**Código del Aplicativo: Descriptores del Paisaje Acústico**

**Fecha:** 25 de enero de 2019

Al usar referenciar como:

* C. Isaza, D. Duque, S. Buritica and P. Caicedo. “Automatic identification of Landscape Transformation using acoustic recordings classification”, Ecological Informatics, ISSN: 15749541. SUBMITTED 2019.

**Dependencias:**

Este programa fue desarrollado en Python 3.7 con las siguientes librerías:

* SoundFile v. 0.10.2
* altgraph v. 0.16.1
* cffi v. 1.11.5
* et-xmlfile v. 1.0.1
* future v. 0.17.1
* jdcal v. 1.4
* macholib v. 1.11
* numpy v. 1.15.4
* openpyxl v. 2.5.11
* pandas v. 0.23.4
* pefile v. 2018.8.8
* pip v. 10.0.1
* pycparser v. 2.19
* python-dateutil v. 2.7.5
* pytz v. 2018.7
* pywin32-ctypes v. 0.2.0
* scipy v. 1.1.0
* setuptools v. 39.1.0
* six v. 1.11.0

**Descripción:**

Código con la interfaz gráfica que permite el cálculo de descriptores del paisaje acústico. El código está dividido en tres módulos:

* **GUI\_paisaje.py:** Contiene el código correspondiente a la configuración de la interfaz gráfica y a las funciones que esta invoca.
* **paisaje.py:** Contiene las funciones que ejecutan cada uno de los pasos para la extracción de los descriptores. Estas funciones son:
  + **algoritmo\_lluvia:** se basa en el trabajo de (Bedoya, Isaza, Daza, & López, 2017) para la detección de grabaciones ruidosas y su eliminación del análisis.
  + **calcular\_descriptores:** Calcula los descriptores para cada una de las grabaciones elegidas y según el tipo de descriptor elegido por el usuario.
  + **promedios\_diarios:** Según el identificador de cada día, se calculan los promedios diarios.
  + **estandarizar:** Estandariza los promedios diarios usando la media y desviación estándar de los datos.
  + **escribir\_salida:** Genera un archivo .dat con los datos finales y un archivo de excel con los mismos resultados y una hoja con las grabaciones que se descartaron del análisis.
* **Indices.py:** Contiene los algoritmos que calculan cada uno de los posibles descriptores acústicos. Las funciones que lo componen son las siguientes:
  + **ACItf:** Calcula el ACI (Pieretti, Farina, & Morri, 2011) que fue renombrado ACItf en (Farina, Pieretti, Salutari, Tognari, & Lombardi, 2016)
  + **ACIft:** Calcula el ACIft (Farina et al., 2016)
  + **ADI:** Calcula el ADI (Pekin, Jung, Villanueva-Rivera, Pijanowski, & Ahumada, 2012)
  + **background\_noise\_freq:** se basa en el reporte (Towsey, 2013) para hallar un vector de ruido de fondo por celda de frecuencia.
  + **background\_noise\_time:** halla el valor de ruido de fondo temporal según (Towsey, 2013)
  + **beta:** Calcula el índice bioacústico (β) de la señal según (Boelman, Asner, Hart, & Martin, 2007)
  + **crest\_factor:** Calcula el factor de cresta (Torija, Ruiz, & Ramos-Ridao, 2013)
  + **frequency\_modulation:** Calcula la modulación frecuencial (Tchernichovski, Nottebohm, Ho, Pesaran, & Mitra, 2000)
  + **meanspec:** Esta función calcula el espectro medio y con ello los valores PSD.
  + **median\_envelope:** Calcula la mediana del envolvente de la onda propuesta en (Depraetere et al., 2012)
  + **mid\_band\_activity:** Calcula la actividad acústica en la banda media (Towsey, Wimmer, Williamson, & Roe, 2014)
  + **musicality\_degree:** Calcula la pendiente media de la curva 1/f (De Coensel, Botteldooren, Debacq, Nilsson, & Berglund, 2007)
  + **NDSI:** Calcula el índice NDSI (Kasten, Gage, Fox, & Joo, 2012)
  + **number\_of\_peaks:** calcula el número de picos en el espectro medio de la señal (Gasc, Sueur, Pavoine, Pellens, & Grandcolas, 2013)
  + **rho:** Calcula la razón entre biofonía y tecnofonía (ρ) (Qi, Gage, Joo, Napoletano, & Biswas, 2007)
  + **rms:** Calcula el valor RMS de la señal.
  + **spectral\_maxima\_entropy:** Calcula el índice de Shannon tomando como “abundancia relativa” el máximo en cada celda de frecuencia del espectrograma y cada celda de frecuencia como la “especie”. (Towsey et al., 2014)
  + **spectral\_variance\_entropy:** Similar a spectral\_maxima\_entropy pero la “abundancia relativa” es la varianza de cada celda de frecuencia del espectrograma (Towsey et al., 2014)
  + **temporal\_entropy:** Calcula la entropía temporal acústica (Ht) (Sueur, Pavoine, Hamerlynck, & Duvail, 2008).
  + **wav2SPL:** Calcula el nivel de presión sonora de la señal, es necesario para el cálculo de background\_noise\_time.
  + **wiener\_entropy:** Calcula la entropía de Wiener o *spectral flatness* (Mitrović, Zeppelzauer, & Breiteneder, 2010).

**Referencias**

Bedoya, C., Isaza, C., Daza, J. M., & López, J. D. (2017). Automatic identification of rainfall in acoustic recordings. *Ecological Indicators*, *75*, 95–100. http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.018

Boelman, N. T., Asner, G. P., Hart, P. J., & Martin, R. E. (2007). Multi-trophic invasion resistance in Hawaii: Bioacoustics, field surveys, and airborne remote sensing. *Ecological Applications*, *17*(8), 2137–2144. http://doi.org/10.1890/07-0004.1

De Coensel, B., Botteldooren, D., Debacq, K., Nilsson, M. E., & Berglund, B. (2007). Soundscape classifying ants. In *Internoise*. http://doi.org/10.1260/135101007781447993

Depraetere, M., Pavoine, S., Jiguet, F., Gasc, A., Duvail, S., & Sueur, J. (2012). Monitoring animal diversity using acoustic indices: Implementation in a temperate woodland. *Ecological Indicators*, *13*(1), 46–54. http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.05.006

Farina, A., Pieretti, N., Salutari, P., Tognari, E., & Lombardi, A. (2016). The Application of the Acoustic Complexity Indices (ACI) to Ecoacoustic Event Detection and Identification (EEDI) Modeling. *Biosemiotics*, *9*(2), 227–246. http://doi.org/10.1007/s12304-016-9266-3

Gasc, A., Sueur, J., Pavoine, S., Pellens, R., & Grandcolas, P. (2013). Biodiversity Sampling Using a Global Acoustic Approach: Contrasting Sites with Microendemics in New Caledonia. *PLoS ONE*, *8*(5), e65311. http://doi.org/10.1371/journal.pone.0065311

Kasten, E. P., Gage, S. H., Fox, J., & Joo, W. (2012). The remote environmental assessment laboratory’s acoustic library: An archive for studying soundscape ecology. *Ecological Informatics*, *12*, 50–67. http://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2012.08.001

Mitrović, D., Zeppelzauer, M., & Breiteneder, C. (2010). Features for Content-Based Audio Retrieval. *Advances in Computers*, *78*(10), 71–150. http://doi.org/10.1016/S0065-2458(10)78003-7

Pekin, B. K., Jung, J., Villanueva-Rivera, L. J., Pijanowski, B. C., & Ahumada, J. A. (2012). Modeling acoustic diversity using soundscape recordings and LIDAR-derived metrics of vertical forest structure in a neotropical rainforest. *Landscape Ecology*, *27*(10), 1513–1522. http://doi.org/10.1007/s10980-012-9806-4

Pieretti, N., Farina, A., & Morri, D. (2011). A new methodology to infer the singing activity of an avian community: The Acoustic Complexity Index (ACI). *Ecological Indicators*, *11*(3), 868–873. http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.11.005

Qi, J., Gage, S. H., Joo, W., Napoletano, B., & Biswas, S. (2007). Soundscape characteristics of an environment: a new ecological indicator of ecosystem health. In *Wetland and Water Resource Modeling and Assessment: A Watershed Perspective* (Vol. 20071553, pp. 201–214). http://doi.org/10.1201/9781420064155

Sueur, J., Pavoine, S., Hamerlynck, O., & Duvail, S. (2008). Rapid Acoustic Survey for Biodiversity Appraisal. *PLoS ONE*, *3*(12), e4065. http://doi.org/10.1371/journal.pone.0004065

Tchernichovski, O., Nottebohm, F., Ho, C., Pesaran, B., & Mitra, P. (2000). A procedure for an automated measurement of song similarity. *Animal Behaviour*, *59*(6), 1167–1176. http://doi.org/10.1006/anbe.1999.1416

Torija, A. J., Ruiz, D. P., & Ramos-Ridao, a F. (2013). Application of a methodology for categorizing and differentiating urban soundscapes using acoustical descriptors and semantic-differential attributes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *134*(1), 791–802. http://doi.org/10.1121/1.4807804

Towsey, M. (2013). *Noise removal from waveforms and spectrograms derived from natural recordings of the environment.* Retrieved from http://eprints.qut.edu.au/61399/

Towsey, M., Wimmer, J., Williamson, I., & Roe, P. (2014). The use of acoustic indices to determine avian species richness in audio-recordings of the environment. *Ecological Informatics*, *21*, 110–119. http://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2013.11.007