впоследствии объект, принадлежащий тому сигналу, помещался над поверхностью воды, чтобы Gudrun его коснулась. Иногда объект помещался, без подачи сигнала, но тогда Gudrun не позволяли коснуться объекта. Каждый объект имел собственное место, что позднее облегчило контроль.

Результаты

После того, как Gudrun научили касаться объекта по соответствующему сигналу, была проведена проверка с целью увидеть, приблизится ли она к объектам или к тренеру. Для этого объекты помещались в воду в момент, когда сигнал давался и тренер уходил. Дождавшись сигнала, она должна была плыть по направлению к объекту, и впоследствии была вознаграждена соответственно рыбой. В этих случаях, Gudrun направлялась к объекту, а не к тренеру. Фактически, она всегда направлялась к объектам, даже если никакой сигнал не давался. После некоторого времени она стала заметно возбужденной, вероятно потому что она не могла понять, почему она была вознаграждена только в одном случае, а не другом.

Исходя из тех фактов, что Gudrun всегда касалась объектов, которые предлагались и что она была явно возбуждена, мы пришли к выводу, что она не могла слышать сигналы, или слышала их недостаточно хорошо. Поэтому было принято решение прекратить эту фазу. Контрольная ситуация, в которой Gudrun должна была сделать выбор, больше не выполнялась.

Фаза 2

Дата

Июль 10, 1980 по июль 20, 1980

Методы

Места использования:

Оборудование А1, Гидрофон Н1, Объекты О2.

Преимущество этой перестановки состояло в том, что Gudrun оказывалась чаще около гидрофона. Последовательность была следующей: сначала давался сигнал, и впоследствии объект был размещен над водой. Если представленный объект, принадлежал данному сигналу, Gudrun должна была коснуться объекта, и тогда она вознаграждалась. Если объект не соответствовал сигналу, Gudrun не должна была касаться его. Если в этом случае она не касалась объекта, ее поощряли. Если она все же хотела коснуться объекта, его убирали и она не получала вознаграждения.

Результаты

Мы начали с сигнала С, который означал, что она могла коснуться гантели, но не кранца. На следующий день она очень явно отказалась коснуться кранца. Она всплыла приблизительно в 1 метре от кранца и издала много шума. На следующий день мы начали с сигнала D. Теперь ей разрешали коснуться кранца, но не гантели. Первые два раза, когда подавался сигнал, она не хотела коснуться кранца. Однако вскоре она начала касаться его, сперва нерешительно, но колебание быстро исчезло. Позднее в тот день, сигнал С использовался единожды и ей был предложен кранец. Она отказалась коснуться его непосредственно в той манере, которая характерна для нее. С 13 июля

использовались серии обоих сигналов C и D, таким образом, предлагалась комбинация гантели и кранца. Результат был хорошим: в зависимости от ее мотивации 80-95% реакции были правильными. Скорость, с которой она реагирует на сигналы - хороший признак ее заинтересованности. Когда она реагирует очень медленно, результат уменьшается, но составляет, по крайней мере, 80%, когда она реагирует очень быстро, результат очень высок, около 95%. Мы заключили, что теперь Gudrun в состоянии услышать сигналы, она также правильно реагирует на них. Поскольку она явно ведет себя по-другому, когда не хочет коснуться объекта, чем тогда, когда она это делает, ошибки интерпретации относительно ее реакций, могут быть исключены. Таким образом, можно утверждать, что в этом пункте Gudrun способна найти различия между двумя сигналами, а также что она знает, какой объект принадлежит каждому сигналу.

Фаза 3

Дата

21 июля 1980 в течение 13 августа 1980

Методы

Места использования:

Оборудование A1, Гидрофон H1, Объекты O2.

Цель этой фазы состояла бы в том, чтобы стимулировать Gudrun произвести собственный сигнал, если искусственный сигнал был отсрочен. Теперь Gudrun, как ожидалось, сначала коснется объекта, а затем будет ждать под водой соответствующего сигнала, после которого она будет вознаграждена.

Результаты

Не зарегистрировано сходства, напоминающего искусственно созданные сигналы. 1-ого августа ее мотивация явно пошла на спад, что было очевидно из ее продолжительных попыток "съесть" гидрофон. Казалось, что Gudrun не была готова производить сигналы самостоятельно.

Фаза 4

Дата

15 августа 1980 в течение 3 октября 1980

Методы

Места использования:

Оборудование A1, Гидрофон H1, Объекты O2 и O2'.

В этой фазе Gudrun, после прослушивания сигнала необходимо было сделать выбор.

Чтобы препятствовать ее предпочтениям в ориентации, оба объекта были установлены на краю бассейна, один слева и один справа от гидрофона, и чередовались случайным образом. Суть была в том, что Gudrun, услышав сигнал, должна перемещаться в направлении объекта, принадлежащего этому сигналу.

Результаты

Уже в конце первого раунда Gudrun начала нерешительно поворачиваться. В течение недели был получен результат 95%-ных правильных реакций. Но ее мотивация снова начала уменьшаться после некоторого времени. Это было установлено из наблюдения, когда она начала преднамеренно совершать ошибки, с результатом меньше чем 5%. После 3-недельного перерыва она была в состоянии реагировать правильно с первого пробега, но в течение дня она вновь начинала скучать.

Исходя из факта, что в течение недели Gudrun была в состоянии реагировать почти безупречно на сигналы, мы установили, что она могла различать их между собой очень хорошо, а также выучить их очень быстро. Однако ее мотивация уменьшалась, поскольку время шло, а никакие изменения в ходе эксперимента не были сделаны. Высокая скорость обучения и тот факт, что был получен высокий результат, позволили заключить,

что она совершала ошибки нарочно. Если бы она просто делала случайный выбор, счет был бы 50% вместо 5%, которые она тогда фактически заработала.

Фаза 5

Дата

Октябрь 6, 1980

Методы и результаты

Места использования:

Оборудование А1, Гидрофон Н2, Объекты О3.

После существительных мы обратили наше внимание к словам действия, глаголам. Подготовка к введению глагола сигнализирует о том, что будет введен новый объект, а именно, шар skipru. Поскольку она уже обучалась приносить объекты, которые были брошены в воду, эта фаза была направлена на то, чтобы сначала представить сигнал В и затем бросок объекта в воду. Уже к концу дня Gudrun выучилась ждать сигнала. Однако эта фаза была быстро закончена, из-за большого риска, что Gudrun просто интерпретирует сигнал как "старт".

Фаза 6

Дата

Октябрь 7, 1980

Методы

Места использования:

Оборудование А1, Гидрофон Н2, Объекты О3.

Метод - тот же что в фазе 3, а именно, касание объектов и ожидание сигнала.

В течение этих пробегов Gudrun подражала обоим сигналам, С и D несколько раз. В случае, когда сигнал был преднамеренно отсрочен, Gudrun издавала правильный сигнал сама. Правда, воспроизведение первоначально было установлено на слух, но более поздний анализ пленки подтверждал, что имитации Gudrun очень сильно напоминали искусственные сигналы. Эта регистрация подтвердила ожидания, что Gudrun была в состоянии производить звуки самостоятельно. То, что она была в состоянии делать это правильно и даже использовать их разумно, вытекает из факта, что, когда она спонтанно издавала сигнал, он был всегда правильным.

Фаза 7

Дата

Октябрь 8, 1980 по Октябрь 9, 1980

Методы

Места использования:

Оборудование А1, Гидрофон Н2, Объекты О3.

Фаза 7 была продолжением фазы 5. Чтобы избежать риска, когда сигнал В рассматривался как стартовый сигнал, В был теперь объединен с сигналами объекта формирующими сообщение ВС и VD. Было важно удержать Gudrun под водой достаточно долго, чтобы она могла услышать оба сигнала, принадлежащие сообщению.

Результаты

Установка объектов не представляла никаких проблем. Было гораздо труднее заставить Gudrun оставаться под водой достаточно долго, чтобы услышать оба сигнала, так как она имела привычку всплывать непосредственно на поверхность. Поскольку стимуляция использования сигналов рассматривалась как крайне важная в этом пункте, эта фаза была прекращена.

Фаза 8

Дата

Октябрь 10, 1980 по Ноябрь 10, 1980

Методы

Места использования:
Оборудование А1, Гидрофон Н2, Объекты О3.

Метод был тем же самым как в фазе 3, таким образом, это касание объектов и ожидание сигнала.

Поскольку теперь было возможно слушать вокализацию Gudrun под водой, мы пробовали стимулировать ее издавать сигналы самостоятельно. В начале ей давали дополнительное поощрение, если она издавала звук под водой. Задержка времени представления сигналов была увеличена и увеличение стимулировало ее издать сигнал самой непосредственно в нужный момент. Если она издавала сигнал, она была "по-королевски" вознаграждена. В противном случае искусственный сигнал был представлен как напоминание.

Результаты

21-ого октября она имитировала сигналы четыре из пяти раз. Три дня спустя она часто издавала правильный сигнал спонтанно, когда объект показывался. Она никогда не издавала неправильный сигнал. Она издавала сигнал D 80% от того времени, когда кранец показывали, но сигнал C только в 35% случаев, в которых показывали гантель. Причина предпочтения сигналу D неизвестна.

Мы заключили, что она была в состоянии коррелировать сигналы с показанными объектами.

Фаза 9

Дата

Ноябрь 11, 1980 по Январь 26, 1981
(перерыв с Ноябрь 26, 1980 по Декабрь 22, 1980).

Методы

Места использования:

Оборудование А1, Гидрофон Н2, Объекты О3 и О1,
позднее Оборудование А2, Гидрофон Н3, Объекты О3 и О1.

В этой фазе были введены оба глагола, то есть, сигнал А для "возьми" и сигнал В для "принеси" или "дай". Чтобы ввести новое слово действия "возьми" Gudrun, сначала предлагали комбинации сигналов АС или АД. Тогда она получала объект от одного тренера и была обязана принести это тренеру, ждущему в другой стороне бассейна, и затем вернуться обратно без объекта к гидрофону с другой стороны бассейна, где она была поощрена.

Результаты

Всего лишь после одного дня помощь дополнительного тренера была не нужна. Gudrun сама, после получения сигнала АС или АД, приносила объект от О3 к О1, или от О1 к О3 после сообщения ВС или ВД.

24-ого ноября она правильно реагировала на оба объекта, даже когда они находились в середине бассейна. После прослушивания комбинаций сигнала АС или АД она уносила верный объект от тренера и после ВС или ВД она приносила объект ближе к тренеру.

После нескольких дней Gudrun очевидно стало скучно. Она стала всё меньше и меньше сотрудничать, и пыталась удалить объекты из бассейна. Однако объекты всегда возвращали и эксперимент продолжался. Цель состояла в том, чтобы дать ей понять, что она может добиться своего, только "попросив" об этом, воспроизводя последовательности сигналов. 23-го декабря Gudrun толкнула кранец напротив гидрофона и подала над водой сигнал АД, то есть, сообщение "возьми кранец". Кранец был взят и она конечно была вознаграждена. Позже, она использовала оба АС и АД всегда в значащем контексте, это значило, что она использовала комбинации сигналов

только в тех ситуациях, где было возможно реагировать, беря заинтересованный объект. Есть 3 важных пункта в использовании Gudrun сигналов:

1. Она воспроизводила сигналы только над водой, рядом с тренером, и всегда с интересующим ее объектом.
2. Она всегда приносила объект тренеру, до того как давался сигнал AC и AD.
3. Она, очевидно, интерпретировала сигналы как указание направления, принимая во внимание, кто производил сигналы. Она использовала сигнал A, чтобы указать направление удаления от нее, то есть "подающего сигнал". Она не использовала сигнал B в этом случае.

Фаза 10

Дата

Январь 27, 1981 по Март 2, 1981

Методы

Места использования:

Оборудование A3, Гидрофон H4, Объекты O1.

Целью этой фазы было гарантировать, что Gudrun не связывала действия с неподвижными положениями, а что такое направление было определено местоположением тренера. Это было предназначено, чтобы подчеркнуть идею, что сигнал A был интерпретирован как от "подающего сигнал" и B как движение по направлению к "подающему сигнал", независимо от того, какое положение "подающий сигнал" мог занимать.

Результаты

Обучение начиналось представлением в качестве первоначального теста сообщения AC. Gudrun взяла гантель, отплыла с ней и оставила в положении P, тот же самый способ, которым она позже имела обыкновение отвечать на сигнал AD. Даже когда объекты дрейфовали в середине бассейна, она правильно реагировала на сигналы. Также в этой фазе она вновь и вновь использовала AC и AD.

Был подчеркнут тот факт, что она интерпретировала AC и AD как признаки к действию. Ясно, что точки O1 и O3 сами не были факторами определяющими ее движение с объектами, но самым важным пунктом было выбранное направление, принимая во внимание подающего сигнал. Отметим, как средство документации в этом пункте, фильмы и пленочные записи, которые были сделаны во время прохождения Gudrun этой и всех предыдущих фаз. (ATV /CT Documentary "The Talking Whale").

Фаза 11

Дата

Февраль 16, 1981 по Март 2, 1981

(чередующаясь с фазой 10)

Методы

Места использования:

Оборудование A3, Гидрофон H4, Объекты O1.

Поскольку Gudrun еще не использовала сигнал B, то есть, она еще не просила дать ей что-либо, была создана ситуация, в которой она будет стимулирована произвести ее собственный сигнал B. Поскольку она уже часто работала с гантелью и кранцем, был введен новый сигнал E значащий "*большая рыба*".

Использовались три объекта: гантель, кранец и большая рыба (макрель или сельдь). Важно отметить, что эти рыбы использовались только для обучения, а не как награда. Первоначально, Gudrun как ожидалось, также, как в предыдущих фазах, коснется объекта и затем будет ждать сигнала, который принадлежал сначала гантели, затем кранцу и наконец рыбе. В первых двух случаях, объект давался Gudrun, отпускался и затем убирался, после чего она должна была ждать сигнала. В последнем случае, однако, рыба была протянута ей, она взяла ее в рот: и после того, как она отдала ее тренеру и подался

сигнал E, она была вознаграждена множеством рыбы. Позднее это было предпринято, чтобы заставить Gudrun выполнить те же самые действия с рыбой, которую она видела с гантелью и кранцем. Поэтому, как с сигналами BC и BD, был представлен сигнал BE, и ожидалось, что Gudrun, отнесет рыбу тренеру с другой стороны бассейна.

Это было необходимо только на ранней фазе обучения сигналу E, чтобы удержать рыбу и предотвратить проглатывание ее Gudrun. После этой ранней фазы - которая длилась приблизительно 10 минут - она возвращала рыбу, не будучи ограниченной вручную.

Результаты

Скорость, с которой она выучила сигнал E, была удивительно высокой. Уже во второй раз, когда сигнал был подан, она совершенно подражала ему под водой и затем регулярно над водой. Позднее в тот самый день, она начала спонтанно воспроизводить сигнал E сама над водой, за что, следовательно, была вознаграждена.

Скорость, с которой она была в состоянии выучить сигнал E, позволяет предположить, что она нашла обучение очень легким. 19-ого февраля сигнал BE был подан дважды, что оказалось неудачной попыткой обучить Gudrun приносить рыбу тренеру. Она брала рыбу, поворачивалась в нужном направлении, но очевидно одолеваемая искушением, проглатывала рыбу.

К сожалению, из-за обстоятельств, не зависящих от нас, эксперимент должен был быть остановлен, 2-ого марта.

Множество случаев, когда Gudrun спонтанно производила сигнал E, показывает, что она действительно коррелировала этот сигнал с рыбой. Она никогда не делала этого так быстро с другими объектами. Однако нет никаких причин предполагать, что этот сигнал легче воспроизвести, чем другие. Это был трудный эксперимент для Gudrun, потому что она, как задумывалось, не будет глотать рыбу немедленно. То, что она сначала поворачивалась в направлении тренера, указывает, что она поняла, что ожидалось от нее, но это стоило ей слишком большого самообладания, чтобы довести задачу до надлежащего конца.

Мы заключили, что в ходе эксперимента Gudrun, в конечном счете, будет в состоянии применить свои знания нового сигнала E, чтобы сформировать сообщение BE, которое означает просьбу дать ей рыбу. Отметим, что она уже начала использовать сигнал E, чтобы потребовать рыбу в начале этой фазы. На данном этапе в эксперименте, никто не заботился о том, чтобы удалить тренера, из-за которого, как подразумевалось, действует "эффект Умного Ганса". Как бы ни было, этот эффект вообще не играет роли во всей критической фазе эксперимента. Животное не просили делать выбор, на который можно было бы влиять таким образом. Напротив, Gudrun давали инициативу действовать, то есть общаться. Наша же задача осмысливать ее вопросы и действовать соответственно.

Обсуждение

В течение первых фаз эксперимента казалось, что косатка могла визуально выбрать правильный объект, когда акустический стимул был представлен. Кроме того, оказалось, что она была в состоянии воспроизвести правильный акустический сигнал при виде объекта. Как объяснено у Geschwind (1964), чтобы быть в состоянии выполнить такие задачи в мозге должна существовать связь между визуальными и акустическими областями ассоциации. Едва ли можно сомневаться, что это условие присутствует у косатки. Это означает, что планирование будущих экспериментов коммуникации с этим видом значительно облегчено.

Следующий шаг должен был обучить животное значению двух слов действия, "возьми" и "принеси", в комбинации с сигналами объекта. В течение короткого времени она была в состоянии правильно ответить на четыре комбинации сигналов. Как обычно, когда вещи оставались неизменными, Gudrun становилось скучно, и она пробовала избавиться от объектов. Она обнаружила, что ее попытки были успешны, если она подавала

последовательность сигналов, "возьми кранец ", или "возьми гантель", интерпретируя сигнал "возьми" как удаление предмета от подающего сигнал. Она никогда не просила дать один из объектов, которыми она больше не интересовалась. Чтобы сделать сигнал "дай" более интересным, был введен новый сигнал объекта "рыба". Она выучила значение сигнала удивительно быстро. Комбинацию сигналов "дай" и "рыба" не успели выполнить прежде, чем эксперименты должны были быть закончены. Однако ее начальные реакции позволяют предположить, что она в конечном счете была в состоянии выполнить необходимое сообщение сигнала.

Заключение

Результат этого эксперимента формирует хорошую стартовую площадку, отталкиваясь от которой в дальнейшем исследования коммуникации катанки и человека могут быть выполнены. Использование частотно-модулированных сигналов, которые были в некоторой степени связаны с естественной тональной вокализацией животного, позволяет большому количеству структурной информации содержаться в том же самом отрывке времени, что и постоянные стимулы частоты.

Благодарности

Несомненно, эксперимент на наличие этих возможностей нуждался в помощи и заинтересованности нескольких человек не из области исследований дельфинов. Чтобы отметить нескольких из них, мы хотели бы упомянуть доктора E.Leeuwenberg и доктора H. Buffart (University of Nijmegen, Netherlands) за их помощь в кодировании контуров стимула, профессора, доктора Fl. Verheyen (University of Utrecht) и профессора Ir. Y. Vohma (Delft University of Technology). Техническая часть нашего эксперимента была бы невозможна без квалифицированной помощи Mr. B.M. van den Boom и работы студента Mr. J.VI. Akkermans.

Мы благодарим профессора R.I. Harrison, Mr. V.J.A. Manton, Mr. A.D.G. Dral и R.Paul Terry за критическое чтение рукописей и ценные предложения.

Мы благодарны Anglia Television (прежде A.T.V. а ныне C.T.), в особенности Mr Robin Brown, директору документального фильма "*The Talking Whale*", который охватывает эксперимент с Gudrun, за их заинтересованность и сотрудничество и в не меньшей степени за пожертвования Фонду Нидерландов для Исследований Морских Млекопитающих.

Наконец, мы благодарим этот Фонд за финансовую и логистическую поддержку нашей работы.

Ссылки

- Geschwind, N. (1964)
The development of the brain and the evolution of language .
Monograph series on language and linguistics
no.17:155-17 0. Georgetown Univ. Press.
- Hall, J.D. and C.S. Johnson (1972)
Auditory thresholds of a killer whale *Orcinus orca*
Lineaeus.
J. Acoust. Soc. of Am . 51-2(2): 515-51 9.
- Herman, L.M . (1980)
Cetacean Behavior: Mechanisms & Functions.
Wiley & Sons, New York.
- Reysenbach De Haan, F.W. (1966)
Listening Underwater: Thoughts on Sound and
Cetacean Hearing.
In: K.S. Norris (Ed.), Whales, Dolphins and
Porpoises. Univ. of California Press, Berkeley and

Los Angeles.
Schevill, W .E. and W .A. Wa tkins (1966)
Sound structure and directionality in Orcinus
orca.
Zoologica 51: 71-76.
Steiner, W .W., J.H . Hain, H.E. Winn, P.J. Perkins
(1979)
Vocalisations and feeding behaviour of the killer
whale (Orcinus orca).
J. of Mammalogy 60(4): 823-82 7.

Документальный фильм

Центральное Телевидение (прежде ATV) Документальный фильм: "*The Talking Whale*",
режиссер Robin Brown.

Приложение I: Временно-зависимые стимулы частоты

Интуитивно, мы отмечаем, что постоянно-частотные стимулы обладают транспортабельным минимальным количеством информации относительно частотно-модулированного образца. Кроме того, постоянно-частотные стимулы - не совсем естественные стимулы в экспериментах по обработке информации, хотя они легко воспроизводятся и известны образцы в большинстве психофизических экспериментов.

Информационное теоретическое описание используемых стимулов основано на результатах исследования измерений образца, развитого Leeuwenberg и Buffart в прошлом десятилетии. Эта образцово кодированная теория позволяет вычислить структурный информационный вес образца (число степеней свободы), в отличие от известной отборной информационной теории, предложенной Shannon (1963).

Количество структурной информации затрудняет представление о сложности восприятия образца. Не вдаваясь в детали о теоретических фонах в теории кодирования - заинтересованный читатель обратится к инструкции по кодированию Buffart и Leeuwenberg (1982) - мы же опишем информационный вес различных образцов, используемых в нашем эксперименте.

Пять типов стилизованных тональных образцов, которые мы использовали, представлены в **иллюстрации 3** от А до Е.

Обратим внимание на образец, обозначенный в **иллюстрации 3 А**, представляющий временно-зависимую структуру частоты, в него включены следующие параметры:

a отправная точка по оси частоты f_1 .

b проходящий по оси времени, единственный параметр, вовлеченный, до изменений происходящих в частоте, продолжительность по времени 0.8 секунд.

c в этот момент непродолжительный по времени скачок 0.3 секунды, а также увеличение частоты до f_2 ; таким образом, вовлечены два параметра.

d после достижения частоты f_2 , единственный параметр, который вовлечен для оставшейся части образца стимула - продолжительность по времени 0.3 секунды.

Подведем итоги независимых изменений, которые происходят в образце в течение долгого времени; мы достигаем 5 степеней свободы, то есть 5 параметров, которые могли бы изменить наш основной образец. Таким образом, мы отмечаем, что минимальный информационный вес в этой конфигурации равен числу степеней свободы, которая является $I=5$.

Точно тем же самым способом мы можем описать фазо-перевернутый образец, представленный в **иллюстрации 3 В**. Он содержит тот же самый структурный информационный вес, хотя воспринимающая ценность информации не включена: образец, идущий от низкой частоты через некоторую дорожку к более высокой частоте дает другое воспринимающее ощущение, когда перевернут.

Таким образом, мы дошли до сигнала В по ценности $I=5$ за количество структурной информации.

Теперь берем **иллюстрацию 3 С** и продолжаем по образцу вовремя отмечать степени свободы. На первый взгляд три части этого образца охватывают **иллюстрацию 3 А** длящуюся по времени до 1.0 секунды. После чего непродолжительное по времени, 0.3 секунды, понижение данной частоты. После достижения первоначальной отправной точки относительно оси частоты, конечные образцы после 0.1 секунды находятся без каких-либо изменений в частоте.

Подводя итог различных изменений пунктов и соответствующих изменений по времени и частоте в этих пунктах, мы достигаем информационного веса в этом образце $I=8$.

Если мы примем во внимание факт, что в следующей части образца, где мы достигаем частоты, которая была уже определена (указывает то, что определенная "память" в познавательном опыте является встроенной), мы можем понизить информационный вес до $I=7$. Однако так как нет никакого свидетельства для такого явления в слуховом восприятии дельфинов, мы склонны настоять на более высоком информационном весе в 8 степеней свободы.

Переходя по тем же самым линиям как в **иллюстрации 3 С** в случае сигнала С, мы не сталкиваемся с проблемами в определении структурного информационного веса $I=8$ для случая фазо-перевернутого образца, сигнала D. На основании этого рассуждения, становится ясно, что стимулы постоянной частоты, как представлено в **иллюстрации 3 Е** приводят к минимальному информационному весу содержащемуся в таком образце, а именно, $I=2$ (см. программу исследования JANUS J.C. Lilly, 1977).

Поскольку связанные образцы, которые формируют сообщение, имеют к этому отношение, мы могли просто добавить часть информации при использовании теоремы аддитивности индивидуальных образцов, если мы рассматриваем их независимо друг от друга.

Таким образом, сообщение, используемое в нашем эксперименте в форме $A+C$ или $B+D$ дает общую сумму структурной информации $I(A)+I(C)=13$ и подобно ей $I(B)+I(D)=13$.

Ссылки

- Buffart, H. and E. Leeuwenberg (1982)
Coding visual patterns, a manual. In:
Psychophysical judgment and the process of
perception. Eds.: H. Geissler, H. Buffart, P.
Petzoldt, Y. Zabrod in.
Amsterdam, NorthHoll and Publ. Comp.
Lilly, J.C. (1977)
Janus. A publication of the Human-Dolphin
Foundation, Malibu, Cal., U.S.A.
Shannon, C.W. and W. Weaver (1963)
The mathematical Theory of Communication.
University of Illinois Press, Urbana.

Приложение II: Предположения относительно дальнейшего исследования

Если Gudrun вновь будет доступна для исследований, которое невозможно в настоящее время, было бы очень интересно продолжить начатый эксперимент, чтобы увидеть, до какого уровня она будет в состоянии прийти в двухсторонней коммуникации. Однако если на некоторых стадиях она не была бы в состоянии улучшить свои языковые способности, следует принять во внимание такой аргумент:

У птенца соловья есть очень важный период в его молодости, чтобы услышать, как взрослый самец поет. Если этого не происходит, и критический период прошел, то этот птенец, встав однажды взрослым, будет не в состоянии петь характерную для взрослого соловья песню. Таким же образом дети должны учиться и говорить в лучшем случае до 8 лет, иначе возникнут препятствия в освоении человеческого языка в его полной степени (то есть выражение абстрактных мыслей).

У нас нет доказательств, есть ли у косатки такой критический период обучения. Однако, существование такого периода очень вероятно.

Gudrun было около 5 1/2 лет во время эксперимента. Если бы ее обучение продолжилось, и максимальный уровень был бы установлен, это означало бы, если наши взгляды верны, то есть две варианта. Или косатка *Orcinus orca*, это специфическая индивидуальность, не развитая достаточно, чтобы достигнуть более сложного уровня, или мы опоздали с Gudrun чтобы дать ей полный шанс развить ее врожденные способности. Поэтому я решительно выступаю в пользу повторения этого эксперимента с как можно более молодыми животными.

Gudrun во время поимки была только 270 см длиной, но полностью отнятой от груди, и она не была исключением как мы знали. Это - признак, что исландская популяция, вероятно, вырастает меньшей длины, чем Северо-восточная популяция Тихого океана, в которой молодняк отлучают от груди при длине, по крайней мере, 300 см.

История статьи

Эта статья была первоначально издана в *Aquatic Mammals* 9(3): 69-82. В этой сетевой версии, была добавлена картинка Gudrun и иллюстрации объектов, используемых в эксперименте. В результате этого была введена нумерация рисунков. За исключением некоторых визуальных изменений, оригинальный текст оставили нетронутым. Было добавлено оглавление, так же как следующая короткая история о Gudrun.

О Gudrun

Gudrun была поймана в Исландии, в месте Skeiðarársandur (Юго-Восточная Исландия) в октябре 1976 в операции возглавляемой Jón Gunnarson (см. Sigurjónsson и Leatherwood, 1988) и транспортирована в дельфинарий в Harderwijk в Нидерландах.. Она была поймана вместе с Ким, самкой, которая транспортировалась в Marineland, Франция и Кепау, самкой, которая транспортировалась в Морской Мир в Сан-Диего в мае 1977 (Hoyt, 1990). Она была названа в честь лодки, которая использовалась при поимке, M/V *Guðrún*. Хотя она иногда оказывалась в компании других косаток (во время их передержки по пути к другим паркам), она проводила большую часть времени в компании группы дельфинов афалин. Она была частью шоу. В 1987, дельфинарий решил переместить Gudrun официально в Морской Мир Флориды, Орlando. Сначала она должна была привыкнуть к тому, чтобы быть с другими косатками после лет проведенных лишь в компании дельфинов афалин. Как утверждали тренеры Морского Мира: *она вела себя как дельфин, а должна была учиться вести себя как косатка*. Она весьма хорошо приспособилась к новой окружающей среде. В течение года она была включена в шоу Морского Мира. В 1988 она забеременела, и в следующем году у нее появился первый отпрыск, Taíma. Через несколько лет родился еще один. К сожалению, Gudrun умерла 25 февраля 1996 от осложнений (во время третьей беременности).

Ссылки

Hoyt, E. (1990)
Orca - The whale called killer (New Edition).
Robert Hale, London.
Sigurjynsson, J. and Leatherwood, S. (1988)
The Icelandic live-capture fishery for killer whales,
1976-1 988. in: J. Sigurjynsson and
S. Leatherwood: North Atlantic killer whales.
pp.: 307-316 R it Fiskideildar, Vol. XI.
Hafrannsy knastofnunin, Reykjavnk, Iceland.

Оглавление

Кратко	1
Введение	1
Объект изучения	4
Окружение.	4
Сигналы	4
Оборудование.	5
Эксперимент.	5
Фаза 1	6
Фаза 2	6
Фаза 3	7
Фаза 4	7
Фаза 5	8
Фаза 6.	8
Фаза 7	8
Фаза 8	8
Фаза 9	9
Фаза 10	10
Фаза 11	11
Обсуждение	11
Заключение.	12
Благодарности	12
Документальный фильм	13
Приложение I: Временно-зависимые стимулы частоты.	13
Приложение II: Предположения относительно дальнейшего исследования.	15
История статьи	15
О Gudrun.	15