



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

فنیچ‌های گورخری آواهای خود را بر اساس کارکرد دسته‌بندی می‌کنند — «معنا» این‌جا یعنی همین، نه زبان انسانی

یک مطالعه در *Science* نشان می‌دهد فنیچ‌های گورخری بالغ می‌توانند ۱۱ نوع آوای مجموعه صوتی خود را تمایز دهند، دسته‌ها را به صداهای تولیدکنندگان تازه تعمیم دهند و خطاهایی مرتکب شوند که با کارکرد اجتماعی آواها خوشه‌بندی می‌شود، نه فقط شباهت صوتی. نویسندگان این اثر «آهنربای معنایی» می‌نامند: فضای ادراکی پرنده ظاهراً تحت تأثیر کاری است که آوا برای آن استفاده می‌شود. نتیجه جالب درباره دسته‌بندی ارتباطی است، نه اثبات کلمه، نحو یا زبان شبیه انسان.

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Categorical and semantic perception of the meaning of call-types in zebra finches*, Julie E. Elie, Aude de Witasse-Thézy, Logan Thomas, Ben Malit, and Frédéric E. Theunissen, *Science*, 389 1215-1210 (2025) · DOI: [science.ad8482/1126.10](https://doi.org/10.1126/science.ad8482)

واژه «معنا» در این جا با دقت به کار رفته است

فنج‌های گورخری برای داشتن زندگی اجتماعی به اجازه ما نیاز ندارند. وقتی گرسنه‌اند، از هم جدا شده‌اند، در حال جفت‌گیری‌اند، ترسیده‌اند، با جفت خود در تماس‌اند یا در تعارض‌اند، آواهای متفاوتی تولید می‌کنند. رفتارشناسان می‌توانند این صداها را در انواع آوا یا *call-type* دسته‌بندی کنند: گروه‌های عملی مانند آوای هشدار، آوای تماس یا آوای گدایی که با شکل صوت و رفتاری که پرنده هنگام تولید آن دارد تعریف می‌شوند. پرسش دشوارتر این است که آیا خود پرندگان هم این آواها را به همین شکل دسته‌بندی می‌کنند یا نه.

مقاله‌ای در Science ادعایی محدود اما مهم دارد: فنج‌های گورخری بالغ می‌توانند انواع آوا را در مجموعه صوتی خود دسته‌بندی کنند، و الگوی خطاهایشان نشان می‌دهد آواهایی که از نظر رفتاری به هم مربوط‌اند در «فضای ادراکی» پرنده به هم نزدیک‌ترند از آنچه شباهت صوتی به‌تنهایی پیش‌بینی می‌کند.

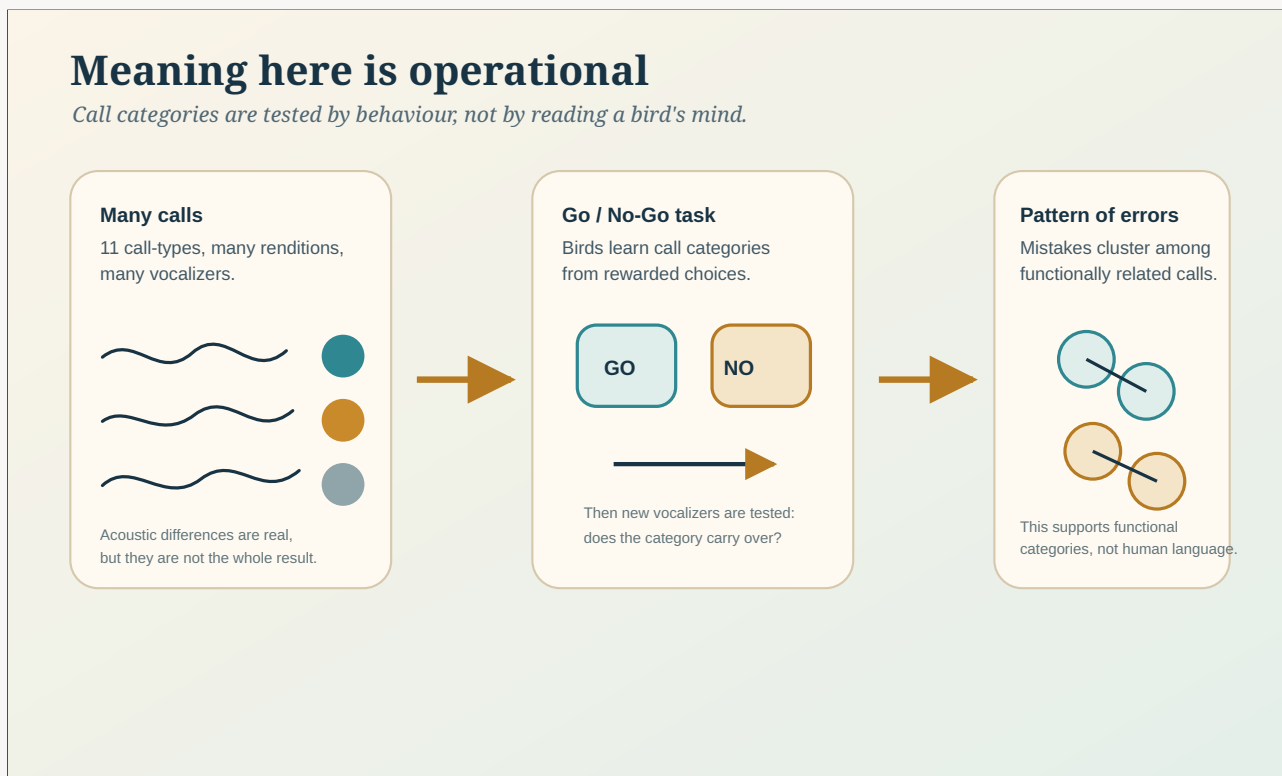
اینجاست که واژه *semantic* یا معنایی وارد مقاله می‌شود. معنایش این نیست که پرندگان «کلمه» به معنای انسانی دارند. معنایش نحو، گفت‌وگو یا فرهنگ لغتی مخفی در مغز فنج نیست. این جا «معنا» عملیاتی است: اگر دو آوا در زمینه‌های اجتماعی مشابه به کار روند و پرندگان آن دو را بیش از آنچه شباهت صوتی‌شان توضیح می‌دهد با هم اشتباه بگیرند، به نظر می‌رسد دسته رفتاری روی ادراک اثر می‌گذارد.

نسخه تمیز داستان «پرندگان زبان دارند» نیست. این است: فنج‌های گورخری ظاهراً آواهای خود را به‌صورت دسته‌های کارکردی درک می‌کنند، و برخی از این دسته‌ها در معنای محدود و آزمون‌پذیر آزمایش طوری رفتار می‌کنند که انگار «معنا» حمل می‌کنند.



فنج‌های گورخری (*guttata Taeniopygia*) پرندگان آوازخوان بسیار اجتماعی با مجموعه‌ای غنی از آواها هستند؛ به همین دلیل مدل خوبی برای مطالعه نحوه دسته‌بندی سیگنال‌های صوتی در جانورانند.

Christoph Moning / iNaturalist CC BY 0.4



طرح زنجیره شواهد برای بازبینی: نمونه‌های متعدد از ۱۱ نوع آوا وارد یک تکلیف تمایز Go/No-Go می‌شوند؛ نتیجه کلیدی این است که پرندگان دسته‌ها را به آواهای تولیدشده توسط افراد تازه تعمیم می‌دهند و خطاهایشان بر اساس کارکرد آوا خوشه‌بندی می‌شود، نه فقط شباهت صوتی.

The Clean Paper CC BY 0.4

نویسندگان چه چیزی را آزمودند

نویسندگان از یک نقشه رفتارشناختی موجود برای مجموعه آوایی فنج گورخری شروع کردند. این گونه حدود ۱۱ نوع آوای مبتنی بر **ethogram** دارد: آواهای مرتبط با تماس، پیوند جفت و رفتار لانه، هشدار، پرخاشگری یا رفتار غیرهمراهانه، گدایی و آواز نر.

این طبقه‌بندی را انسان‌ها ساخته‌اند. ویژگی‌های صوتی، زمینه‌ای که صدا در آن تولید می‌شود و کاری که صدا معمولاً در زندگی اجتماعی انجام می‌دهد با هم ترکیب شده‌اند. اما **ethogram** انسانی لزوماً نقشه ذهنی جانور نیست. مطالعه سه پرسش مرتبط می‌پرسد.

نخست، آیا فنج‌های گورخری می‌توانند همه این انواع آوا را از هم تشخیص دهند؟

دوم، آیا دسته یک نوع آوا را به پرندگانی که قبلاً صدایشان را شنیده‌اند تعمیم می‌دهند، یا فقط نمونه‌های منفرد را حفظ می‌کنند؟

سوم، وقتی اشتباه می‌کنند، آیا خطاها فقط از شباهت صوتی پیروی می‌کنند یا از معنای رفتاری آواها هم؟

نکته کلیدی این است که آزمایش از پرنده نمی‌خواهد توضیح دهد یک آوا «چه معنایی» دارد. می‌پرسد آیا رفتار پرنده در یک تکلیف

کنترل شده اثر آماری دسته‌بندی و معنا را نشان می‌دهد یا نه.

آزمایش چگونه کار می‌کند

سه اصطلاح در این مقاله وزن زیادی دارند.

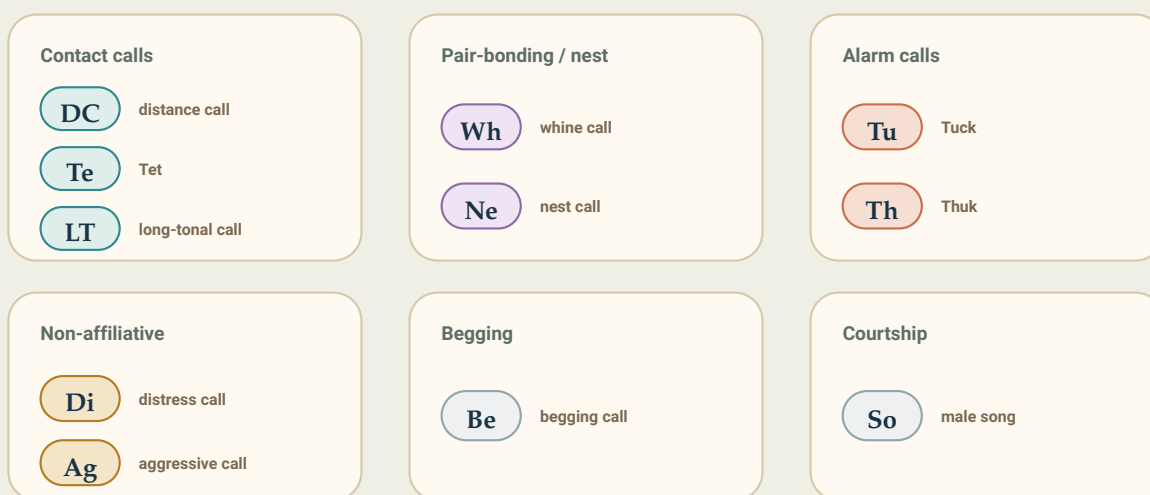
یک **call-type** یک دسته از صداهای فنج گورخری است. مقاله از انواع آوای مبتنی بر **ethogram** استفاده می‌کند؛ یعنی دسته‌هایی برگرفته از فهرست رفتاری: صدا از نظر صوتی چگونه است، پرنده چه زمانی آن را تولید می‌کند و به چه وضعیت اجتماعی مربوط است. **vocalizer** فقط همان پرنده منفردی است که صدای ضبط‌شده را تولید کرده. شکل صوتی الگوی قابل اندازه‌گیری صداست؛ کارکرد رفتاری کاری است که آوا معمولاً برای آن به کار می‌رود.

۱۱ نوع آوای آزموده‌شده برچسب‌های انتزاعی نیستند. این‌ها همان مجموعه‌ای‌اند که نویسندگان از پرندگان خواستند تشخیص دهند:

- آواهای تماس: call long-tonal (Te)، Tet (DC)، call distance (LT).
- پیوند جفت و رفتار لانه: call nest (Wh)، call whine (Ne).
- آواهای هشدار: Thuk (Tu)، Tuck (Th).
- آواهای غیرهمراهانه: call distress (Di)، call aggressive (Ag).
- گدایی: call begging (Be).
- جفت‌گیری: آواز نر (So).

The 11 call-types are concrete categories

The paper asks whether zebra finches sort these calls the way ethologists do.



These are ethogram-based labels: categories from sound shape plus social context, not human words.

۱۱ نوع آوای آزموده‌شده در مقاله، گروه‌بندی‌شده بر اساس کارکرد اجتماعی کلی. برچسب‌ها دسته‌های مبتنی بر ethogram در مقاله منبع‌اند: «کله» نیستند، اما مجموعه واقعی‌ای را نشان می‌دهند که پرندگان باید از هم تشخیص می‌دادند.

تکلیف اصلی یک تمایز شنیداری Go/No-Go بود. پرنده برای شروع یک پخش شش ثانیه‌ای به کلیدی روشن نوک می‌زد. اگر آوا پاداش‌دار بود، حرکت درست صبرکردن بود: پس از پایان صدا، ظرف غذا بالا می‌آمد و پرنده دانه می‌گرفت. اگر آوا بدون پاداش بود، صبرکردن چیزی نمی‌داد؛ راه مؤثر این بود که پرنده در طول پخش دوباره نوک بزند، صدا را قطع کند و آزمون بعدی را شروع کند. بنابراین قطع کردن صدا نشان می‌دهد پرنده کدام صداها را «عضو دسته پاداش‌دار» نمی‌داند.

در هر آزمون، یک نوع آوا پاداش داشت و ده نوع دیگر نه. سپس نویسندگان نوع پاداش‌دار را عوض کردند و کل مجموعه را طی کردند. نمونه‌های متعددی از پرندگان متعدد استفاده شد و تکرار دقیق یک ضبط کم بود. این مهم است: پرنده نمی‌توانست فقط یک فایل صوتی را حفظ کند. برای موفقیت باید یاد می‌گرفت چه چیزهایی با وجود تفاوت صدای پرندگان و نمونه‌ها عضو یک نوع آوا محسوب می‌شوند.

«فضای ادراکی» بعدی اسکن مغز یا نقشه‌ای واقعی درون جانور نیست. نقشه‌ای است که از خطاها استنباط شده. اگر دو نوع آوا زیاد با هم اشتباه شوند، در این نقشه رفتاری به هم نزدیک‌تر قرار می‌گیرند. نویسندگان آن را با نقشه صوتی‌ای مقایسه کردند که فقط از ویژگی‌های صدا ساخته شده بود. ادعا وقتی جالب می‌شود که نقشه خطاهای پرندگان به سوی کارکرد آوا کشیده شود، نه فقط به سوی شباهت صوتی.

چه پیدا کردند

پرندگان می‌توانستند کل مجموعه را تمایز دهند. دوازده فنچ گورخری بالغ — شش نر و شش ماده — در ۱۱ نوع آوا آزموده شدند. تقریباً همه آزمون‌ها موفق بودند: ۱۲۷ مورد از ۱۳۱ آزمون تمایز نوع آوا معنادار بود. محدود شکست‌ها مربوط به پرندگان و انواع آوای مشخص بود؛ الگوی کلی این بود که هر نوع آوا بالاتر از شانس تشخیص داده شد.

این مهم است چون مجموعه آوایی چند بوق جدا و مرتب نیست. بعضی انواع از نظر صوتی خوشه‌اند و بعضی به تدریج به یکدیگر تبدیل می‌شوند. با این حال پرندگان دسته‌ها را یاد گرفتند.

دسته‌ها را به تولیدکنندگان تازه تعمیم دادند. در آزمایش دوم، پرندگان تمایز دو نوع آوا را از مجموعه کوچکی از vocalizer یاد گرفتند. روز بعد، صداهای پرندگان جدید با همان قانون پاداش افزوده شد. پرندگان این آواهای تازه را از همان اوایل آزمون درست دسته‌بندی کردند، پیش از آن که بتوانند هر نمونه جدید را از بازخورد پاداش جداگانه یاد بگیرند. این از ادراک دسته‌ای نوع آوا پشتیبانی می‌کند، نه صرفاً حفظ کردن صداهای منفرد.

دسته می‌توانست بر قانون پاداش تازه غلبه کند. قوی‌ترین ترفند رفتاری وقتی بود که نویسندگان تکلیف را ناسازگار کردند. آواهای تولیدکنندگان جدید، برعکس قانونی که پرندگان قبلاً برای همان نوع آوا یاد گرفته بودند، پاداش گرفتند. اگر پرندگان فقط نمونه‌های صوتی تازه را دنبال می‌کردند باید فوراً سازگار می‌شدند. اما پاسخ‌های اولیه از دسته آوایی قبلاً یادگرفته‌شده پیروی کرد و تصمیم‌های پاداش را به‌طور منظم اشتباه کرد. طی روز، پرندگان کم‌کم قانون دلخواه جدید را آموختند. این دقیقاً چیزی است که انتظار دارید اگر دسته طبیعی نوع آوا آن‌قدر واقعی باشد که مزاحم قانون تازه شود.

خطاها فقط صوتی نبودند. نویسندگان یک فضای صوتی را — از اشتباهات یک classifier میان صداها — با فضای ادراکی ساخته‌شده از خطاهای رفتاری پرندگان مقایسه کردند. دو فضا به هم مرتبط بودند: صدا همچنان مهم بود. اما انواع آوایی که به یک دسته رفتاری یا معنایی تعلق داشتند در فضای ادراکی پرندگان نزدیک‌تر از فضای صوتی بودند. مقاله این را اثر آهرنرای معنایی (semantic magnet effect) می‌نامد.

از نظر عددی، گروه‌بندی بر اساس دسته معنایی در نقشه ادراکی حدود ۲٫۴۳ برابر قوی‌تر از نقشه صوتی بود. به زبان ساده: خطاهای پرندگان به سوی معنای کارکردی کشیده می‌شدند، نه فقط صدای مشابه.

«معنایی» در این جا یعنی چه

این بخش بیشترین احتیاط را می‌خواهد. در زبان روزمره، «semantic» خیلی سریع به «کلمه» تبدیل می‌شود. این مقاله چنین چیزی را اثبات نمی‌کند.

مطالعه semantic را در معنای رفتاری و شناخت تطبیقی به کار می‌برد. یک نوع آوا «معنای پیشنهادی» دارد چون با کارکرد اجتماعی مرتبط است: هشدار، تماس، گدایی، پرخاشگری، پیوند جفت، جفت‌گیری. اگر پرندگان دو نوع آوای متعلق به یک دسته اجتماعی بزرگ را بیش از آنچه صوت پیش‌بینی می‌کند با هم اشتباه بگیرند، فضای ادراکی‌شان تحت تأثیر آن دسته کارکردی قرار گرفته است.

این نتیجه‌ای جدی است. نشان می‌دهد پرندۀ فقط یک spectrogram نمی‌شنود. آواهای گونه خود را در دسته‌هایی سازمان‌یافته بر اساس رفتار قرار می‌دهد.

اما همچنان غیرمستقیم است. نویسندگان نمی‌توانند ذهن جانور را بخوانند و خودشان هم این را می‌گویند. بازنمایی درونی را از رفتار استنباط می‌کنند: تمایز، تعمیم و خطاهای منظم.

قیاس مفید «کلمات فنج» نیست. بیشتر شبیه این است: دستگاه شنوایی پرندۀ ظاهراً فاصله میان آواها را بر اساس کاری که آواها برای آن هستند تغییر می‌دهد.

این مقاله چه چیزی را اثبات نمی‌کند

- زبان شبیه انسان را نشان نمی‌دهد. در این نتیجه نحو، دستور زبان، معنای ترکیبی یا واژگان بازپایان وجود ندارد.
- نشان نمی‌دهد فنچ‌های گورخری «کلمه» دارند. انواع آوا دسته‌های صوتی ویژه‌گونه و وابسته به زمینه رفتاری‌اند، نه نمادهایی که آزادانه بتوان آن‌ها را بازترکیب کرد.
- گفت‌وگو با انسان یا کانالی رمزگشایی‌شده برای حرف زدن با پرندگان را نشان نمی‌دهد.
- به حالت‌های ذهنی دسترسی مستقیم ندارد. معنا از رفتار در تکلیف و ساختار خطا استنباط می‌شود، نه این که در ذهن پرندۀ مشاهده شده باشد.
- نشان نمی‌دهد پرندگان «معناهای تازه» را فهمیده‌اند. تعمیم به های vocalizer جدید، تعمیم دسته نوع آوا به صداهای افراد مختلف است.
- روشن نمی‌کند این دسته‌ها چگونه رشد می‌کنند. مطالعه پرندگان بالغ را آزمود، این که تجربه و رشد چگونه اثر آهنبای معنایی را شکل می‌دهند، پرسش آینده است.

قدرت شواهد چقدر است؟

برای ادراک دسته‌ای انواع آوا، شواهد قوی است. طراحی از پرندگان می‌خواهد کل مجموعه را تمایز دهند، نمونه‌های فراوانی از تولیدکنندگان متعدد به کار می‌برد و آزمون تعمیمی دارد که در آن صداهای تازه شنیده‌شده بر اساس نوع آوا دسته‌بندی می‌شوند. شرط پاداش ناسازگار به‌ویژه مفید است چون نشان می‌دهد دسته می‌تواند با قانون دنلخواه تازه تداخل کند.

برای نوعی ادراک معنایی عملیاتی، شواهد خوب اما استنباطی‌تر است. اثر آهنبای معنایی فقط استعاره نیست: نویسندگان فاصله‌های صوتی و رفتاری را مقایسه می‌کنند و می‌بینند انواع آوای مرتبط از نظر رفتاری در ادراک بیشتر از صوت خوشه‌بندی می‌شوند. این از اثرگذاری کارکرد آوا بر ادراک پشتیبانی می‌کند.

برای «معنا» به شیوه زبان انسانی، شهادی وجود ندارد — و لازم هم نیست وجود داشته باشد. مقاله وقتی مشخص و محدود بماند جالب تر است. ارتباط جانوری فقط وقتی شبیه گفتار انسان باشد ارزشمند نمی شود.

چرا مهم است

وسوسه عمومی روشن است. اگر پرنده آوا را «معنادار» بشنود، تیر بعدی می خواهد بگوید زبان جانوران را رمزگشایی می کنیم. این جهش، بخش سخت علم را دور می زند.

نتیجه دقیق بهتر است. نشان می دهد پژوهشگران چگونه می توانند «معنا» را بدون وانمود کردن به ترجمه ذهن جانور آزمایش کنند. می توانند پرسند آیا جانورها با دسته بندی رفتارشناسان انسانی هم نظرند. می توانند پرسند نمونه های تازه بر اساس دسته مرتب می شوند یا نه. می توانند ببینند خطاها از شباهت صوتی پیروی می کنند یا کارکرد اجتماعی. این راهی است برای دقیق تر و آزمایش پذیرتر کردن پرسشی قدیمی: آیا آواهای جانوران برای خود جانورها معنایی دارند؟

همچنین بحث را از نردبان دروغینی دور می کند که انسان در بالای آن «زبان» دارد و بقیه فقط «نویز». فنچ های گورخری مجموعه صوتی کوچک و ویژه گونه خود را دارند. درون همین مجموعه، این مطالعه نشان می دهد پرندگان دسته های ساختاریافته ای را درک می کنند که با استفاده اجتماعی پیوند دارند. این زبان ما نیست. سامانه ارتباطی آنهاست، آزموده شده با معیارهای خودش.

خلاصه تمیز

یک مطالعه در Science فنچ های گورخری بالغ را روی ۱۱ نوع آوای مجموعه صوتی شان آزمود. در تکالیف شنیداری، Go/No-Go، پرندگان همه انواع آوا را تمایز دادند، دسته های آموخته شده را به صداهای تولیدکنندگان جدید تعمیم دادند و در شرط ناسازگار ابتدا از دسته نوع آوا پیروی کردند حتی وقتی این کار تصمیم پاداش را اشتباه می کرد. سپس نویسندگان شباهت صوتی را با خطاهای رفتاری مقایسه کردند و دریافتند انواع آوا که در زمینه های اجتماعی مشابه استفاده می شوند در فضای ادراکی پرندگان قوی تر از فضای صوتی خوشه بندی می شوند. این از ادراک دسته ای و شکل عملیاتی ادراک معنایی پشتیبانی می کند: پرندگان ظاهراً آواهای خود را بر اساس دسته های کارکردی سازمان می دهند، نه فقط صدا. این زبان شبیه انسان، نحو، کلمه، دسترسی مستقیم به حالت ذهنی یا گفت و گو با پرندگان را نشان نمی دهد.

بررسی بی پرده

مقاله چه نشان می دهد: فنچ های گورخری بالغ می توانند ۱۱ نوع آوای مبتنی بر ethogram را تمایز دهند؛ دسته نوع آوا را به تولیدکنندگان جدید تعمیم می دهند؛ و خطاهای منظمشان فراتر از شباهت صوتی صرف، تحت تأثیر دسته های رفتاری یا معنایی است.

چه چیزی محتمل است اما اثبات نشده: فنچ ها بازمانی درونی معنای آوا دارند؛ نقشه های عصبی مشابهی زیر اثر رفتاری «آهنربای معنایی» قرار دارند؛ و رشد و تجربه این دسته ها را به شکلی مشابه دیگر دسته های ادراکی آموخته شده شکل می دهند.

چه چیزی را نشان نمی دهد: زبان شبیه انسان؛ دستور زبان؛ واژگان بازپایان؛ ارجاع نمادین در معنای انسانی؛ شاهد مستقیم حالت های ذهنی؛ یا راهی برای صحبت انسان با فنچ گورخری.

محدودیت‌های اصلی: آزمایش‌ها تکالیف operant آزمایشگاهی با ۱۲ پرنده بالغ هستند، نه تعامل طبیعی در میدان؛ «semantic» از رفتار و ساختار خطا استنباط می‌شود؛ رشد هنوز پرسشی باز است؛ نتیجه مربوط به مجموعه صوتی ثابت و ویژه گونه است، نه زبان ترکیبی انعطاف‌پذیر.

یک خواننده عمومی چقدر باید مطمئن باشد؟ اطمینان بالا که فنچ‌های گورخری در این تکلیف می‌توانند انواع آوا را دسته‌بندی و تمایز دهند. اطمینان خوب که خطاهایشان کارکرد را هم بازتاب می‌دهد، نه فقط شباهت صوتی. اطمینان پایین که این شاهدهی برای «زبان پرندگان» به معنای انسانی باشد. موضع مناسب: نتیجه‌ای قوی در شناخت جانوری درباره دسته‌های صوتی معنادار، نه لحظه دکتر دولیتل.

منابع

- Science 1215-1210, 389 (2025)
<https://doi.org/10.1126/science.ads8482>
- PMC12721838 PMCID — PMC in manuscript Author
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12721838/>
- Zenodo — code analysis and data Behavioral
<https://zenodo.org/records/13623969>
- Figshare — database acoustical finch Zebra
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11905533.v1>