

# Síntesi expressiva de notes d'ornament de fagot mitjançant la caracterització automàtica d'enregistraments

Montserrat Puiggròs, Emilia Gómez, Rafael Ramírez  
Music Technology Group, Universitat Pompeu Fabra  
<http://www.iaa.upf.es/mtg>

## 1. Context

Un dels objectius dels sistemes que treballen la síntesi de sons és aconseguir imitar, el més semblant possible, els sons dels instruments acústics. Al llarg de tota la història dels sintetitzadors, la recerca ha anat dirigida cap a aconseguir timbres semblants als dels instruments acústics.

Més enllà de les característiques tímbriques pròpies d'un instrument acústic, molts sistemes intenten imitar la manera que tenen els instrumentistes de controlar aquest material sonor, i es concentren en l'estudi del músic. Molts sistemes tenen per objectiu estudiar i imitar les característiques de l'expressivitat de les interpretacions o expressivitat musical. Aquests sistemes estudien les desviacions que es fan en les execucions respecte a la partitura.

Aquest és l'objectiu d'aquest projecte, que es centra en generar de manera automàtica els ornaments, concretament els trinos, a partir de l'anàlisi de diferents interpretacions.

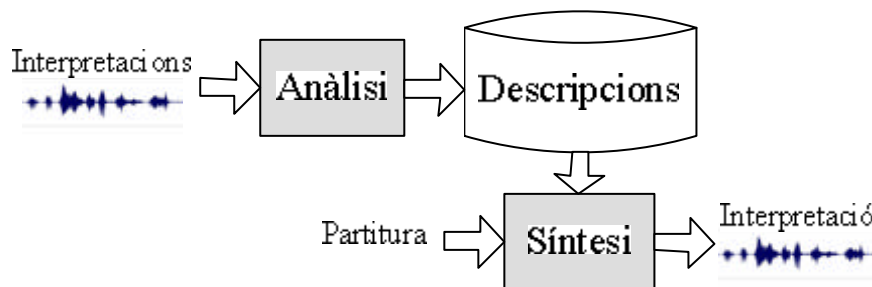
## 2. Objectius

Actualment els sintetitzadors no inclouen un model de trino que permeti generar-los d'una manera expressiva, és a dir, com ho faria un instrumentista. L'objectiu principal d'aquest projecte és implementar un sistema que pugui generar automàticament les notes corresponents a una ornamentació, tal i com ho faria un instrumentista professional.

Per això és necessària una caracterització prèvia de com un instrumentista executa ornaments, per tal de trobar patrons o generar un model. Aquest seria el segon objectiu del projecte, la caracterització del comportaments de les ornamentacions, i es realitzarà mitjançant l'anàlisi automàtic de gravacions de fagot. Això requereix una extracció automàtica de paràmetres a partir del senyal d'àudio.

El projecte es centra a analitzar gravacions de fagot i en l'estudi dels trinos. Les gravacions han segut realitzades per un fagotista professional, triant unes peces i un estil dotats d'una gran riquesa ornamental.

Resumint, l'objectiu del projecte és estudiar els trinos produïts per un fagot, un instrument de vent fusta, i posteriorment, a partir d'unes característiques definides adients a una partitura concreta, sintetitzar-los i inserir-los dins de la melodia pertinent. L'esquema general del sistema que es pretén implementar està representat en la següent figura:

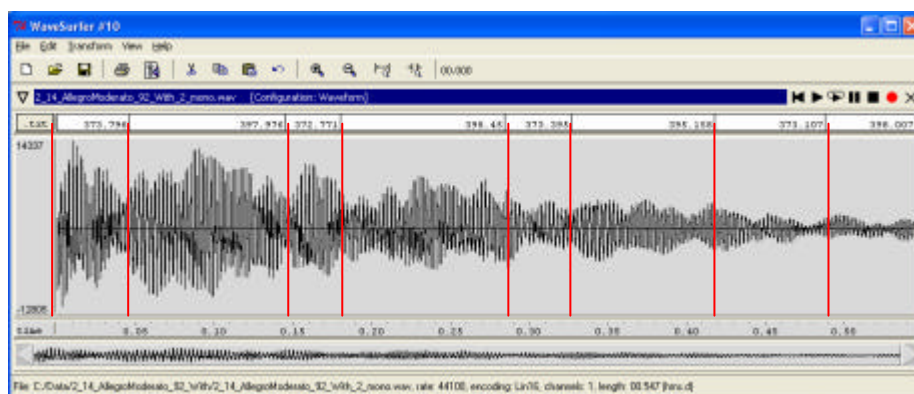


### 3. Metodologia

Per poder dur a terme aquest projecte ens centrarem en la ornamentació dels trinos, tot i que en alguns casos són apoiatures provocat pel temps d'execució, que és molt petit (per tant dona com a resultat trinos molt curts, d'una sola nota). Hem de tenir en compte que el tipus de música en que ens centrarem és molt rica amb notes ornamentals, sobretot amb trinos. És una música del segle XVIII on la tendència, herència del renaixement, era fer música molt carregada i ornamentada d'una manera metòdica, sense deixar pas a la improvisació. Per tant, totes les floritures (ornamentacions) que el compositor creia necessàries perquè la seva música fos rica les deixava anotades.

El projecte el podríem dividir en dos grans blocs: l'anàlisi i la síntesi.

- **Anàlisi:** En l'anàlisi hem d'estudiar els trinos, on cada fitxer d'àudio tan sols conté un trino separat prèviament de la melodia. Per tal de dur a terme aquest anàlisi necessitem detectar el inici (*onset*) i final (*offset*) de cada nota del trino així com la seva freqüència fonamental (s'ha de tenir en compte que, excepte en el últim cas, el offset d'una nota és el onset de la següent). Un cop obtenim aquests descriptors hem d'estudiar el comportament i intentar extreure'n algun patró en el comportament d'aquests descriptors.



**Figura 1. Exemple del resultat de la detecció automàtica de les notes d'un trino. Cada línia vermella indica l'onset (inici) i offset (final) d'una nota del trino amb la seva corresponent freqüència fonamental (indicada a la part superior de la ona)**

- **Síntesis:** En la síntesi inicialment farem un estudi del comportament dels trinos a través d'un programa d'intel·ligència artificial, el WEKA. Posteriorment generarem un trino MIDI a través del mètode "Nearest neighbour" i, per poder-ho fer, hem de mirar les característiques que el defineixen i comparar-les amb les característiques dels trinos que tenim a la base de dades. Tot seguit hem d'agafar el trino més semblant, que és el que utilitzarem per copiar-li el comportament i adaptar-lo a les característiques del nou trino, el que volem generar. Aquestes característiques podrien ser la duració, la tonalitat, el pitch de la nota principal, etc. Finalment, i un cop obtingut tots els trinos de la cançó, els hem d'introduir a la melodia per poder-lo sintetitzar en MIDI.

Per acabar mostrarem un exemple dels resultats obtinguts en la generació dels trinos i de la seva inserció dins la peça original, sense aquests.

# Les Delices de la Solitude

Michel Corrette  
(1709-1795)

Adagio

Figura 2. Partitura Original

# Les Delices de la Solitude

Michel Corrette  
(1709-1795)

Adagio

Figura 3. Partitura on estan inclosos els trinos generats

## Conclusions

En aquest projecte hem estudiat el comportament dels trinos per tal de poder-los generar automàticament, tal i com ho faria un intèrpret.

Ahora d'analitzar els trinos, el que hem pogut observar és que segueixen un cert comportament si els dividim en dos grups: trinos llargs i trinos curts.

- *Trinos llargs*: En aquests podem observar que el comportament és d'allargar la primera i última nota, amb la qual cosa les centrals són més ràpides i curtes.
- *Trinos curts*: Podem dir que els més curts de tots es comporten com una apoiatura i no com un trino, però en tots els casos es dona que la última nota és la més llarga i les altres es fan, aproximadament, amb la mateixa velocitat.

Finalment podem arribar a sintetitzar en MIDI les notes adjacents per a cada trino tenint en compte les seves característiques com la tonalitat, la duració i el pitch de la nota principal, etc. Donada una melodia, si es coneixen aquestes característiques de les notes on hi volem generar el trino, aquests es poden generar basant-se en la imitació del comportament dels trinos analitzats.

A continuació direm el nom dels arxius adjuntats que són un exemple d'aquesta generació de trinos. En el primer exemple podem escoltar la melodia corresponent a les partitures mostrades anteriorment.

Primer exemple

- *Melodia original*: Adagio\_without\_trills.MID
- *Melodia generada*: AD\_generated\_song.mid

Segon exemple

- *Melodia original*: Affettuoso\_without\_trills.MID
- *Melodia generada*: AF\_generated\_song.mid