

Disseny d'Interacció

Cas d'estudi: D-Box

PAC 1
Pere Amengual Gomila
Març 2016

Cas d'Estudi: D-Box

D-BOX, un instrument musical hackeable

Autors

Victor Zappi⁽¹⁾ (IT) i Andrew McPherson⁽²⁾ (USA)

Centre for Digital Music (C4DM) - Queen Mary University of London (UK)

Any creació

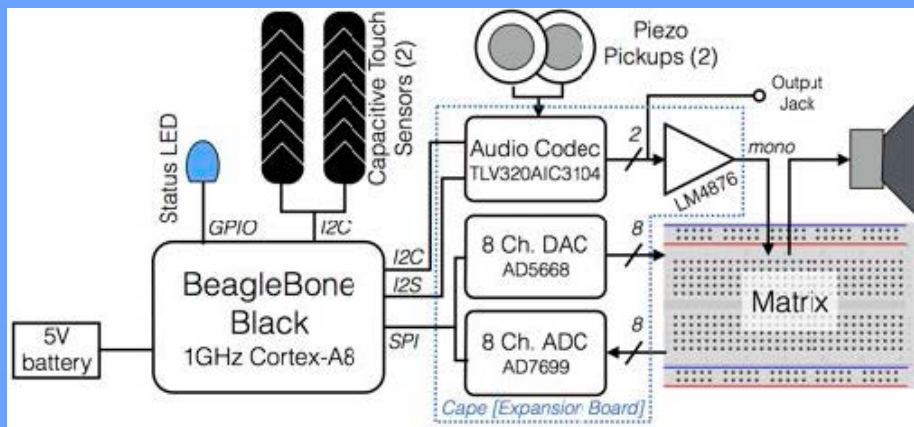
(2014 -)

URL

<http://www.eecs.qmul.ac.uk/~andrewm/hackable.html>

Tècniques

- Generador de sons basat en maquinari incrustat *BeagleBone Black* (BBB) i sistema operatiu Linux personalitzat amb les extensions del kernel *Xenomai* per aconseguir una latència ultra-baixa de fins 2 mostres (100µSegons).
- Tauler d'expansió personalitzat *Bela* amb 8 canals tant de ADC com de DAC (a 16 bits i 22,05 kHz) i entrada i sortida stereo (a 16 bits i 44,10 kHz).
- *Matriu de connexions* per crear bucles de realimentació entre els components electrònics analògics (àudio i sensors) i el programari.
- Programari en C++ consistent en la implementació d'un algorisme de *re-síntesi additiva* que fa servir un banc de fins 700 oscil·ladors sinusoidals per reconstruir i transformar sons prèviament analitzats amb el programari SPEAR i després emmagatzemats a la targeta SD de la BeagleBone Black.



esquema de blocs de la D-Box

Anàlisi del Disseny d'Interacció

Descripció

La D-Box és un *instrument musical digital (DMI)* que pot ser modificat i hackejat pel músic.

Molts instruments musicals han presentat una evolució que en alguns casos ha resultat inesperada. La guitarra, per exemple, va incorporar l'amplificació i la distorsió dels circuits electrònics donant lloc a unes possibilitats sonores que el blues i el rock varen aprofitar de forma molt efectiva. El piano, que en els seus inicis era només un instrument de teclat, va ser usat per músics com John Cage amb modificacions i preparacions d'una forma que subverteix en gran manera la seva concepció original.

Però els instruments electrònics, i especialment els digitals, moltes vegades ha donat lloc a dissenys que podríem definir com *caixes negres*⁽³⁾, és a dir, dispositius que poden ser analitzats i fets servir en funció de les seves entrades i sortides sense necessitat de conèixer el seu funcionament intern. Aquest fet dificulta la possibilitat de comprendre, i per tant modificar per assolir noves fronteres creatives.

L'objectiu dels creadors de la D-Box, Victor Zappi i Andrew McPherson, és implementar un instrument de manera que sigui possible la *reutilització* i, per tant, l'*adaptació* dels seus usos segons les necessitats dels músics. En contrast amb els instruments tradicionals, ja siguin acústics o electrònics, la D-Box ha estat concebuda per ser modifica-

da seguint la filosofia del "circuit bending", que sempre ha preferit fer servir instruments electrònics més antics amb un relatiu major grau d'accessibilitat, però fent servir la més moderna circuiteria digital.

La plataforma *Bela* (abans coneguda com BeagleRT) és el cor de la D-Box. Aquesta es basa en l'ordinador de placa reduïda de codi obert BeagleBone Black⁽⁴⁾ i les extensions al kernel de Linux Xenomai⁽⁵⁾, que permeten treballar amb àudio a una prioritat més alta de la que permet el kernel estàndard i aconseguir latències que poden arribar a uns espectaculars 100µsegons.

Una placa d'expansió incorpora 8 canals de sortida DAC i 8 d'entrada ADC de 16 bits a 22,05 kHz, a més de sortida i entrada stereo a la taxa de mostreig completa de 44,1kHz. Addicionalment, la expansió també incorpora un amplificador de 1W que es connecta a l'altaveu incorporat dins el D-Box.

Un instrument convencional com el violí ens permet unes possibilitats d'interacció que ens possibiliten modificar en temps real paràmetres del so com la duració del so, l'altura tonal, el volum i el timbre musical. La duració depèn del temps que l'arc fregui les cordes, l'altura depèn de la corda fregada i de la posició dels dits sobre el diapasó, el volum i el timbre depenen de la intensitat amb que s'executin els moviments i, addicionalment, es poden fer servir tècniques alternatives de generació del so com el pizzicato, percussió, etc.

La D-Box també ens permet generar sons d'una manera molt semblant a com ho fa un instrument tradicional i la interacció ha estat dissenya-

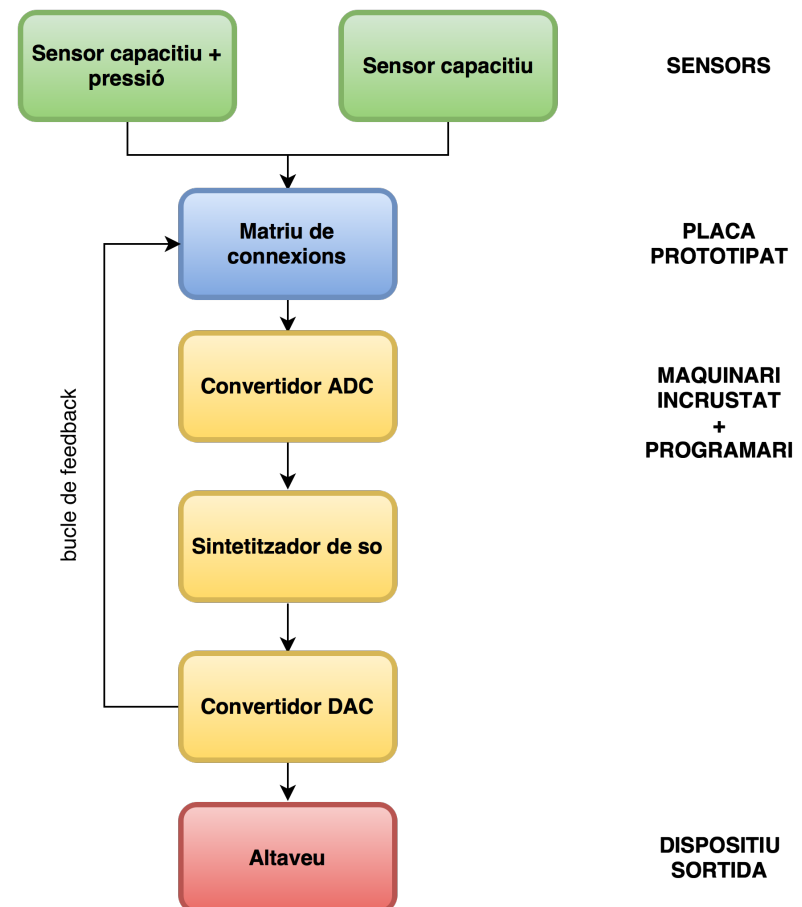
da deliberadament de manera simple, deixant de costat la possibilitat de modificar alhora tots els possibles paràmetres que permetria el programari que s'executa dins la BeagleBone per centrar-se més en les possibilitats expressives dels elements de control.

Aquests elements de control són els següents:

- Sensor capacitiu* combinat amb un *sensor de pressió*. La posició del tacte sobre el primer sensor controla la altura tonal d'una mostra reproduïda mitjançant re-síntesi amb un banc d'oscil·ladors sinusoidals mentre que la pressió controla el volum.
- Sensor capacitiu* que controla la freqüència de tall d'un filtre passa-banda depenent de la posició on es realitzi el contacte, permetent la modificació del timbre del so generat.
- Matriu de connexions* sobre una placa de proves, o protoboard, entre les entrades i les sortides que proporciona la base per assignar els bucles de realimentació. Encara que aquesta matriu en principi es fa servir de forma estàtica per configurar els modes de funcionament de l'instrument, alguns músics fan la manipulen fins i tot en directe, incorporant-la a les possibilitats de control de l'instrument.
- Sensors piezoelèctrics* que capten els cops i el so exterior.

L'ús de la *realimentació* com un mecanisme de control, re-introduint dins la matriu de connexions les dades generades pel sintetitzador digital i convertides en senyals analògics mitjançant el DAC de 8 canals, fa possibles combinacions no-lineals, permetent la creació de comportaments variables en el temps unes vegades estables i d'altres caòtics.

Diagrama de Flux



Usabilitat

L'instrument musical electrònic D-Box presenta un *grau alt* d'usabilitat, fet que podem avaluar tenint en compte la seva *efectivitat* en els processos de creació i interpretació de sons electrònics en directe, tal i com es pot observar en els vídeos enllaçats en la bibliografia.

Degut a que fa servir pocs inputs però amb aquests es poden expressar una gran varietat de matisos en el so també podem afirmar que es tracta d'una usabilitat amb un grau relativament alt d'*eficiència*. És un instrument amb una interfície simple però complex internament. L'aparent limitació d'inputs és intencionada i atorga a l'instrument més robustesa.

D-Box és un instrument *accessible* en el sentit en que pot ser usat per músics amb el més ample rang possible d'habilitats, experts o no en tècniques de circuit bending. Gràcies a la matriu de connexions, es pot fer servir en un ample rang de situacions que van des de les més bàsiques de la configuració estàndard fins les més complexes i elaborades.

La interfície presenta una *corba d'aprenentatge* empinada que permet avançar molt ja des del començament, fent servir només la configuració estàndard pre-programada. Només endollant i tocant els sensors ja

es poden executar nombroses combinacions sonores. A més, es poden modificar les connexions de realimentació amb el mètode de "prova i error" sense haver de tenir uns elevats coneixements d'electrònica.

Els autors proposen inicialment als usuaris que només realitzin modificacions al maquinari, deixant de banda les modificacions del programari. Això proporciona una major *fiscalitat* de l'instrument, fet que molts músics electrònics aprecien ja que la infinitat de possibilitats de les modificacions de programari acabarien creant un instrument nou, completament diferent i, per tant, un nou punt de partida.

La tècnica del feedback no lineal fa possible un control a vegades imprevisible, inherentment *peculiar*, característic i diferent, però amb configuracions a mig camí entre l'estabilitat i el caos que es poden arribar a comprendre de manera intuïtiva i que afavoreixen indiscutiblement el *procés creatiu*.



Entre els potencials problemes que pot presentar aquesta plataforma destacaria la manera en què la manca d'experiència prèvia en electrònica i circuit bending pot condicionar les possibilitats de hackeig de l'instrument. A més, els canvis programari són possibles però molt difícils, ja que el codi original de l'instrument està programat en el llenguatge C++, fora de l'abast dels no iniciats.

Valoració Personal i Aportacions creatives : valoració des de un punt de vista personal del cas d'estudi, conclusions i comentaris de com es podria ampliar o millorar segons la teva percepció.

El que inicialment em va portar a conèixer aquest instrument va ser la aparició a Kickstarter de la plataforma Bela, que em va impactar enormement degut a les grans possibilitats que ofereix pel disseny d'instruments electrònics, instal·lacions sonores, etc. Baix el meu punt de vista, el conjunt de maquinari i programari dóna com a resultat una eina molt potent a un preu molt reduït.

Els sons que possibilita aquest instrument presenten una qualitat que a vegades recorda als instruments electrònics més clàssics, com el Theremin, i d'altres als glitches digitals només possibles amb tècniques de processat digital del senyal i "circuit bending".

Comparat amb altres instruments electrònics basats en el feedback, com el Benjolin o el Blipo dissenyats per Rob Hordijk, el D-Box incorpora una flexible resposta al tacte i una interfície que funciona sense botons ni potenciòmetres. El resultat és un instrument més físic que permet desenvolupar estratègies d'interpretació més elaborades i complexes. La linealitat dels enrutaments de realimentació es pot definir per l'usuari, encara que amb la dificultat que suposa fer front a conceptes com xarxes de resistències, filtres, etc. que requereixen de certs coneixements d'electrònica.

Un punt a destacar és la possibilitat de fer servir els serveis en el núvol que proporciona la companyia Enzien Audio⁽⁶⁾ amb el compilador Hea-

vy Tools que permet convertir patches del llenguatge visual Pure Data a eficient codi C++ que s'executa en la BeagleBone Black de forma nativa. Això permet a usuaris amb menys coneixements de programació la confecció d'experiències de so interactives que es poden integrar en la D-Box.

Les possibilitats de millora ja es troben incorporades per definició en l'instrument. Només cal obrir la caixa per començar a modificar el comportament de l'instrument o analitzar qualsevol so amb el programa SPEAR per incorporar-lo a la memòria SD-Card i canviar completament el caràcter tímbric de la D-Box. Entre les modificacions que crec serien més interessants considero que es troben les que permetrien alguna mena de feedback visual dels processos de generació del so.

Tal volta, seria desitjable la promoció d'una comunitat d'usuaris en la que aquests intercanviessin les seves programacions i hacks per ajudar als usuaris menys avançats a treure el màxim partit possible de l'instrument i alhora aprendre nous trucs i tècniques.

Desconec si és possible realitzar una versió del codi font en Pure Data, però aquesta alternativa faria molt més assequible també la modificació de la part de programari per un gran nombre d'usuaris.

A títol personal, només he d'afegir que després d'haver analitzat aquest instrument no he pogut resistir la temptació i he participat en la campanya de Kickstarter⁽⁷⁾ adquirint una D-Box que tindrà el plaer de tocar, manipular i hackejar d'aquí a uns mesos.

Bibliografia i fonts consultades

Referències bibliogràfiques i en línia

- (1) <http://hct.ece.ubc.ca/person/victor-zappi/>
 - (2) <http://www.eecs.qmul.ac.uk/~andrewm/composer/bio.html>
 - (3) [https://ca.wikipedia.org/wiki/Caixa_negra_\(sistemes\)](https://ca.wikipedia.org/wiki/Caixa_negra_(sistemes))
 - (4) <https://beagleboard.org/black>
 - (5) <https://xenomai.org/start-here/>
 - (6) <https://enzinaudio.com/>
 - (7) <https://www.kickstarter.com/projects/423153472/bela-an-embedded-platform-for-low-latency-interact>
- Hackable Instruments (c) 2014 Augmented instruments laboratory, C4DM Queen Mary University of London [en línia] <http://www.eecs.qmul.ac.uk/~andrewm/hackable.html>
- The D-Box. A Hackable Digital Musical Instrument [en línia] <http://www.dboxy.org/>
- An Environment for Submillisecond-Latency Audio and Sensor Processing on BeagleBone Black. Audio Engineering Society Convention Paper. Andrew P. McPherson and Victor Zappi. [en línia] http://www.eecs.qmul.ac.uk/~andrewm/mcpherson_aes2015.pdf
- Design and use of a hackable musical instrument. Victor Zappi and Andrew McPherson. [en línia] http://www.eecs.qmul.ac.uk/~andrewm/zappi_icli14.pdf
- The D-Box: How to Rethink a Digital Musical Instrument. Victor Zappi and Andrew McPherson. [en línia] <http://isea2015.org/proceeding/submissions/>

ISEA2015_submission_209.pdf

Dimensionality and Appropriation in Digital Musical Instrument Design. Victor Zappi and Andrew McPherson. [en línia] http://www.eecs.qmul.ac.uk/~andrewm/zappi_nime2014.pdf

Exposing the Scaffolding of Digital Instruments with Hardware-Software Feedback Loops. Victor Zappi and Andrew McPherson. [en línia] <https://nime2015.lsu.edu/proceedings/258/0258-paper.pdf>

Bela wiki. <https://code.soundsoftware.ac.uk/projects/beaglert>

Vídeos

- <https://www.youtube.com/watch?v=JOAO-EUtrGQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=wwjWiWRFt5E>
- www.dailymotion.com/video/x2tcvdf
- <https://www.youtube.com/watch?v=fPmqf6HOLDc>
- https://www.youtube.com/watch?v=8Swv_4AYROY

Imatges

- Portada i capçalera video: Jamlive Studio. The D Box a Hackable Digital Musical Instrument. [en línia] <https://www.youtube.com/watch?v=fPmqf6HOLDc>
- Esquema de blocs. Victor Zappi and Andrew McPherson. Design and use of a hackable musical instrument