



Instituto Politécnico
de Castelo Branco

Instituto Politécnico de Castelo Branco

Figueiredo, Miguel Urbano Couceiro de

Sistemas digitais interactivos

<https://minerva.ipcb.pt/handle/123456789/3600>

Metadados

Data de Publicação	2020
Resumo	Este relatório serve para descrever o trabalho realizado durante o primeiro semestre na disciplina de projecto individual I do Curso de Música Electrónica e Produção Musical da Escola Superior de Artes Aplicadas de Castelo Branco. Debruça-se sobre sistemas digitais interactivos e novos interfaces físicos para as artes digitais e está dividido em duas partes. A primeira parte do trabalho(teórica) trata da investigação feita a este tipo de sistemas e as suas partes constituintes, assim como uma...
Editor	IPCB. ESART
Palavras Chave	Sistema digital interativo, Artes digitais
Tipo	report
Revisão de Pares	Não
Coleções	ESART - Música - Variante de Música Eletrónica e Produção Musical

Esta página foi gerada automaticamente em 2024-04-29T14:38:09Z com informação proveniente do Repositório



Instituto Politécnico de Castelo Branco

Escola Superior de Artes Aplicadas

Projecto Individual I

Sistemas Digitais Interactivos

Disciplina: Projecto Individual I

Docente: Prof. Rui Dias

Discente: Miguel Urbano

Ano/Semestre: 3º / 1º

Setembro 8, 2010

Index

Resumo	1
I PARTE TEÓRICA	1
1 - Introdução	1
2 - História	2
3 - Interactividade	2
4 - Sensores e Actuadores	3
4.1 - Sensores	3
4.2 - Actuadores	6
5 - Microcontroladores	7
6 - Protocolos de comunicação	8
7 - Interfaces Comerciais	9
II PARTE PRÁTICA	10
8 - Trabalho Prático Realizado	10
9 - Hardware Utilizado	10
9.1 - Microcontrolador	10
9.2 - Sensores	11
10 - Software	12
11 - Testes	12
12 - Bibliografia	13

Resumo

Este relatório serve para descrever o trabalho realizado durante o primeiro semestre na disciplina de projecto individual I do Curso de Música Electrónica e Produção Musical da Escola Superior de Artes Aplicadas de Castelo Branco. Debruça-se sobre sistemas digitais interactivos e novos interfaces físicos para as artes digitais e está dividido em duas partes. A primeira parte do trabalho (teórica) trata da investigação feita a este tipo de sistemas e as suas partes constituintes, assim como uma breve análise histórica. A segunda parte do trabalho, descreve o trabalho prático realizado durante o primeiro semestre no âmbito da disciplina de projecto individual.

I PARTE TEÓRICA

1 - Introdução

Desde sempre que músicos e compositores abraçaram a tecnologia existente e desenvolvida no seu tempo. Desde os primórdios até aos nossos tempos, o Homem usou objectos e artefactos para criar instrumentos musicais capazes de produzir som, desde a pedra que era percutida até ao piano desenvolvido no séc. XVIII. No seu fabrico e desenvolvimento, a tecnologia reflecte-se sempre no instrumento, ditando a natureza do seu som e a interacção que o músico tem com o instrumento. Num violino, em que as cordas são curtas, o músico segura o instrumento com o ombro. No contrabaixo, devido ao seu tamanho, este é segurado em pé. O som que é gerado pelo instrumento é o resultado entre o corpo do instrumentista, o corpo do instrumento e o próprio som resultante deste. Por este motivo, existe uma forte relação entre o movimento do músico e o som que é produzido pelo instrumento. Nos instrumentos em que o som é gerado electronicamente, esta relação torna-se menos clara. Da mesma maneira que um instrumentista tradicional desenvolve um virtuosismo nos gestos relativos à execução do seu instrumento, também os executantes de instrumentos electrónicos desenvolvem esse virtuosismo nos seus controladores. Porém, durante muito tempo, aos interfaces existentes faltava-lhes a expressividade necessária a estes novos geradores de som. Entretanto, o desenvolvimento de tecnologia capaz de capturar, reconhecer e analisar os elementos físicos que nos rodeiam (movimento, temperatura, luz, etc.) criaram uma maior facilidade para os artistas se expressarem nos novos media, permitindo, no caso dos músicos, criar instrumentos completamente novos ou até mesmo adaptar os seus instrumentos acústicos para o controlo de processos digitais, aumentando assim as suas possibilidades sonoras.

2 - História

Com o aparecimento da electricidade no final do séc. XIX, mais uma vez, músicos e compositores agarraram de imediato esta nova tecnologia e desde logo começaram a aparecer novos instrumentos que produziam som gerado electronicamente. O Telharmonium (patenteado em 1897 por Thaddeus Cahill) é considerado o primeiro instrumento musical a gerar sons electrónicos. Como outros tantos que mais tarde apareceram, este instrumento era baseado num teclado de piano, dispositivo este que era familiar aos músicos através do seu uso em instrumentos como o piano, o cravo ou o órgão. Excepções foram o Theremin de Lev Termen e o Trautonium de Friedrich Trautwein. O primeiro funcionava através do movimento das mãos perto de duas antenas que controlavam a frequência e o volume de um oscilador, o segundo através de uma fita sensível ao toque. O que estes dispositivos tinham em comum, era a liberdade dada pelo novo media que era a electricidade, explorando assim novos conceitos, que ao contrário dos instrumentos acústicos, não eram ditados pela própria natureza dos instrumentos. No entanto, como faz notar B. Bongers no seu artigo *Physical interfaces in the electronic arts*, com o surgimento dos gravadores de fita no início do séc. XX, a execução de música electrónica em tempo real foi afastada para segundo plano durante muito tempo. Só a partir da segunda metade do séc. XX é que se começa a fazer experiências com novos interfaces para expressão musical, no entanto, este tipo de investigação estava ainda limitada a instituições académicas que possuíam os recursos necessários para este tipo de investigação, ainda muito dispendiosa na altura. Recentemente com a proliferação de sistemas cada vez mais baratos e acessíveis ao grande público tem-se verificado um crescente interesse por esta área.

3 - Interactividade

Muitas vezes se diz que um sistema é interactivo quando na realidade não o é. Do ponto de vista sociológico, interactividade é definido como: a relação entre duas ou mais pessoas que, em determinada situação, adaptam o seus comportamentos e acções uns dos outros. Numa relação entre Homem e máquina, esta definição continua verdadeira. Para haver interactividade, tem que haver uma comunicação nos dois sentidos. Alguém influencia o comportamento de um sistema, e este produz um retorno que vai condicionar por sua vez o comportamento de quem o influenciou.

4 - Sensores e Actuadores

Para que possa haver comunicação entre Homem e máquina, o sistema tem que possuir dispositivos capazes de receber dados sobre os elementos físicos que nos rodeiam e devolver informação que seja perceptível pelo Homem. A estes dispositivos dá-se o nome de sensores e actuadores.

4.1 - Sensores

Sensores são dispositivos que convertem estímulos físicos (calor, luz, som, pressão, campo magnético, movimento, etc.) em energia eléctrica. Podem ser considerados como os órgãos sensoriais de uma máquina.

Normalmente, os sensores são classificados de acordo com o tipo de energia que detectam, como por exemplo: sensores de som, de temperatura, de cheiro, de humidade, magnéticos, etc. No entanto, aqui será apresentado alguns sensores não pelo tipo de energia que detectam, mas sim pela forma como uma pessoa tem que interagir com eles para mudar o estado no mundo real.

- Sensores de pressão:

Os mais conhecidos são os sensores *interlink* e são baseados numa tecnologia de tinta condutiva. Estes sensores medem a pressão exercida sobre eles e existem em vários formatos e tamanhos. São considerados como sensores isométricos porque não detectam movimento, apenas pressão (*Fig. 1*).

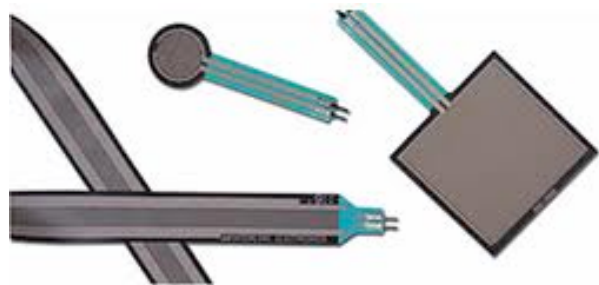


Fig. 1 - Exemplos de sensores de pressão.

- Interruptores:

Podem ser comparados aos sensores de pressão, apesar de só terem dois estados (ligado ou desligado), ao contrário dos sensores de pressão que medem valores contínuos. Podem ser momentâneos (fecham o circuito apenas quando é exercida pressão sobre eles) ou podem tomar duas posições (ligado/desligado) (*Fig. 2*).



Fig. 2 - Interruptores para todos os gostos.

- Potenciómetros:

Bastante conhecidos e que podem ser encontrados em praticamente qualquer aparelho electrónico. Existem em vários formatos, tamanhos e valor de resistência. Podem ser lineares ou logarítmicos. Os potenciómetros logarítmicos costumam ser usados em ajustes de volume pelo facto do ouvido humano funcionar de uma forma logarítmica. Podem ser rotativos ou deslizantes (*Fig. 3*), sendo estes últimos encontrados frequentemente nas mesas de mistura para o controlo de volume. Outro tipo de potenciómetro é o *rotary encoder* que gira continuamente transmitindo uma série de impulsos digitais. Um exemplo deste tipo de potenciómetro pode ser encontrado nos ratos de computadores mais antigos (as rodas que recebem o movimento da bola para capturar o movimento do rato).



Fig. 3 - a) Potenciómetro deslizante. b) Potenciómetro rotativo.

- Joysticks:

O *joystick* é um tipo de sensor que divide o movimento em dois graus de movimento e trabalha através do uso de dois potenciómetros interligados. É composto por uma haste fixada a uma base, que transmite um ângulo de duas ou três dimensões (*Fig. 4*).



Fig. 4 - Joysticks.

- Pads/ribbons:

São sensores de pressão mas capazes de reconhecer movimento. Podem ser capacitivos ou resistivos. Os de tipo capacitivo possuem debaixo da sua superfície duas camadas finas em forma de grelha condutiva. Devido à condução eléctrica do corpo humano, ao tocar com os dedos estes distorcem o campo eléctrico detectando assim a sua posição na grelha. Um exemplo deste tipo de sensores são os *trackpad's* encontrados nos portáteis da Apple. Os do tipo resistivos funcionam com uma tecnologia semi-condutiva que mede a pressão exercida na superfície numa determinada posição. Também respondem ao toque de outros objectos.

- Sensores de flexão:

São sensores de flexão e consistem numa tira de plástico flexível com tinta condutiva que muda de resistência quando são dobrados. A tecnologia usada é idêntica à usada nos sensores de pressão.



Fig. 3 - Pormenor de um sensor de flexão.

- Sensores de proximidade (sem contacto):

São sensores que medem distâncias. Não são de contacto porque não precisam de contacto directo para funcionarem. Os mais populares são os sensores de infra-vermelhos (*Fig. 4 a*) e os de ultra-sons (*Fig. 4 b*).



Fig. 4 - a) infra-vermelhos b) ultra-sons.

- Acelerómetros (sem contacto):

Os acelerómetros medem forças de aceleração. Estas forças podem ser estáticas, como a força constante da gravidade ou podem ser dinâmicas, causadas pelo movimento ou vibração do acelerómetro. Existem vários tipos de acelerómetros no que refere à sua forma de funcionamento. Um acelerómetro pode medir forças de aceleração nos vários eixos (x, y, z) (Fig. 5).

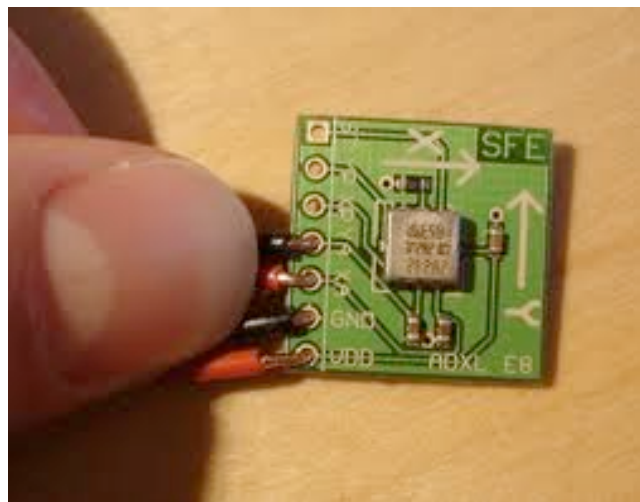


Fig. 5 - Acelerómetro de três eixos.

- Outros:

Esta selecção de sensores representa uma pequena amostra da imensa quantidade de sensores existentes no mercado, como por exemplo sensores de luz, foto-eléctricos, de imagem, temperatura, sísmicos, magnéticos, etc.

4.2 - Actuadores

Actuadores são o oposto dos sensores. É através destes dispositivos que a máquina pode responder para o mundo real. Ou seja, convertem a energia eléctrica para uma forma de energia perceptível pelo ser humano. Um actuador pode tomar a forma de um LCD, um monitor de um computador, um motor ou um altifalante.

5 - Microcontroladores

Para que um computador possa receber a informação dada pelos sensores, é preciso um interface que seja capaz de perceber os valores transmitidos pelos sensores e converter esses valores para o domínio digital, de forma a que o computador possa então analisar e processar esses dados. Estes interfaces são pequenos computadores físicos baseados num microcontrolador. Estes microcontroladores podem receber os valores enviados pelos sensores e enviar novamente para actuadores, como luzes, altifalantes, LCD's, monitores, motores, etc. Um microcontrolador pode comunicar com outros sistemas como computadores, controladores ou até outros microcontroladores de várias formas - por série, numa rede sem fios (infra-vermelhos, radio, satélite, etc.), ou mesmo pela internet. Os microcontroladores oferecem possibilidades ilimitadas para quem os usa e pode ser utilizada tanto por cientistas, engenheiros, artistas ou amadores. Cada vez mais, todos os objectos da nossa vida quotidiana estão munidos de microcontroladores, desde a máquina do café ao carro que conduzimos.

O desenvolvimento e aperfeiçoamento deste tipo de microcontroladores aliados às necessidades cada vez maiores por parte de comunidades fora dos círculos da engenharia, como artistas e amadores, fizeram com que houvesse um crescente aparecimento de soluções em placas de circuitos integrados, com suporte para entrada e saída de sensores e com linguagens de programação cada vez mais simples e acessíveis às pessoas sem conhecimentos avançados de programação informática. De todas as placas existentes, a mais popular de todas é sem dúvida a Arduino (*Fig. 6*). O seu baixo custo, facilidade de utilização e crescente comunidade em volta dela fazem desta plataforma a preferida de muitos artistas e amadores por todo o Mundo. É baseada numa plataforma de hardware livre e é projectada com um microcontrolador de placa única. Suporta entradas e saídas digitais e analógicas e possui um interface serial ou USB para se interligar a um computador, que é usado para a programar ou interagir com ela. A linguagem de programação usada por esta placa tem origem na linguagem de programação *Wiring* que é na sua essência C/C++. A comunicação com o computador pode ser escrita em várias linguagens, sendo que a mais popular é a *Processing*, no entanto muitas outras podem ser utilizadas, como: Max/MSP, Pure Data, SuperCollider, ActionScript e Java. Existem vários modelos e clones fabricadas por outras marcas. O modelo mais comum é a Duemilanove. Outras alternativas a esta placa, como referenciado no próprio site da Arduino são: Create USB interface, Wiring, AVR-based ZX Microcontrollers, IRX2.2, Modtronix, Atmex e Aether.



Fig. 6 - Placa Arduino.

6 - Protocolos de comunicação

Para que os sensores possam comunicar com os computadores, têm que o fazer falando a mesma linguagem. Para que isso possa acontecer, têm que o fazer através de um protocolo de comunicação. Um protocolo de comunicação é um conjunto de regras-padrão que caracterizam o formato na transmissão de informação entre computadores. Para que sensores e computadores se possam entender, ambos têm que possuir a faculdade de utilizar um protocolo comum. No domínio da música e das artes, os protocolos mais comuns são o MIDI e o Open Sound Control (OSC). MIDI (Musical Instruments Digital Interface) é um protocolo criado em 1982 para padronizar a comunicação entre instrumentos musicais, como sintetizadores, controladores e outros aparelhos electrónicos. Como protocolo, este tornou-se no padrão na indústria musical, sendo ainda hoje o sistema padrão mais utilizado. Porém, esta tecnologia manteve-se igual até aos tempos de hoje e as suas limitações em termos de resolução e velocidade de transferência de dados fez com que o OSC se tornasse numa alternativa mais atractiva. O protocolo OSC foi desenvolvido na CNMAT (Center for New Music and Audio Technology) pelas mãos de Adrian Freed e Matt Wright com o objectivo de trazer as vantagens das novas tecnologias no domínio das redes para a comunicação entre instrumentos electrónicos, computadores e outros aparelhos multimedia. Este protocolo foi amplamente adoptado no campo dos novos interfaces para expressão musical e artes digitais, tendo como grandes vantagens a sua interoperabilidade, exactidão, flexibilidade, comunicação a longas distâncias e boa organização da sua documentação.

7 - Interfaces Comerciais

Existem no mercado algumas marcas que fabricam sistemas completos de interfaces *plug&play*. Estes sistemas têm como objectivo disponibilizar as ferramentas necessárias para quem não se quer envolver em linguagens de programação e práticas electrónicas, mas com necessidades mais específicas do que as oferecidas pelos controladores comerciais. A desvantagem destes sistemas é o facto de serem bastante mais caros do que as soluções DIY como a Arduino. Alguns exemplos deste tipo de sistemas são: i-Cubex, Eobody, Teabox, Miditron e Glui.

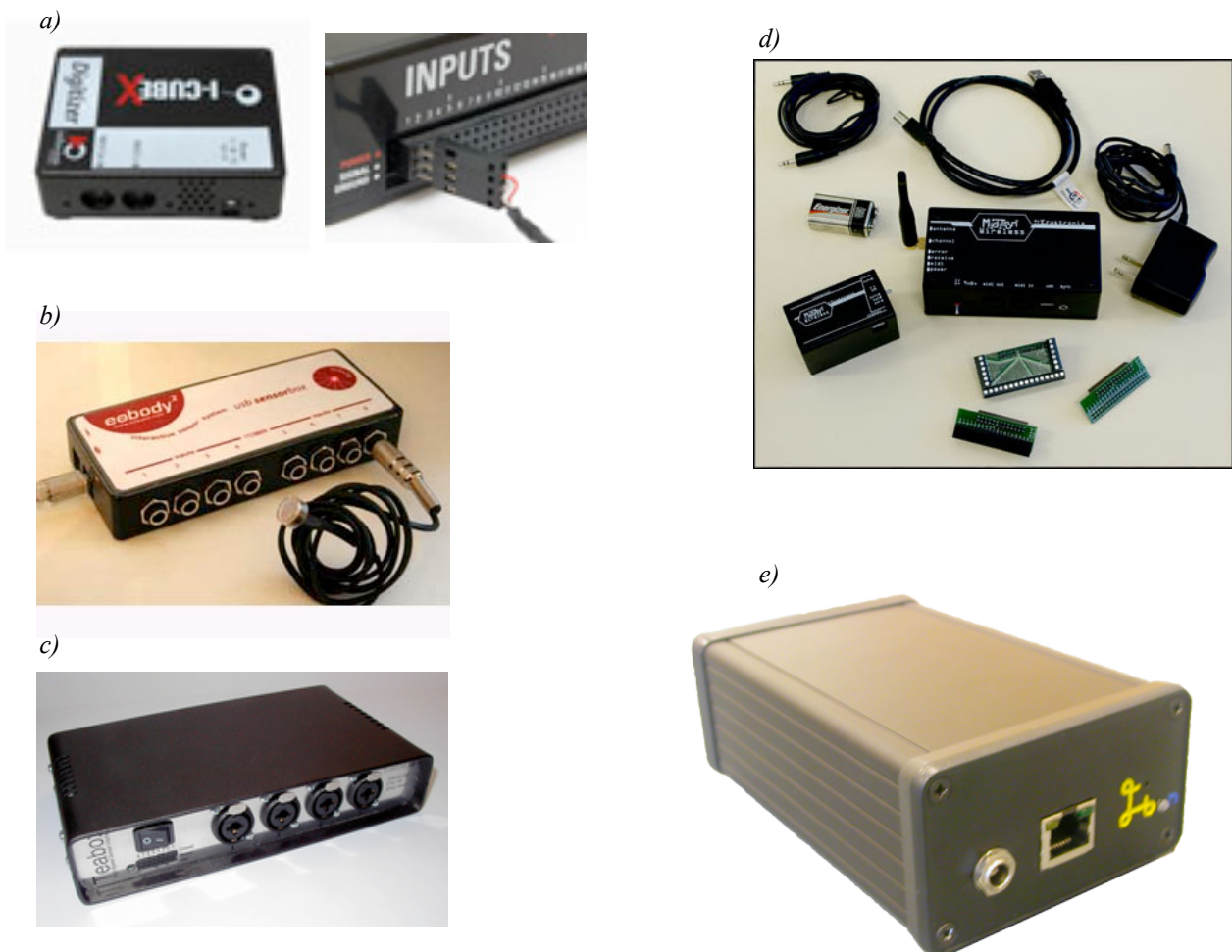


Fig. 7 - a) i-Cubex; b) Eobody; c) Teabox; d) Miditron; e) Glui.

II PARTE PRÁTICA

8 - Trabalho Prático Realizado

Apesar de o trabalho de investigação ter sido feito tendo em conta projectos musicais e novos interfaces para expressão musical, inicialmente, o objectivo do Projecto Individual I, era criar um sistema que permitisse o controlo em tempo real de um sistema de VJing com a ajuda de sensores acoplados aos músicos. Ao mesmo tempo, queria desenvolver um sistema do género *plug&play* que se pudesse adaptar a outras situações, independente da natureza de cada projecto, fosse ele um instrumento ou uma instalação.

9 - Hardware Utilizado

9.1 - Microcontrolador

A escolha óbvia para o microcontrolador foi uma placa Arduino. O modelo utilizado foi a Duemilanove com seis entradas analógicas e 14 entradas/saídas digitais. Inicialmente, o código utilizado para programar a arduino de forma a fazer a comunicação com o computador foi o Maxuino. Maxuino é um projecto de colaboração *open-source* que permite fazer, rapidamente e de uma forma prática, a comunicação entre a placa e o max-Msp. Este software consiste no código para o microcontrolador da arduino e um patch para o max-Msp, permitindo a leitura e escrita dos pinos analógicos e digitais da placa. No entanto, após muita experimentação e alguns *bugs* encontrados (e não resolvidos), foi decidido criar uma própria versão do código a ser implementado na arduino, código este bastante mais simples mas mais funcional e adequado às necessidades do projecto (Fig. 8).



```
ComunicacaoSerial | Arduino 0017
ComunicacaoSerial 5

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  Serial.print("a");
  Serial.print(analogRead(0));

  Serial.print("b");
  Serial.print(analogRead(1));

  Serial.print("c");
  Serial.print(analogRead(2));

  Serial.print("d");
  Serial.print(analogRead(3));

  Serial.print("e");
  Serial.print(analogRead(4));

  Serial.print("f");
  Serial.print(analogRead(5));

  Serial.println();

  delay(10);
}
```

Fig. 8 - Código utilizado para a comunicação com Max-MSP.

9.2 - Sensores

Além dos sensores mais comuns como potenciômetros e interruptores, outros sensores foram experimentados, assim como:

- . **Sensor de flexão**: Flexibility/Bending Sensor 4.5" (11.4 cm).
- . **Acelerómetro de três eixos**: Triple Axis Accelerometer Breakout - MMA7260Q.
- . **Sensor de distância de infra-vermelhos**: Sharp GP2Y0A21.
- . **Potenciómetro de membrana**: SoftPot Membrane Potenciometer - 200mm.

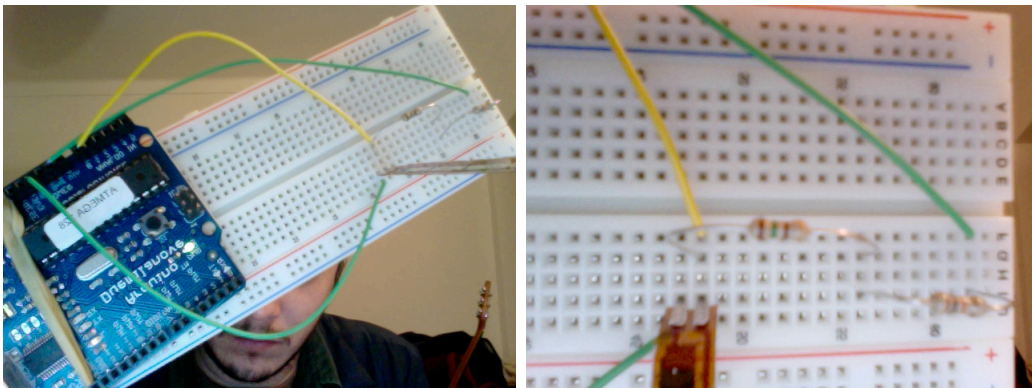


Fig. 9 - Testes com sensor de flexão.

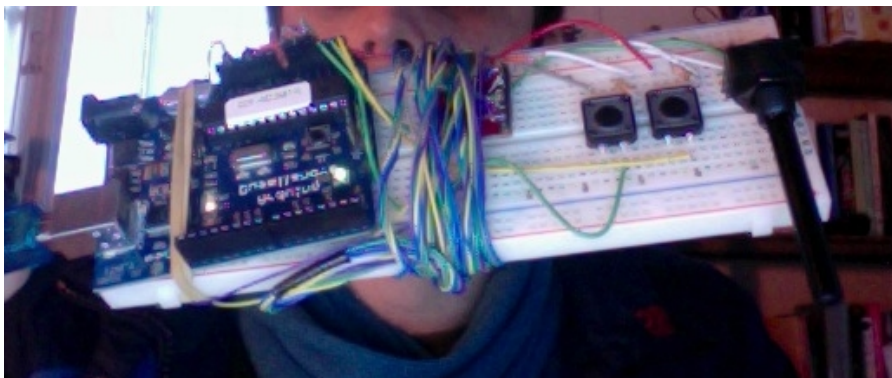


Fig. 10 - Testes com acelerómetro, dois interruptores e um potenciómetro rotativo.

10 - Software

O software desenvolvido para o projecto foi implementado em Max-MSP. Tinha como função gerir os vários sensores ligados à placa e facilitar o mapeamento para outros softwares através do reconhecimento automático dos valores mínimos e máximos de cada sensor e formato de saída, que podiam ser MIDI ou Open Sound Control.

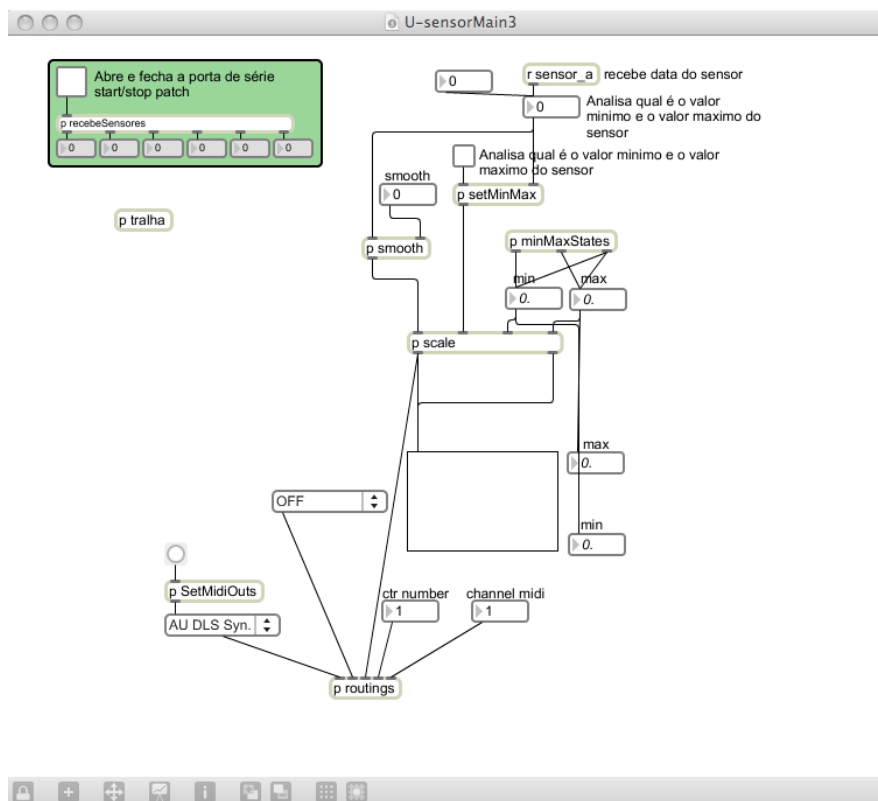


Fig. 11 - Software em fase de desenvolvimento.

11 - Testes

O software de teste utilizado para receber a informação do software implementado no Max-MSP foi o Arkaos. Este é um software comercial de VJing. A comunicação entre os dois foi feita através do protocolo Open Sound Control.

12 - Bibliografia

Roads C. *The Computer Music Tutorial*. 2002.

Winkler T. Composing Interactive Music. *Techniques and Ideias Using Max*. 2001.

Kettlewell B. *Electronic Music Pioneers*. 2002.

Bongers B. Physical interfaces in the electronic arts. *Trends in Gestural Control of Music*. 2000;2000(January):41–70. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.90.4997&rep=rep1&type=pdf>.

Lympouridis V, Parker M, Young A, Arvind DK. Sonification of Gestures Using Specknets. *Journal of New Music Research*. 2007;(July)

Menzies D. New Electronic Performance Instruments For Electroacoustic Music. *Doctor*. 1999; (February).

O'Sullivan D, Igoe T. *Physical Computing - Sensing and Controlling the Physical World with Computers*. Stacy L. Hiquet

Pedersen M. User Configurable Intention Maps for Gestural Control and Live Spatialisation in Computer Music performance. 2003.

Thiebaut J, Abdallah S, Robertson A, Kinns NB, Plumbley M. Real Time Gesture Learning and Recognition : Towards Automatic Categorization. *Analysis*.

Bevilacqua F, Guédy F, Schnell N, Fléty E, Leroy N. Wireless sensor interface and gesture-follower for music pedagogy. *Proceedings of the 7th international conference on New interfaces for musical expression - NIME '07*. 2007:124. Available at: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1279740.1279762>.