

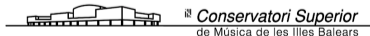


INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL A LA INTERPRETACIÓ MUSICAL

Eulàlia Febrer Coll, Joan Lluís Travé Pla, Andrés Fernández Rodríguez

Conservatori Superior de Música de les Illes Balears
23 de setembre de 2022

Amb la col·laboració de:



Amb el suport de:



G CONSELLERIA
O FONS EUROPEUS,
I UNIVERSITAT I CULTURA
B



institut d'estudis
balearics

Aspectes Musicològics

Proposta preliminar d'un model d'aplicació didàctica i divulgativa a l'àmbit musical i tecnològic

Ús de la IA per explorar la connexió entre aspectes quantitius i qualitius a la interpretació musical en instruments de tecla

Què aporta la IA?

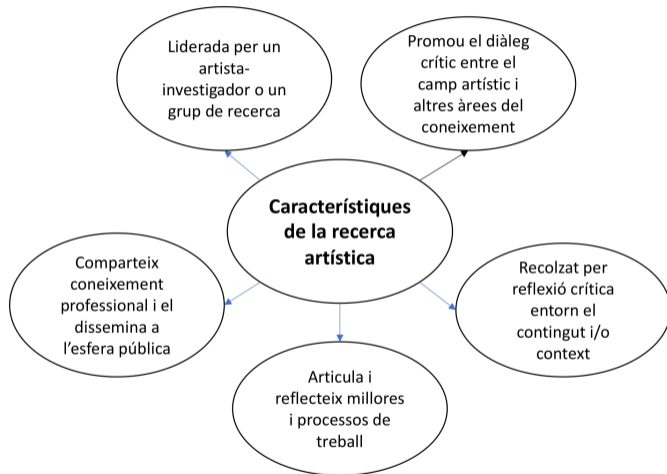


Per què Czerny?

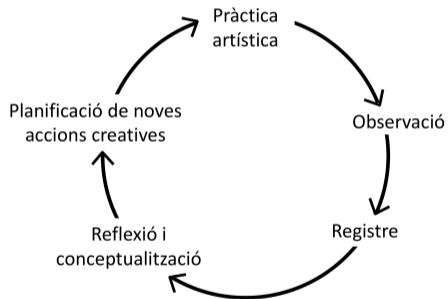


Recerca artística

“Forma de recerca que posseeix una base sòlida arrelada a la pràctica artística i que crea nou coneixement i/o idees i perspectives a les arts, contribuint a la maestria i la innovació” (AEC, 2015, s.p.)



Bucle d'interacció i retroalimentació (López Cano i San Cristóbal, 2013, p. 168)



- ▶ Aho, M. (2013). Artistic Research in Music versus Musicological Musicianship. *Svensk tidkrift för musikkforskning*, 95, 65-98
- ▶ Association Européenne des Conservatoires (2015). *Key Concepts for AEC Members Artistic Research: An AEC Council 'White Paper'*, 2015. Association Européenne des Conservatoires, Académies de Musique et Musikhochschulen
- ▶ Chiantore, L. (2020). Retos y oportunidades en la investigación artística en música clásica. *Quodlibet*, 74(2), 55-86
- ▶ López-Cano, R. y San Cristóbal, Ú. (2014). *Investigación artística en música: problemas, métodos, experiencias y modelos*. Escola Superior de Música de Catalunya y el Fondo Nacional para la Cultura y las Artes de México
- ▶ Moltó Doncel, J. L. (2016). *La investigación artística en las enseñanzas superiores de música*. Cuadernos de Bellas Artes n.47, Colección Música

Aspectes Interpretatius



Capítol 1

Sobre el forte i el piano

Consideracions detallades sobre l'ús del forte, piano, etc.

Sobre l'accent musical, o èmfasi que es dóna a notes concretes

Sobre l'ús del crescendo i diminuendo

Capítol 2

Sobre l'ús de tots els gradacions de legato i staccato

Sobre el tenuto, i el mig-staccato

Sobre l'staccato

El marcato i l'stacatissimo

Capítol 3

Sobre la modificació [variació] del pols

Més consideracions

Sobre l'ús del ritardando i accelerando

Capítol 4

Sobre l'execució de la melodia acompanyada
Sobre l'execució dels adornaments [coloratures]
Sobre l'execució de la polifonia homofònica

Capítol 5

Sobre l'expressió de passatges brillants
Sobre l'ús de l'arpeggiat

Capítol 6

Sobre l'ús dels pedals
Sobre el pedal de ressonància
Sobre el pedal una corda
Sobre el pedal sordina o pedal aflautat

Capítol 7

Sobre l'ús del metrònom

Capítol 8

Sobre el tempo adequat a cada peça
Sobre l'allegro
Sobre l'adagio
Sobre com estudiar una peça
Sobre composicions especialment difícils
Sobre l'execució de peces lentes

Capítol 9

Sobre l'execució brillant

Capítol 10

Sobre l'execució de peces passionals i característiques

Capítol 11

Sobre tocar en públic

Capítol 12

Sobre l'execució de fugues i altres peces en estil estricte

Capítol 13

Sobre l'execució de memòria

Capítol 14

Sobre la lectura a primera vista

Capítol 15

Sobre l'execució de l'obra de diversos compositors

Capítol 16

Sobre la transposició

Capítol 17

Sobre la repentització de partitures orquestrals i les altres claus

Capítol 18

Sobre la improvisació de preludis

Capítol 19

Sobre el fantasiar (o improvisar) al fortepiano

Capítol 20


Sobre les característiques òptimes d'un fortepiano, el seu manteniment i afinació


Déu 🙇

deu 💰

deu 10

Déu deu deu


angles 


anglès 



en arribar sa mare, no hi era

en arribar, sa mare no hi era

Mühl... 

Müll 

vermell

roig



persuasió suau;
tímid dubte o titubeig insegur;
tendra protesta;
tranquil·la devoció;
transició d'un estat d'excitació
a la calma;
tranquil·litat reflexiva;
lament i dol;
xiuxiueig d'un secret;
comiat

vivacitat sobtada;
preguntes inquietes;
impaciència;
disgust i fúria desenfrenada;
decisió ferma;
retrets indignats;
alegria i bon humor;
escapada aterroritzada;
sorpresa sobtada;
transició d'un estat de
tranquil·litat a un d'excitació



Moderato.

5

A musical score for piano, consisting of two staves. The top staff is in treble clef and the bottom staff is in bass clef. The tempo is marked *Moderato.* and the dynamic is *p*. The music features a melodic line in the right hand and a rhythmic accompaniment in the left hand. The right hand plays a sequence of notes, some with slurs, while the left hand plays a steady eighth-note pattern. The score ends with a double bar line.

KONZERT NR.1

Erschienen 1801

Allegro con brio

Opus 15

Klavier I
(Solo)

Musical notation for Klavier I (Solo) in C major, 2/4 time. The staff shows a whole rest in both the treble and bass clefs for the first six measures.

Klavier II
(Orchester)

Musical notation for Klavier II (Orchester) in C major, 2/4 time. The piece begins with a piano (*p*) dynamic. The right hand features chords and a melodic line with eighth-note runs. The left hand provides a rhythmic accompaniment with chords and eighth notes. A *sfz* (sforzando) marking is present in the fifth measure.

7

Musical notation for Klavier I (Solo) and Klavier II (Orchester) in C major, 2/4 time. The Klavier I part (top system) consists of whole rests in both staves for measures 7 through 12. The Klavier II part (bottom system) continues with chords and melodic lines. A *cresc.* (crescendo) marking is present in the final measure of this system.

All^o

mf

p

f

7

Ex. 4. Hier sind durchgehends Längen u. Kürzen zu beobachten, d. h. die 1te Note lang (—), die 2te kurz (∩), die 3te wieder lang, die 4te wieder kurz. Gleiches Verfahren wie im Scandiren des trochäischen Versmaßes. Anfangs verlängert man absichtlich die 1te und 3te Note, damit sich Länge von Kürze recht merkbar unterscheidet, ohne Verlängerung der 1ten und 3ten Note durch Punkte. Erst später beschleunigt man die Bewegung, wobei dann die scharfen Ecken leicht wegfallen; der nach u. nach gebildete Sinn des Schülers wird schon mitwirken u. Bindung erzielt werden. Die Hände etwas breit hinlegen. Beethoven.

Con moto (♩ = 104 ♩)

4

f sempre legato

The musical score is written for piano in 4/4 time, marked 'Con moto' with a tempo of 104 quarter notes per minute. It consists of two systems of staves. The first system begins with a dynamic marking of *f* (forte) and the instruction 'sempre legato'. The music features a series of eighth notes with specific phrasing instructions: the first note is long (—), the second is short (∩), the third is long, and the fourth is short. This pattern is repeated throughout the first system. The second system continues the piece, showing a dynamic shift to *p* (piano) and further rhythmic patterns. Fingerings and articulation marks are clearly indicated throughout.

Troqueu

— ∪

Iambe

∪ —

22

Ex. 13. Zweck ist Studium der Längen u. Kürzen in Passagen. Der rhythm. Accent kommt fast auf allen Takttheilen vor, z. B. vom 2. bis inclus. 5. Takt, — vom 7. bis inclus. 11. Takt Längen und Kürzen, deren erstere ich also bezeichne v u. unter die zu accentuierende Note setze. Durch Beachtung der Längen u. Kürzen tritt der melodische Gang in der Passage hervor; ohne die Beachtung verliert jede Passage ihre Bedeutung. Beethoven.

Spiritoso (♩ = 132)

13

sempre legato

3 3 1 3 4 2 3 1 3 5

1 V V V 2 V V 1 V 2 V 1 V 2 V

*)

dim.

1 2 3 1 3 1 4 1 5 4 3 1 5

2 V V 4 V 4 1 4 3 1 3 V 2 4 1 V 1 V ^ 2 ^ 1 ^ 2

1 5 1 5 1 3

V 5 1 V 1 V V 1 V 2 3 5

*) Akzente (allerdings erst ab Takt 7) laut Handexemplar

A musical score for piano, consisting of two staves (treble and bass clef) and a grand staff bracket. The music is in common time (C). The score begins with a forte (*f*) dynamic and a breath mark (>) in the first measure. The melody in the right hand features a series of chords and eighth notes, while the left hand provides a rhythmic accompaniment with eighth notes. A piano (*p*) dynamic marking appears in the fifth measure, followed by a crescendo hairpin. The score concludes with a forte (*f*) dynamic and a breath mark (>) in the ninth measure, which is marked with the number 9. The key signature changes from one flat to two flats between measures 5 and 6.

Andante .

The first system of the musical score consists of two staves. The upper staff is in treble clef and the lower staff is in bass clef. The music is in 3/4 time. The upper staff begins with a piano (*pp*) dynamic and features a triplet of eighth notes. The lower staff starts with a forte (*f*) dynamic and contains a triplet of eighth notes. The system concludes with the text "D. & C. N^o 6600. C." centered below the staves.

The second system of the musical score consists of two staves. The upper staff is in treble clef and the lower staff is in bass clef. The music continues with various dynamics including *f*, *sf*, *pp*, and *f*. The lower staff features several triplet markings. The system ends with a double bar line and the number "11" in the right margin.

The third system of the musical score consists of two staves. The upper staff is in treble clef and the lower staff is in bass clef. The music continues with dynamics such as *pp*, *f*, and *p*. The lower staff includes triplet markings. The system concludes with a double bar line.

Allegro.

The first system of the musical score consists of two staves. The upper staff is in treble clef and contains a continuous eighth-note melody. The lower staff is in bass clef and features a piano accompaniment of chords and eighth notes. The piece begins with a piano (*p*) dynamic and transitions to a forte (*f*) dynamic in the second measure. A hairpin crescendo is visible over the second and third measures.

The second system continues the musical piece. The upper staff features block chords, some with a fermata over the first measure. The lower staff continues the eighth-note accompaniment. The dynamic remains forte (*f*), with a hairpin crescendo over the second and third measures. The system concludes with repeat signs at the end of both staves.

Andante.

The musical score consists of two staves. The upper staff is in treble clef with a key signature of two flats (B-flat and E-flat) and a common time signature (C). It features a melodic line with a long slur over the entire phrase. The lower staff is in bass clef with the same key signature and time signature, providing a rhythmic accompaniment of eighth notes. The score is divided into five measures. The first measure begins with a piano (*p*) dynamic. The second measure is marked with a crescendo (*cresc.*). The third measure continues the crescendo. The fourth measure is marked with a decrescendo (*dim.*), which is circled in the original image. The fifth measure concludes the phrase with a fermata over the final note.

Allegro.

13

A musical score for piano, measures 13-18. The score is written in C major and 3/4 time. It consists of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The tempo is marked *Allegro.* The dynamics are marked *f* (forte) at the beginning and *sf* (sforzando) towards the end. The music features a rhythmic pattern of eighth and sixteenth notes, with some measures containing triplets. The piece concludes with a double bar line.

Andante .

p dol: *cresc:* *f dim:* *p*

4 verschiedene
Vortragsarten .

- | | | | | | |
|----|-----------------|-----------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 1. | <i>in Tempo</i> | - - - - - | - - - - - | - - - - - | - - - - - |
| 2. | <i>in Tempo</i> | - - - - - | <i>- un poco -</i> | <i>- ritenuto -</i> | <i>- smorzando .</i> |
| 3. | <i>in Tempo</i> | - - - - - | <i>poco accele =</i> | <i>rando - - ral =</i> | <i>lea = tando .</i> |
| 4. | <i>in Tempo</i> | - - - - - | <i>molto - ri =</i> | <i>= tar - dando . -</i> | <i>per = dendo .</i> |

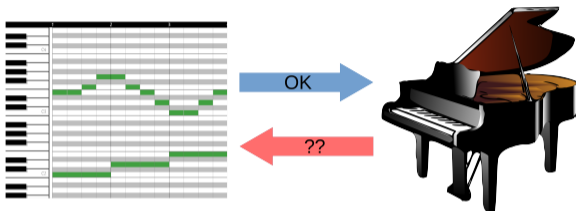
Andantino espressivo.

26

The musical score is written for piano in G major and 3/4 time. It consists of four systems of two staves each. The first system (measures 1-5) begins with a *dol:* marking and features a right-hand melody with slurs and a left-hand accompaniment. The second system (measures 6-8) includes a *pp* dynamic and a *sa..... loco* marking above the right-hand staff, which contains a rapid sixteenth-note passage. The third system (measures 9-13) shows dynamics of *cresc:*, *mf*, *f*, *p*, and *dim:*, with a *loco* marking above the right-hand staff. The fourth system (measures 14-15) features a *cresc:* marking, a *ff>pp* dynamic range, and another *sa..... loco* marking above the right-hand staff. The piece concludes with a repeat sign at the end of measure 15.

Aspectes Tecnològics

Extraer parámetros interpretativos a partir de grabaciones de audio



Ventajas:

- ▶ Precisión sobrehumana
- ▶ Feedback+análisis *rápido* durante el estudio (como en ajedrez)
- ▶ Análisis de interpretaciones antiguas

Empieza a ser posible con la "Inteligencia Artificial" (IA)

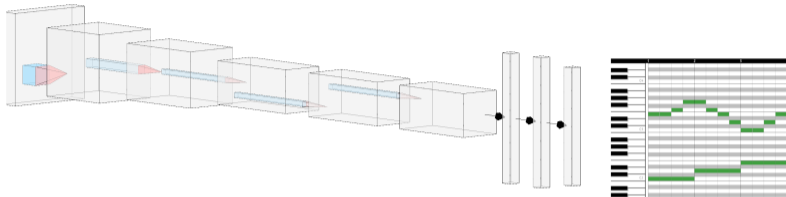
- ▶ **Problema:** Clasificar fotos de perros y gatos
- ▶ **Desempeño:** Precisión: cuántas detecciones de gatos eran realmente gatos?
- ▶ **Experiencia:** Datos de entrenamiento (p. ej. fotos con sus respectivas anotaciones)
- ▶ **Programa:** Procesa los datos de entrada y produce el resultado deseado (detección, dibujos...)



GUAU

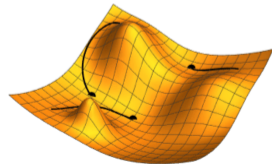
MIAU

En este caso, el **programa** aprende si su **precisión clasificando perros y gatos a partir de imágenes** mejora a raíz de **observar ejemplos**. El **entrenamiento** puede consistir en penalizar las predicciones erróneas y fomentar las correctas



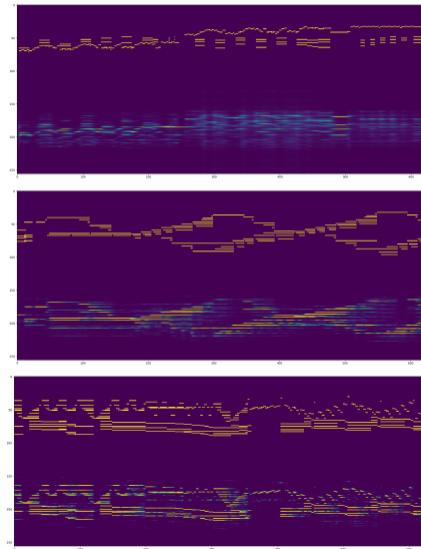
En este caso, los datos de entrenamiento son grabaciones de piano emparejadas con su *piano roll*

- ▶ El programa es una sucesión de funciones relativamente sencillas, que albergan **parámetros** (normalmente millones)
- ▶ El entrenamiento consiste en ajustar los parámetros para minimizar la penalización (perro \iff silencio, gato \iff sonido)
- ▶ Para minimizar, calculamos su **derivada**, que dice en qué dirección descender
- ▶ Una vez entrenado, el modelo tiene potencial de **generalizar** a datos nunca vistos previamente

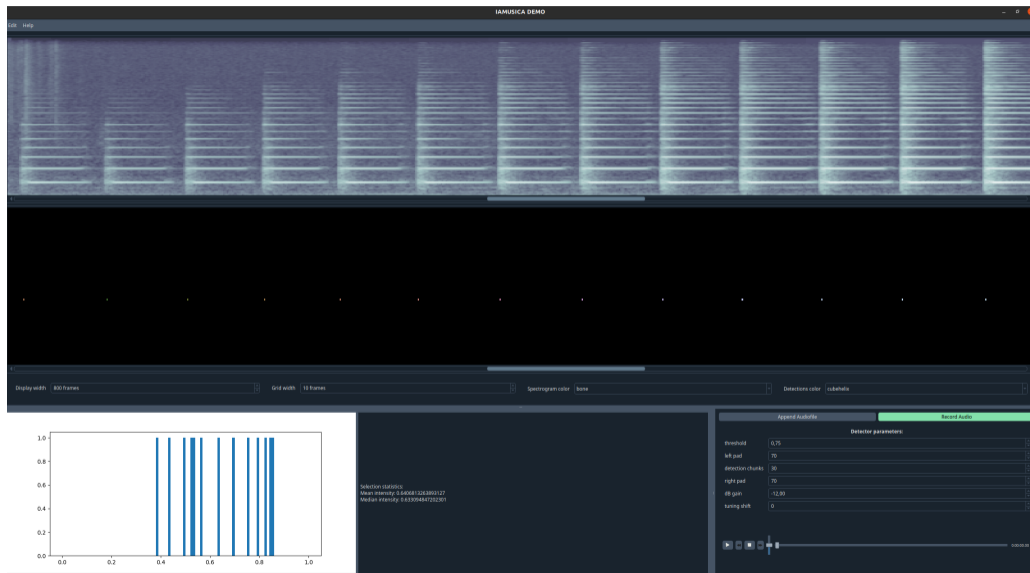


- ▶ Detección de inicio de notas con su intensidad
- ▶ Debido a la corta duración, modelo no recurrente
- ▶ 96.4% de detección de notas (92.2% con intensidad precisa)
- ▶ Tamaño: 25MB (10 veces más pequeño que otros modelos de calidad comparable)
- ▶ Velocidad: 50x tiempo real en la CPU de un portátil medio/alto

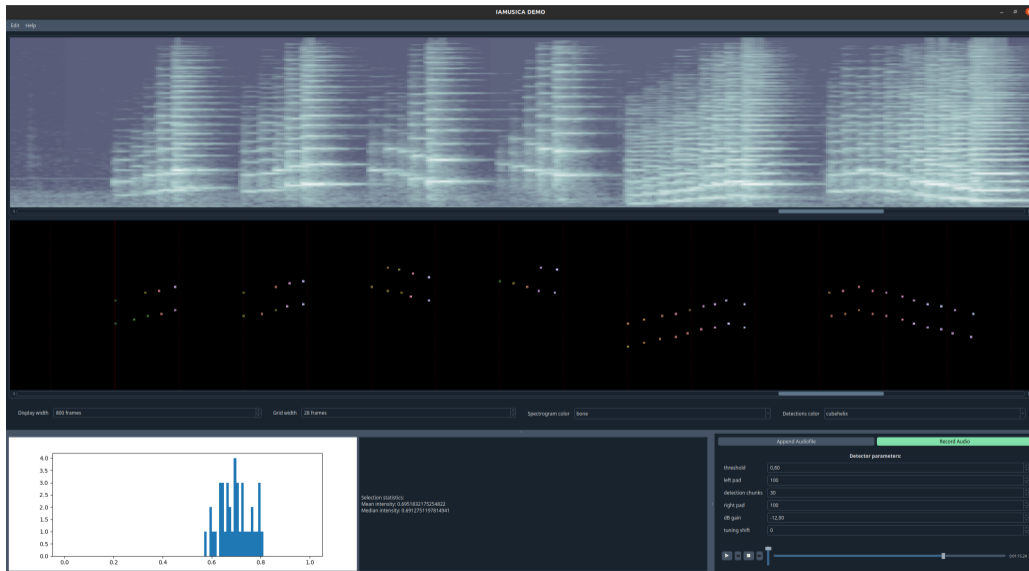
Demo a tiempo real es viable!



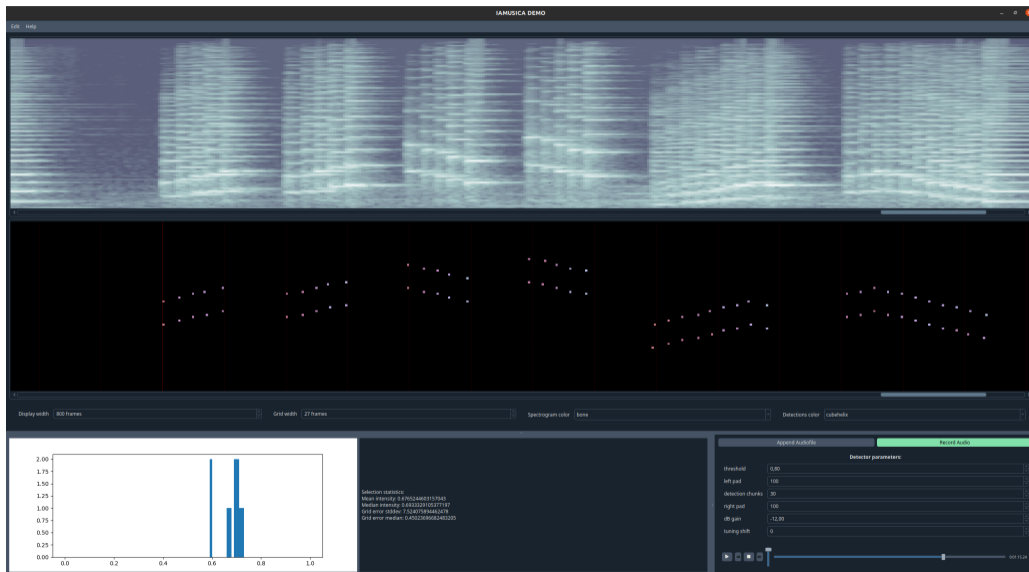
Demo – calibración



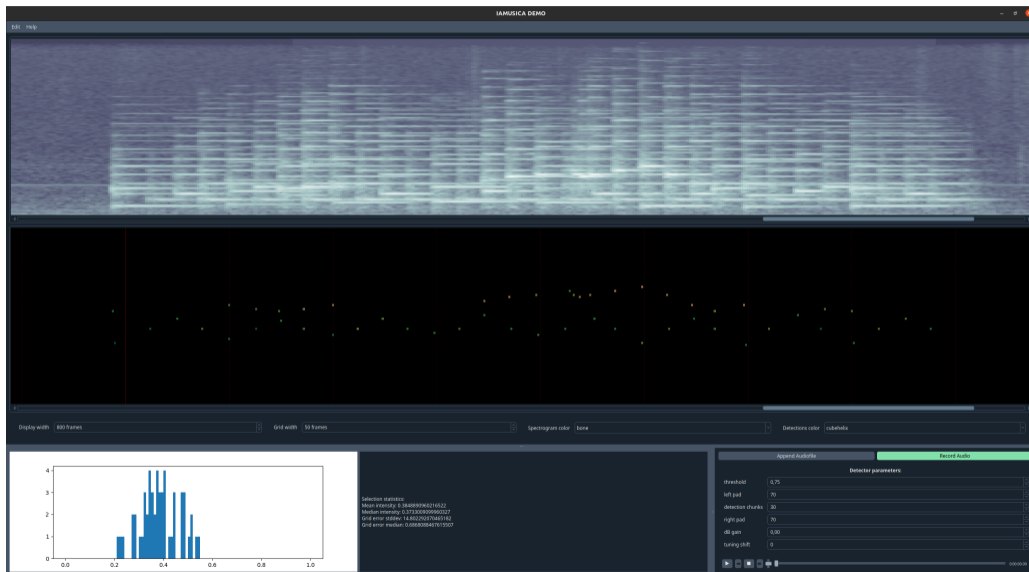
Demo – dinàmicas amplias



Demo – dinámicas planas



Demo – precisión temporal



Futuras líneas de trabajo:

- ▶ Pedales, duración de notas, color del piano...
- ▶ Extensión a otros instrumentos
- ▶ Análisis de otros repertorios y grabaciones de interés

Cuestiones abiertas:

- ▶ Cómo puede ayudar a nivel musicológico e investigativo?
- ▶ Viabilidad en la enseñanza musical? (teórica y práctica)
- ▶ `eulaliafebrer@conservatorisuperior.com`, `joan@joantrave.net`, `a.fernandez@uni-tuebingen.de`

Debate&Demo!