



The CLEAN PAPER

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

Zebra finch memperlakukan panggilan sebagai kategori bermakna — tetapi itu tidak sama dengan bahasa

Sebuah studi Science menguji apakah zebra finch sekadar mendengar panggilan yang berbeda atau mengorganisasi repertoar vokalnya sendiri ke dalam kategori yang membawa makna perilaku. Dalam tugas diskriminasi laboratorium, burung mempelajari seluruh 11 call-type, menggeneralisasi kategori ke vokalis baru, dan lebih sering membuat kesalahan sistematis di antara panggilan yang dipakai dalam konteks serupa daripada yang dapat diprediksi oleh kemiripan akustik saja. Itu bukti kuat untuk persepsi kategorial dan bentuk operasional 'makna'. Ini bukan bukti bahwa finch memiliki bahasa mirip manusia, sintaksis, kata terbuka, atau kanal percakapan dengan manusia.

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, 1210-1215 (2025) · DOI: 10.1126/science.ads8482

Kata “makna” sedang bekerja dengan sangat hati-hati di sini

Zebra finch tidak membutuhkan izin kita untuk memiliki kehidupan sosial. Mereka bersuara ketika lapar, terpisah, merayu, terancam, menjaga kontak dengan pasangan, atau sedang berkonflik. Etolog dapat mengelompokkan suara-suara itu menjadi **call-type**: kategori praktis seperti panggilan alarm, panggilan kontak, atau panggilan meminta makan, yang ditentukan dari bentuk suara dan dari apa yang dilakukan burung saat menggunakan suara tersebut. Pertanyaan yang lebih sulit adalah apakah burung itu sendiri mengelompokkan panggilan dengan cara yang sama.

Sebuah makalah *Science* membuat klaim sempit tetapi penting: zebra finch dewasa dapat mengategorikan call-type dalam repertoar vokalnya sendiri, dan pola kesalahan mereka menunjukkan bahwa panggilan yang berkaitan secara perilaku lebih dekat di “ruang persepsi” burung daripada yang diprediksi oleh akustik saja.

Di sinilah kata **semantik** masuk. Ini tidak berarti burung memiliki kata dalam arti manusia. Tidak berarti ada sintaksis, percakapan, atau kamus tersembunyi di dalam otak finch. “Makna” di sini bersifat operasional: jika dua panggilan digunakan dalam konteks sosial yang serupa, dan burung lebih sering mencampuradukkannya daripada yang dapat dijelaskan oleh kemiripan suara saja, maka kategori perilaku tampaknya ikut membentuk persepsi.

Versi bersihnya bukan “burung memiliki bahasa”. Versinya adalah: zebra finch tampaknya memperlakukan panggilannya sendiri sebagai kategori fungsional, dan sebagian kategori itu berperilaku seolah-olah membawa makna dalam arti terbatas dan dapat diuji yang digunakan eksperimen.

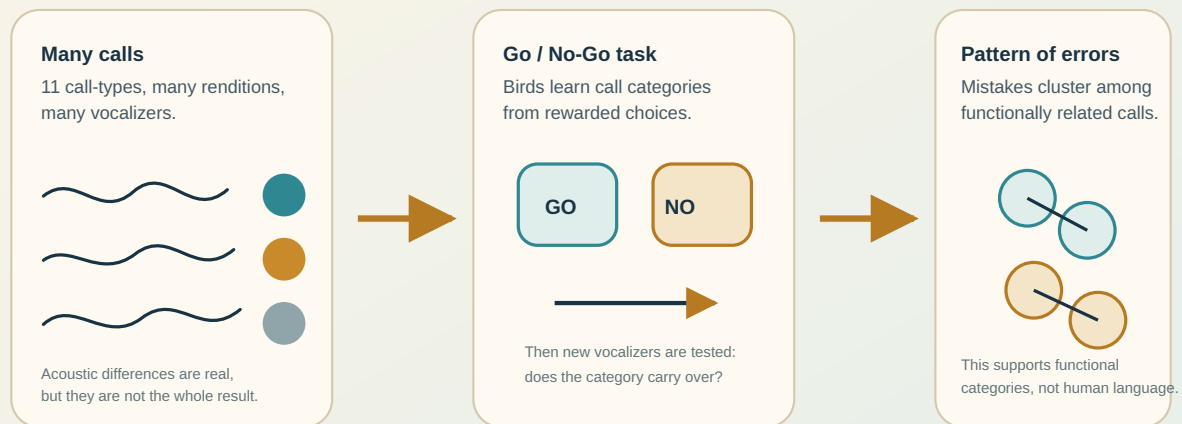


Zebra finch (*Taeniopygia guttata*) adalah burung penyanyi sangat sosial dengan repertoar panggilan yang kaya, sehingga berguna sebagai model untuk mempelajari bagaimana hewan mengategorikan sinyal vokal.

Christoph Moning / iNaturalist CC BY 4.0

Meaning here is operational

Call categories are tested by behaviour, not by reading a bird's mind.



Draf slide rantai bukti untuk ditinjau: banyak contoh dari 11 call-type masuk ke tugas diskriminasi Go/No-Go; hasil kunci adalah burung menggeneralisasi kategori ke vokalis baru dan membuat kesalahan yang mengelompok berdasarkan fungsi panggilan, bukan hanya kemiripan akustik.

The Clean Paper CC BY 4.0

Apa yang diuji para penulis

Para penulis memulai dari peta etologis repertoar zebra finch yang sudah ada. Spesies ini memiliki kira-kira **11 call-type berbasis ethogram**: panggilan yang berkaitan dengan kontak, ikatan pasangan dan perilaku sarang, alarm, agresi atau perilaku non-afiliatif, meminta makan, serta nyanyian jantan.

Klasifikasi itu dibuat manusia. Ia menggabungkan ciri akustik, konteks ketika suara diproduksi, dan fungsi sosial yang biasanya dimiliki suara. Tetapi ethogram manusia tidak otomatis sama dengan peta mental hewan. Studi ini mengajukan tiga pertanyaan yang saling terkait.

Pertama, dapatkah zebra finch membedakan semua call-type tersebut?

Kedua, apakah mereka menggeneralisasi kategori call-type ke vokalis yang belum pernah didengar, alih-alih sekadar menghafal contoh individual?

Ketiga, ketika mereka salah, apakah kesalahan hanya mengikuti kemiripan akustik, atau juga mengikuti makna perilaku panggilan?

Poin kuncinya adalah eksperimen tidak meminta burung menjelaskan apa arti suatu panggilan.

Ia bertanya apakah perilaku burung dalam tugas terkontrol membawa jejak statistik kategori dan makna.

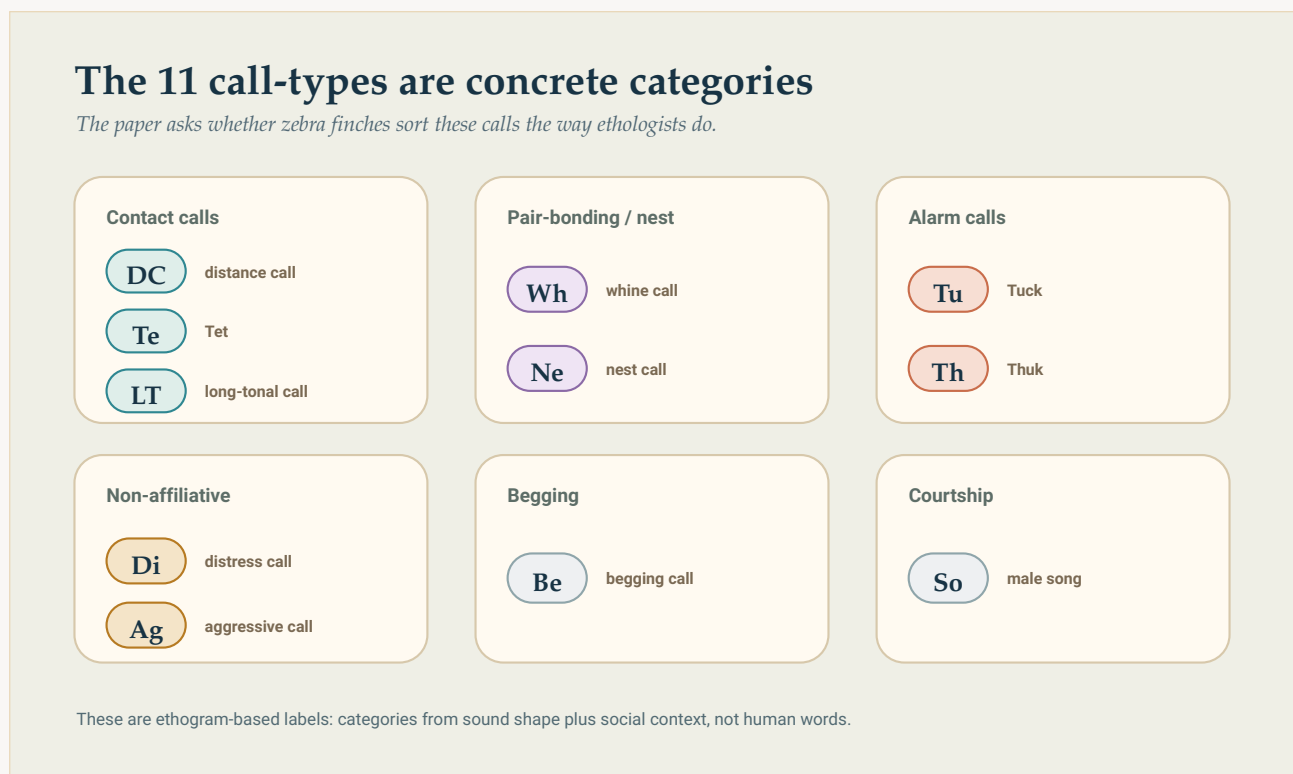
Cara eksperimen bekerja

Tiga istilah memikul banyak beban dalam makalah ini.

Sebuah **call-type** adalah kategori suara zebra finch. Makalah memakai call-type **berbasis ethogram**, artinya kategori yang diwariskan dari katalog perilaku: seperti apa bunyinya secara akustik, kapan burung menghasilkannya, dan situasi sosial apa yang biasanya menyertainya. **Vocalizer** hanyalah burung individual yang menghasilkan rekaman panggilan. **Bentuk akustik** adalah pola suara yang dapat diukur; **fungsi perilaku** adalah kegunaan panggilan secara normal.

Sebelas call-type yang diuji bukan label abstrak. Mereka adalah repertoar yang harus dibedakan burung:

- **Panggilan kontak:** distance call (DC), Tet (Te), long-tonal call (LT).
- **Ikatan pasangan dan perilaku sarang:** whine call (Wh), nest call (Ne).
- **Panggilan alarm:** Tuck (Tu), Thuk (Th).
- **Panggilan non-afiliatif:** distress call (Di), aggressive call (Ag).
- **Meminta makan:** begging call (Be).
- **Perkawinan:** male song (So).



Sebelas call-type yang diuji dalam makalah, dikelompokkan menurut fungsi sosial yang luas. Labelnya adalah

kategori berbasis ethogram dari makalah sumber: mereka bukan “kata”, tetapi memberi pembaca repertoar konkret yang harus dibedakan burung.

The Clean Paper CC BY 4.0

Tugas utamanya adalah **diskriminasi auditori Go/No-Go**. Seekor burung mematak tombol bercahaya untuk memulai pemutaran enam detik. Pada panggilan yang diberi reward, langkah yang benar adalah menunggu: setelah suara selesai, wadah makanan naik dan burung mendapat biji. Pada panggilan tanpa reward, menunggu tidak menghasilkan apa pun; langkah efisien adalah mematak lagi saat pemutaran masih berlangsung, memotong suara, lalu memulai trial baru. Jadi interupsi burung mengungkap suara mana yang diperlakukan sebagai “bukan kategori yang diberi hadiah”.

Untuk setiap tes, satu call-type diberi hadiah dan sepuluh lainnya tidak. Para penulis kemudian mengganti call-type yang diberi hadiah, melewati seluruh repertoar. Mereka juga menggunakan banyak contoh dari banyak vokalis, dengan sedikit pengulangan persis. Itu penting: burung tidak dapat sekadar menghafal satu rekaman. Agar berhasil, ia harus belajar apa yang membuat sesuatu termasuk call-type tersebut di antara suara burung berbeda dan contoh berbeda.

“Ruang persepsi” yang dibahas kemudian bukan pemindaian otak atau peta literal di dalam hewan. Ia adalah peta yang disimpulkan dari kesalahan. Jika dua call-type sering tertukar, keduanya ditempatkan lebih dekat dalam peta perilaku itu. Para penulis membandingkannya dengan peta akustik yang dibangun dari ciri suara saja. Klaim baru menarik jika peta kesalahan burung tertarik ke arah fungsi panggilan, bukan hanya kemiripan suara.

Apa yang mereka temukan

Burung dapat membedakan seluruh repertoar. Dua belas zebra finch dewasa, enam jantan dan enam betina, diuji pada 11 call-type. Hampir semua tes berhasil: **127 dari 131** tes diskriminasi call-type signifikan. Beberapa kegagalan melibatkan burung tertentu dan call-type tertentu; pola keseluruhan adalah setiap call-type dapat dibedakan di atas peluang acak.

Ini penting karena repertoarnya bukan kumpulan bunyi “beep” yang terisolasi rapi. Sebagian call-type mengelompok secara akustik, sedangkan yang lain bergradasi satu sama lain. Burung tetap mempelajari kategorinya.

Mereka menggeneralisasi kategori ke vokalis baru. Dalam eksperimen kedua, burung belajar membedakan dua call-type dari sejumlah kecil vokalis. Keesokan hari, vokalis baru ditambahkan dengan aturan reward yang sama. Burung mengklasifikasikan panggilan baru itu dengan benar sejak awal tes, sebelum mereka mungkin belajar setiap contoh baru dari feedback reward. Ini mendukung persepsi kategori call-type, bukan sekadar hafalan suara individual.

Kategori dapat mengalahkan aturan reward baru. Trik perilaku terkuat muncul ketika tugas dibuat tidak kongruen. Panggilan dari vokalis baru diberi kontingensi reward yang berlawanan dari yang telah dipelajari burung untuk call-type tersebut. Jika burung hanya mengikuti contoh akustik baru, mereka seharusnya beradaptasi segera. Sebaliknya, respons awal mengikuti kategori call-type yang telah dipelajari dan menghasilkan keputusan reward yang salah secara sistematis. Sepanjang hari,

burung perlahan belajar aturan baru yang arbitrer. Persis inilah yang diharapkan jika kategori call-type alami cukup nyata hingga mengganggu aturan baru.

Kesalahan tidak hanya bersifat akustik. Para penulis membandingkan ruang akustik, dibangun dari kebingungan classifier terhadap suara panggilan, dengan ruang persepsi, dibangun dari kesalahan perilaku burung. Kedua ruang berkaitan: suara tetap penting. Tetapi call-type yang termasuk hyper-category perilaku atau semantik yang sama berada lebih dekat dalam ruang persepsi burung daripada dalam ruang akustik. Makalah menyebutnya **semantic magnet effect**.

Secara angka, pengelompokan berdasarkan hyper-category semantik sekitar **2,43 kali lebih kuat** dalam peta persepsi daripada dalam peta akustik. Dalam bahasa biasa: kesalahan burung “ditarik” menuju makna fungsional, bukan hanya suara yang mirip.

Apa arti “semantik” di sini

Bagian ini memerlukan kehati-hatian paling besar. Dalam bahasa sehari-hari, “semantik” cepat berubah menjadi “kata”. Bukan itu yang dibuktikan makalah.

Studi memakai “semantik” dalam arti perilaku dan kognisi komparatif. Suatu call-type memiliki makna putatif karena berkaitan dengan fungsi sosial: alarm, kontak, meminta makan, agresi, ikatan pasangan, perkawinan. Jika burung lebih sering mengacaukan dua call-type dari kategori sosial luas yang sama daripada yang diprediksi akustik, maka ruang persepsinya sedang dibentuk oleh kategori fungsional tersebut.

Itu hasil serius. Ia menunjukkan burung tidak sekadar “mendengar spektrogram”. Burung memperlakukan panggilan spesifik-spesies sebagai kategori yang diorganisasi secara perilaku.

Namun hasilnya tetap tidak langsung. Para penulis tidak dapat membaca pikiran hewan, dan mereka mengatakannya. Representasi internal disimpulkan dari perilaku: diskriminasi, generalisasi, dan kesalahan sistematis.

Analogi yang lebih berguna bukan “kata-kata finch”. Lebih mirip ini: sistem pendengaran burung tampaknya membengkokkan “jarak” antara panggilan berdasarkan fungsi sosialnya.

Apa yang *tidak* dibuktikan

- Ini **tidak** menunjukkan bahasa mirip manusia. Tidak ada sintaksis, tata bahasa, makna komposisional, atau kosakata terbuka dalam hasil ini.
- Ini **tidak** menunjukkan zebra finch memiliki “kata”. Call-type adalah kategori vokal spesifik-spesies yang terikat pada konteks perilaku, bukan label simbolik yang dapat digabung bebas.
- Ini **tidak** menunjukkan percakapan dengan manusia atau kanal yang telah “dipecahkan” untuk berbicara dengan burung.
- Ini **tidak** mengakses keadaan mental secara langsung. Makna disimpulkan dari perilaku tugas

dan struktur kesalahan, bukan diamati di dalam pikiran burung.

- Ini **tidak** menunjukkan burung memahami makna baru. Generalisasi ke vokalis baru adalah generalisasi kategori call-type melintasi suara individu yang berbeda.
- Ini **tidak** menyelesaikan bagaimana kategori ini berkembang. Studi menguji burung dewasa; bagaimana paparan dan perkembangan membentuk semantic magnet effect masih menjadi pekerjaan masa depan.

Seberapa kuat buktinya?

Untuk persepsi kategorial call-type, buktinya kuat. Desain meminta burung membedakan seluruh repertoar, memakai banyak contoh dari banyak vokalis, dan menyertakan uji generalisasi di mana vokalis baru diklasifikasikan berdasarkan call-type. Kondisi reward tidak kongruen sangat berguna karena menunjukkan kategori dapat mengganggu aturan arbitrer baru.

Untuk bentuk operasional persepsi semantik, buktinya baik tetapi lebih inferensial. Semantic magnet effect bukan sekadar metafora: penulis membandingkan peta jarak akustik dan perilaku lalu menemukan call-type yang terkait secara perilaku mengelompok lebih kuat dalam persepsi daripada dalam akustik. Itu mendukung gagasan bahwa fungsi panggilan membentuk persepsi.

Untuk makna seperti manusia, buktinya tidak ada — dan tidak perlu ada. Makalah justru lebih menarik jika dibiarkan tetap spesifik. Komunikasi hewan tidak baru bernilai jika menyerupai ucapan manusia.

Mengapa ini penting

Godaan publiknya jelas. Jika burung mendengar panggilan sebagai sesuatu yang bermakna, judul berikutnya ingin berkata kita sedang memecahkan bahasa hewan. Lompatan itu melewati bagian sains yang sulit.

Hasil hati-hatinya lebih baik. Ia menunjukkan bagaimana peneliti dapat menguji “makna” tanpa berpura-pura menerjemahkan pikiran hewan. Mereka dapat bertanya apakah hewan setuju dengan kategori yang dibuat etolog manusia. Mereka dapat bertanya apakah contoh baru disortir menurut kategori. Mereka dapat bertanya apakah kesalahan mengikuti kemiripan akustik atau fungsi sosial. Itu cara untuk membuat pertanyaan lama — apakah panggilan hewan berarti sesuatu bagi hewan itu sendiri? — menjadi lebih tajam secara eksperimental.

Ini juga menggeser diskusi dari tangga palsu di mana manusia punya bahasa dan semua makhluk lain hanya punya suara. Zebra finch memiliki repertoar vokal kecil dan spesifik-spesies. Di dalam repertoar tersebut, studi ini menunjukkan bahwa burung mempersepsikan kategori terstruktur yang terikat pada penggunaan sosial. Itu bukan bahasa kita. Itu sistem komunikasi mereka, diuji dengan syarat mereka sendiri.

Singkatnya

Sebuah studi *Science* menguji zebra finch dewasa pada 11 call-type dalam repertoar vokalnya. Dalam tugas auditori Go/No-Go, burung membedakan seluruh call-type, menggeneralisasi kategori yang dipelajari ke panggilan dari vokalis baru, dan dalam kondisi tidak kongruen awalnya mengikuti kategori call-type bahkan ketika hal itu menghasilkan keputusan reward yang salah. Para penulis kemudian membandingkan kemiripan akustik dengan kesalahan perilaku dan menemukan bahwa call-type yang dipakai dalam konteks sosial serupa mengelompok lebih kuat dalam ruang persepsi burung daripada dalam ruang akustik. Itu mendukung persepsi kategorial dan bentuk operasional persepsi semantik: burung tampaknya mengorganisasi panggilan mereka sendiri menurut kategori fungsional, bukan suara saja. Hasil ini tidak menunjukkan bahasa mirip manusia, sintaksis, kata, akses langsung ke keadaan mental, atau percakapan dengan burung.

Penilaian tanpa berlebihan

Apa yang ditunjukkan makalah: Zebra finch dewasa dapat membedakan 11 call-type berbasis ethogram dalam repertoarnya; mereka menggeneralisasi kategori call-type ke vokalis baru; dan kesalahan sistematis mereka dibentuk oleh kategori perilaku atau semantik di luar kemiripan akustik saja.

Apa yang masuk akal tetapi belum terbukti: Bahwa zebra finch memiliki representasi internal tentang makna panggilan; bahwa peta saraf serupa mendasari “semantic magnet” perilaku; bahwa perkembangan dan paparan membentuk kategori ini dengan cara serupa kategori persepsi lain yang dipelajari.

Apa yang tidak ditunjukkan: Bahasa mirip manusia; tata bahasa; kata terbuka; referensi simbolik dalam arti manusia; bukti langsung keadaan mental subjektif; cara bagi manusia berbicara dengan zebra finch.

Keterbatasan utama: Pekerjaan memakai tugas operan laboratorium dengan **12 burung dewasa**, bukan interaksi alami di lapangan; “semantik” disimpulkan dari perilaku dan struktur kesalahan; perkembangan masih terbuka; hasil menyangkut repertoar spesifik-spesies yang tetap, bukan bahasa komposisional fleksibel.

Seberapa besar keyakinan yang layak dimiliki pembaca umum? Keyakinan tinggi bahwa zebra finch dapat mengategorikan dan membedakan call-type dalam tugas ini. Keyakinan baik bahwa kesalahan mereka mencerminkan kategori fungsional, bukan hanya kemiripan akustik. Keyakinan rendah bahwa ini bukti bahasa burung dalam arti manusia. Sikap yang tepat: hasil kognisi hewan yang kuat tentang kategori vokal bermakna, bukan momen Dr. Dolittle.

Sumber

Science 389, 1210-1215 (2025)

<https://doi.org/10.1126/science.ads8482>

Author manuscript in PMC — PMCID PMC12721838

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12721838/>

Behavioral data and analysis code — Zenodo

<https://zenodo.org/records/13623969>

Zebra finch acoustical database — Figshare

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11905533.v1>