

# Desempeño de las rutinas de detección automática

Proyecto C0754 Desarrollo de una herramienta computacional para la detección, la cuantificación estructural y la clasificación semisupervisada de vocalizaciones ultrasónicas de ratas

Centro de Investigación en Neurociencias, Universidad de Costa Rica

Marcelo Araya Salas, Juan Carlos Brenes Saenz & Mijail Rojas Carvajal

30-11-2021

## Contenidos

Descripción de los archivos de audio . . . . .	1
Metadatos de los archivos de audio utilizados . . . . .	2
<b>Resultados</b>	<b>3</b>
Llamados de 55 kHz . . . . .	3
Campo abierto . . . . .	3
Prueba de la jaula . . . . .	4
Llamados de 22 kHz . . . . .	5
Campo abierto . . . . .	5
<b>Aplicación a un nuevo juego de datos</b>	<b>6</b>

## Descripción de los archivos de audio

- 63 archivos
- 15 archivos (492 minutos) de la prueba de campo abierto 48 archivos (247 minutos) de la prueba de jaula.
- Duración total de 738.76 minutos (~ 12.31 horas)
- Un total de 43.29 GB
- 63 archivos

## Metadatos de los archivos de audio utilizados

sound.files	duration	sample.rate	channels	bits	context
TH-01.wav	316.51	250	1	16	prueba de jaula
TH-02.wav	316.51	250	1	16	prueba de jaula
TH-03.wav	316.51	250	1	16	prueba de jaula
TH-04.wav	316.51	250	1	16	prueba de jaula
TH-06.wav	306.84	250	1	16	prueba de jaula
TH-07.wav	306.84	250	1	16	prueba de jaula
TH-08.wav	306.84	250	1	16	prueba de jaula
TH-09.wav	307.92	250	1	16	prueba de jaula
TH-10.wav	307.92	250	1	16	prueba de jaula
TH-11.wav	307.92	250	1	16	prueba de jaula
TH-12.wav	307.92	250	1	16	prueba de jaula
TH-13.wav	306.83	250	1	16	prueba de jaula
TH-14.wav	306.84	250	1	16	prueba de jaula
TH-15.wav	306.84	250	1	16	prueba de jaula
TH-16.wav	306.84	250	1	16	prueba de jaula
TH-17.wav	306.22	250	1	16	prueba de jaula
TH-18.wav	306.22	250	1	16	prueba de jaula
TH-19.wav	306.22	250	1	16	prueba de jaula
TH-20.wav	306.22	250	1	16	prueba de jaula
TH-21.wav	312.28	250	1	16	prueba de jaula
TH-22.wav	312.28	250	1	16	prueba de jaula
TH-23.wav	312.28	250	1	16	prueba de jaula
TH-24.wav	312.28	250	1	16	prueba de jaula
TH-25.wav	308.90	250	1	16	prueba de jaula
TH-26.wav	308.90	250	1	16	prueba de jaula
TH-27.wav	308.90	250	1	16	prueba de jaula
TH-28.wav	308.90	250	1	16	prueba de jaula
TH-29.wav	306.41	250	1	16	prueba de jaula
TH-30.wav	306.41	250	1	16	prueba de jaula
TH-31.wav	306.41	250	1	16	prueba de jaula
TH-32.wav	306.41	250	1	16	prueba de jaula
TH-33.wav	308.94	250	1	16	prueba de jaula
TH-34.wav	308.94	250	1	16	prueba de jaula
TH-35.wav	308.94	250	1	16	prueba de jaula
TH-36.wav	308.94	250	1	16	prueba de jaula
TH-37.wav	308.51	250	1	16	prueba de jaula
TH-38.wav	308.51	250	1	16	prueba de jaula
TH-39.wav	308.51	250	1	16	prueba de jaula
TH-40.wav	308.51	250	1	16	prueba de jaula
TH-41.wav	307.99	250	1	16	prueba de jaula
TH-42.wav	307.99	250	1	16	prueba de jaula
TH-43.wav	307.99	250	1	16	prueba de jaula
TH-44.wav	307.99	250	1	16	prueba de jaula
TH-45.wav	308.31	250	1	16	prueba de jaula
TH-46.wav	308.31	250	1	16	prueba de jaula
TH-47.wav	308.31	250	1	16	prueba de jaula
TH-48.wav	308.31	250	1	16	prueba de jaula
TH-50.wav	306.84	250	1	16	prueba de jaula
T0000001.WAV	3460.96	250	1	16	campo abierto

sound.files	duration	sample.rate	channels	bits	context
T0000002.WAV	971.18	250	1	16	campo abierto
T0000003.WAV	2722.86	250	1	16	campo abierto
T0000004.WAV	1319.99	250	1	16	campo abierto
T0000005.WAV	2690.22	250	1	16	campo abierto
T0000006.WAV	912.82	250	1	16	campo abierto
T0000007.WAV	2717.12	250	1	16	campo abierto
T0000008.WAV	949.52	250	1	16	campo abierto
T0000009.WAV	2757.10	250	1	16	campo abierto
T0000010.WAV	916.65	250	1	16	campo abierto
T0000011.WAV	2715.98	250	1	16	campo abierto
T0000012.WAV	911.67	250	1	16	campo abierto
T0000013.WAV	2715.19	250	1	16	campo abierto
T0000014.WAV	940.38	250	1	16	campo abierto
T0000015.WAV	2801.57	250	1	16	campo abierto

## Resultados

### Llamados de 55 kHz

#### Campo abierto

## 5673 selections overlapped

verdaderos.positivos	falsos.positivos	falsos.negativos	sensibilidad	specificidad
9406	757	1959	0.828	0.926

#### Relación entre llamadas observadas y predichas por el modelo automático de detección

- Línea blanca = 1:1
- Línea gris = pendiente de la regresión

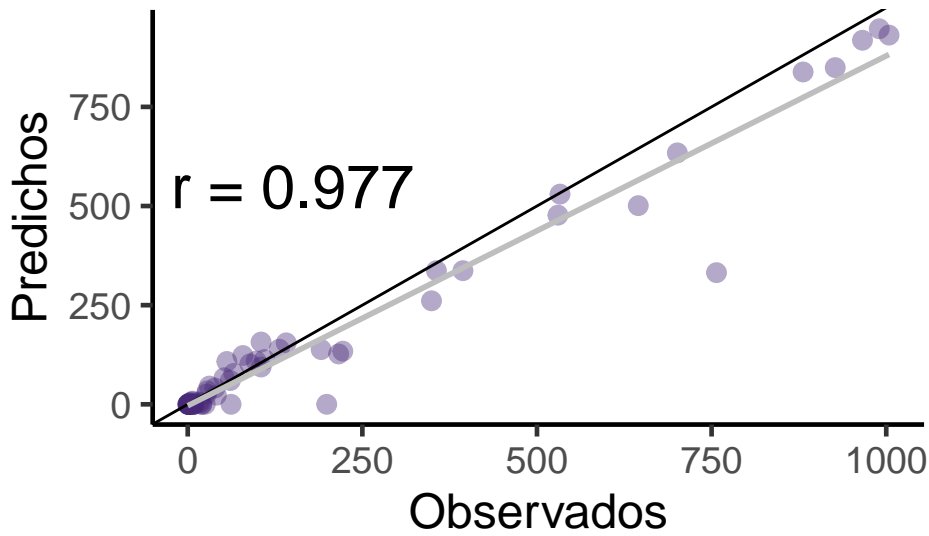


Fig. 1. Relación entre número de llamados de 55 kHz observados por archivo de audio en campo abierto y los predichos según la rutina automática de detección.

#### Prueba de la jaula

## 779 selections overlapped

verdaderos.positivos	falsos.positivos	falsos.negativos	sensibilidad	specificidad
2784	386	1299	0.682	0.878

#### Relación entre llamadas observadas y predichas

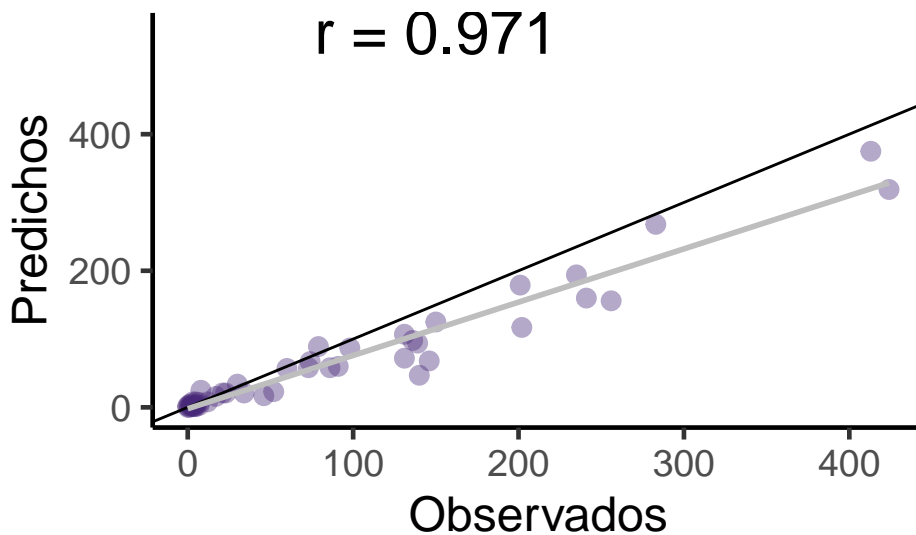


Fig. 2. Relación entre número de llamados de 55 kHz observados por archivo de audio en la prueba de jaula y los predichos según la rutina automática de detección.

## Llamados de 22 kHz

### Campo abierto

verdaderos.positivos	falsos.positivos	falsos.negativos	sensibilidad	specificidad
289	7	24	0.923	0.976

### Relación entre llamadas observadas y predichas

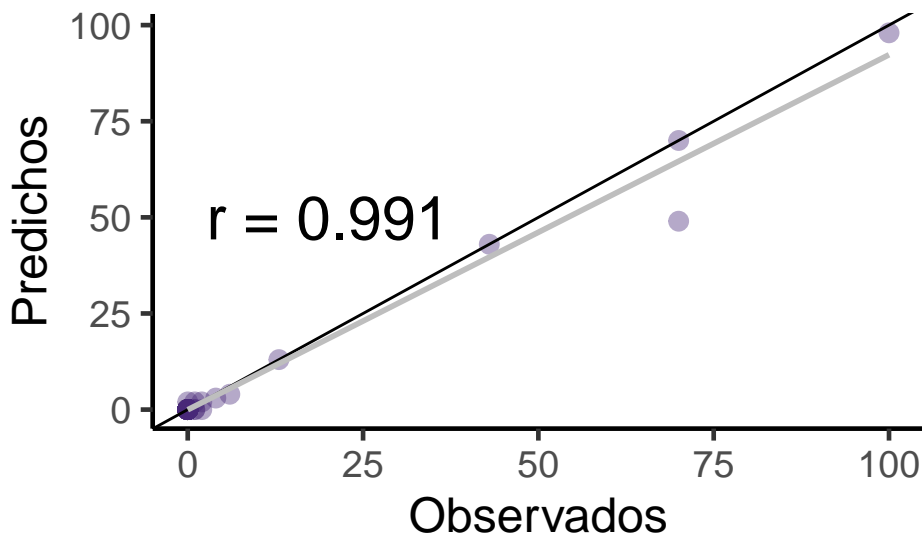


Fig. 3. Relación entre número de llamados de 22 kHz observados por archivo de audio en campo abierto y los predichos según la rutina automática de detección.

---

Los siguientes enlaces contienen las rutinas de R con que se optimizaron los modelos:

- [55 kHz en campo abierto](#)
  - [55 kHz en la prueba de jaula](#)
  - [22 kHz en campo abierto](#)
  - [22 kHz en la prueba de jaula](#)(solo detección)
-

## Aplicación a un nuevo juego de datos

Actualmente la rutina de detección desarrollada se está usando para analizar las grabaciones de un nuevo proyecto (C0606, *Mecanismos conductuales de expresión y regulación emocional: Estudio de las respuestas emocionales positivas mediante la evaluación del auto-acicalamiento, las vocalizaciones ultrasónicas y la expresión genética como marcador de actividad cerebral en Rattus norvegicus*). Esto es una prueba de particular relevancia ya que es un juego de datos completamente diferente al usado para optimizar las rutinas. Un alto desempeño indicaría un bajo sobre-ajuste ('overfitting') y por lo tanto una aplicabilidad amplia del modelo. A continuación se detallan los resultados.

Los archivos de audio contienen una gran cantidad de ruido de fondo, por lo que se usó la rutina de detección de 55 kHz para la prueba de jaula. La sensibilidad y la especificidad fueron similares a la obtenida durante la optimización de la rutina (incluso ligeramente mayores):

verdaderos.positivos	falsos.positivos	falsos.negativos	sensibilidad	especificidad
3492	372	1312	0.727	0.904

El número de llamados predichos por archivo de audio fue muy cercano a los observados manualmente, lo que indica una alta precisión:

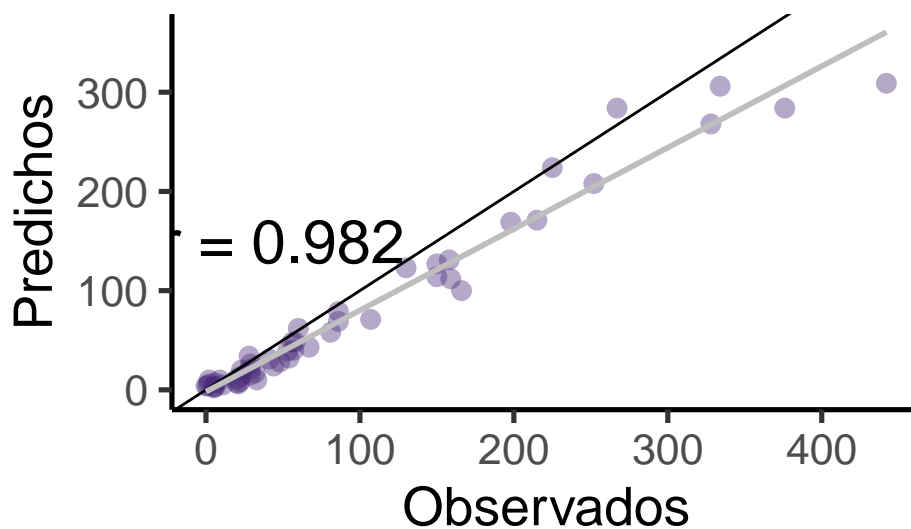


Fig. 4. Relación entre número de llamados de 55 kHz observados por archivo de audio y los predichos según la rutina automática de detección. Los archivos de audios pertenecen a un juego de datos diferente al usado para optimizar las rutinas.

## Información de la sesión de R

```
## R version 4.1.0 (2021-05-18)
## Platform: x86_64-pc-linux-gnu (64-bit)
## Running under: Ubuntu 20.04.2 LTS
##
## Matrix products: default
## BLAS: /usr/lib/x86_64-linux-gnu/atlas/libblas.so.3.10.3
## LAPACK: /usr/lib/x86_64-linux-gnu/atlas/liblapack.so.3.10.3
##
## locale:
##  [1] LC_CTYPE=pt_BR.UTF-8      LC_NUMERIC=C
##  [3] LC_TIME=es_CR.UTF-8      LC_COLLATE=pt_BR.UTF-8
##  [5] LC_MONETARY=es_CR.UTF-8  LC_MESSAGES=pt_BR.UTF-8
##  [7] LC_PAPER=es_CR.UTF-8     LC_NAME=C
##  [9] LC_ADDRESS=C             LC_TELEPHONE=C
## [11] LC_MEASUREMENT=es_CR.UTF-8 LC_IDENTIFICATION=C
##
## attached base packages:
## [1] stats      graphics  grDevices  utils      datasets  methods    base
##
## other attached packages:
##  [1] viridis_0.6.1      viridisLite_0.4.0  ggplot2_3.3.5      kableExtra_1.3.4
##  [5] warbleR_1.1.27     NatureSounds_1.0.4 knitr_1.33          seewave_2.1.8
##  [9] tuneR_1.3.3.1      devtools_2.4.2     usethis_2.0.1
##
## loaded via a namespace (and not attached):
##  [1] httr_1.4.2          pkgload_1.2.1       splines_4.1.0       assertthat_0.2.1
##  [5] yaml_2.2.1          remotes_2.4.0       sessioninfo_1.1.1   lattice_0.20-44
##  [9] pillar_1.6.1        glue_1.4.2          digest_0.6.27       rvest_1.0.1
## [13] colorspace_2.0-2    Matrix_1.3-4        htmltools_0.5.2     pkgconfig_2.0.3
## [17] purrr_0.3.4         scales_1.1.1        webshot_0.5.2       processx_3.5.2
## [21] svglite_2.0.0       dtw_1.22-3          tibble_3.1.2        proxy_0.4-26
## [25] mgcv_1.8-36         farver_2.1.0        generics_0.1.0      ellipsis_0.3.2
## [29] cachem_1.0.5        withr_2.4.2         pbapply_1.4-3       cli_3.0.1
## [33] magrittr_2.0.1      crayon_1.4.1        memoise_2.0.0       evaluate_0.14
## [37] ps_1.6.0            fs_1.5.0            fansi_0.5.0         nlme_3.1-152
## [41] MASS_7.3-54         xml2_1.3.2          pkgbuild_1.2.0      tools_4.1.0
## [45] prettyunits_1.1.1   lifecycle_1.0.0     stringr_1.4.0       fftw_1.0-6
## [49] munsell_0.5.0       callr_3.7.0         compiler_4.1.0      signal_0.7-7
## [53] systemfonts_1.0.2   rlang_0.4.11        grid_4.1.0          RCurl_1.98-1.4
## [57] rstudioapi_0.13     rjson_0.2.20        labeling_0.4.2      bitops_1.0-7
## [61] rmarkdown_2.10      testthat_3.0.4      gtable_0.3.0        DBI_1.1.1
## [65] R6_2.5.0            gridExtra_2.3        dplyr_1.0.7         fastmap_1.1.0
## [69] utf8_1.2.1          rprojroot_2.0.2     desc_1.3.0          stringi_1.7.4
```

```
## [73] parallel_4.1.0      Rcpp_1.0.7           vctrs_0.3.8          tidyselect_1.1.1
## [77] xfun_0.25
```