



Therengala: construindo um hardware livre a serviço da acessibilidade visual e interatividade musical

MODALIDADE: PÔSTER

SUBÁREA: MÚSICA E INTERFACES

Luana Portas

Laboratório de Acessibilidade (LAB) da UNICAMP – e-mail: luana.portas.c@gmail.com

Antonio Fernando da Cunha Penteado

Departamento de Música, Instituto de Artes (IA) da UNICAMP – e-mail: nandopenteado@gmail.com

Vilson Zattera

LAB e IA da UNICAMP – e-mail: wilson.zattera@gmail.com

José Fornari

Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora (NICS) da UNICAMP – e-mail: tutifornari@gmail.com

Resumo: Este trabalho apresenta uma pesquisa em andamento que trata do desenvolvimento e da implementação de uma bengala para o músico deficiente visual. Esta bengala possui um equipamento eletrônico acoplado, que permite que esta tanto aumente a acessibilidade do deficiente visual quanto possa ser usada como um instrumento musical eletrônico. Esta é aqui chamada de Therengala, pois o seu projeto é baseado no famoso instrumento musical eletrônico: Theremin. A Therengala é um projeto em desenvolvimento, realizado no Laboratório de Acessibilidade (LAB) da UNICAMP.

Palavras-chave: Theremin, Acessibilidade, Música Computacional.

Therengala: Building a Free Hardware for the Accessibility and Excellency of the Visually Impaired Musician

Abstract: This paper presents an ongoing research that deals with the development and implementation of a cane for the visually impaired musician. This cane has attached an electronic equipment that allows it to increase the accessibility of the visually impaired once that it can be also used as an electronic musical instrument. This is here called Therengala because its design is inspired on the famous electronic musical instrument: Theremin. The Therengala is an ongoing project, carried out in the Accessibility Laboratory (LAB) at UNICAMP.

Keywords: Theremin, Accessibility, Computer Music.

1. Introdução

A bengala do deficiente visual é uma ferramenta fundamental pois ajuda a promover a sua independência cotidiana. Quando usada corretamente, a bengala oferece mais segurança, ajudando o usuário cego a detectar obstáculos, como: guias de calçada, degraus de escadas, desníveis do pavimento, e outros anteparos que possam estar em seu caminho, no chão. Uma outra importante vantagem deste tipo de bengala é sinalizar, para as outras pessoas nas imediações, a presença de um deficiente visual, o que normalmente costuma provocar a reação de maior atenção e cuidado, de transeuntes, motoristas, ciclistas, entre outros.

A bengala tradicional, utilizada pelos cegos, é um instrumento de acessibilidade notoriamente tradicional e funciona a contento, para a localização de anteparos próximos ao nível do chão, e a menos de 1 metro de distância do usuário e aproximadamente na altura da cintura. No entanto, estas não cumprem a mesma função para localizar (e desviar) de anteparos aéreos (como galhos de árvores, placas de sinalização, etc.) ou a mais de 1 metro de distância. Por esta razão, começou-se a desenvolver métodos tecnológicos para a criação de bengalas eletrônicas (ou computadorizadas), também conhecidas por “*smart canes*”. KIM (2013) apresenta um extenso estudo com diversos protótipos de *smart canes*, ponderando sobre a dificuldade de adaptação a eles, por parte dos usuários cegos, e suas diferentes abordagens de estratégias de localização. Mesmo assim, atualmente existem diversos modelos de bengalas eletrônicas, voltadas a expandir a acessibilidade que estas podem oferecer ao usuário cego. MACNAMARA (2000) desenvolveu um sistema adaptativo pessoal de auxílio à mobilidade (denominado *PAM-AID*) que fornece ao usuário informação dos arredores, através de um sintetizador de voz, podendo inclusive, caso necessário, desviar de obstáculos automaticamente. NASSIM (2012) desenvolveu um sistema de reconhecimento de obstáculos através de identificação de frequências de rádio (RFID).

Em todos os sistemas de localização de obstáculos, utilizados nos *smart canes*, o objetivo é localizar um anteparo antes de haver um contato físico (uma colisão). Um instrumento musical eletrônico que se assemelha a este princípio é o Theremin. Inventado por Léon Theremin, em 1928, este é considerado como o primeiro instrumento musical totalmente eletrônico já inventado. O Theremin gera um sinal senoidal, através de um oscilador analógico, cuja amplitude e frequência são respectivamente controlados por duas antenas de metal. A variação da distância entre cada mão do performer e cada antena, equivale a variar a capacitância do circuito LC do oscilador senoidal, o que significa variar a altura musical (*pitch*) e intensidade (*loudness*) da nota musical. O Theremin é um instrumento que tradicionalmente é “tocado sem ser tocado”, ou seja, as mãos do performer tradicionalmente jamais tocam as antenas do Theremin. Como no caso das *smart canes*, o objetivo é detectar a distância de um objeto, sempre evitando uma possível colisão.

O objetivo desta pesquisa em andamento é implementar a Therengala; uma bengala eletrônica inspirada no conceito do Theremin. Através de um sensor de proximidade acoplado a uma simples implementação, em hardware livre (Arduino), uma bengala convencional poderá ser facilmente adaptada de modo a operar similarmente ao Theremin, oferecendo tanto a possibilidade de atuar como um instrumento musical eletrônico (que pode ser utilizado em performance de música eletrônica, por um músico cego) como proporcionar

uma maior acessibilidade, operando nos moldes de uma *smart cane*. Com isto, pretende-se promover a inclusão do músico cego no cenário das artes computacionais multimodais, permitindo que este realize performances de arte sonora interativa, o que é um dos fundamentos atuais da promoção de acesso ao deficiente visual a todos as veredas socioculturais.

2. Implementação

A base da implementação da Therengala foi o hardware livre Arduino (www.arduino.cc). Segundo MENDES (2012) Arduino é uma plataforma de fácil manipulação e baixo custo, que permite a prototipação eletrônica com rapidez e se baseia no conceito do hardware livre, ou seja, conceitualmente nos mesmos moldes do software livre. STALLMAN (2010: 3) define ferramentas computacionais de código livre como aqueles cujas licenças garantem quatro liberdades a seus usuários: 1) rodar o programa (utilizá-lo para qualquer propósito), 2) estudar e modificar o software, 3) redistribuir o software e 4) distribuir cópias de versões modificadas.

A placa Arduino utilizada no experimento foi a Arduino Uno, porém outros modelos, como a Arduino Nano, também podem ser utilizados. A Arduino Uno utiliza o microcontrolador ATmega328P, possui 14 entradas/saídas digitais das quais 6 podem ser utilizadas como saídas PWM (*Pulse Width Modulation*), 6 entradas analógicas, um cristal de quartzo de 16 MHz e conexão USB incorporada à placa. A Arduino Uno opera com baixa voltagem e tem baixo consumo de energia, sendo ideal para montagens em dispositivos portáteis que funcionarão a pilhas.

O protótipo inicial partiu de um projeto chamado “Arduino Light Theremin”, desenvolvido por Massimo Banzi, um dos criadores da placa Arduino. O Light Theremin é uma implementação modificada de Theremin, substituindo a antena original por um sensor de luz, chamado Fotodiodo. Um fotodiodo é essencialmente um semicondutor sensível à luz, que produz uma corrente elétrica proporcional à intensidade da luz incidente sobre ele. No Theremin original, a distância da mão até a antena faz variar a capacitância de um circuito ressonante indutor-capacitor (LC). No Light Theremin a movimentação (aproximação ou distanciamento) da mão faz variar a luminosidade sobre o fotodiodo, desse modo também modificando a forma do sensoriamento da distância do objeto ao sensor.

Com relação ao sistema de produção de áudio, existe também uma diferença entre o Theremin original e o Light Theremin. O Theremin produz som através de um oscilador heterodino (ROADS, 1996). O princípio do heterodino é baseado na identidade

trigonométrica simples de produto para soma, misturando e multiplicando duas ondas podemos gerar duas novas frequências de acordo com as propriedades da função seno, uma baseada na adição e outra na subtração das frequências utilizadas (GASTON, 2009). Já o Light Theremin produz som através de um buzzer, um transdutor baseado no efeito piezoelétrico. Piezoelectricidade é entendida como a interação linear eletromecânica entre os estados mecânico e elétrico em cristais sem um centro de simetria (GAUTSCHI, 2002). Por simplicidade, este é normalmente chamado de “atuador piezo”, ou simplesmente “piezo”.

No Light Theremin, a distância da mão ao sensor de luz é mapeada para frequências no buzzer. Quanto mais distante estiver o obstáculo (ex: a mão do usuário) do sensor, maior quantidade de luz incide sobre o mesmo e uma frequência mais alta (correspondendo a um som mais agudo) é enviada ao buzzer. Do mesmo modo, quanto mais próxima a mão do sensor, menos luz sobre ele e mais baixa é a frequência do instrumento (som mais grave).

No presente estágio deste desenvolvimento, busca-se atingir dois objetivos: 1) propiciar que a bengala utilizada por pessoas com deficiência visual possa ser utilizada também como um instrumento musical e 2) utilizar os princípios do Light Theremin como um sensor de distância para detectar objetos, aperfeiçoando e aprimorando a função da bengala de forma a detectar também objetos que estejam não apenas no chão mas também em posição mais elevada do solo. O primeiro objetivo pode ser atingido pela adaptação do Light Theremin, de Massimo Banzi, à manopla da bengala. Para o segundo objetivo, pensa-se atualmente que uma geração de *feedback* sonoro seria desnecessária e por vezes até inconveniente (quando o objetivo for a detecção de objetos). Na busca de um atuador capaz de prover um *feedback* háptico, isto é, sensível ao tato porém sem som, notou-se que um atuador piezo (similar ao buzzer) pode ser utilizado desde que fossem enviadas a ele frequências de infrassom, portanto inaudíveis por humanos, estas na faixa de 5 Hz a 20 Hz, o que é sentido pelo tato na forma de vibração. Inicialmente o buzzer foi utilizado como este atuador háptico e posteriormente foi substituído por um piezo sem encapsulamento plástico e com um diâmetro maior, produzindo assim uma vibração mais sensível ao toque. Na figura a seguir a montagem inicial é apresentada, onde observa-se: a placa de Arduino (acima), o fotodiodo (próximo ao fio amarelo) o piezo, como atuador háptico (abaixo, à direita) e as devidas conexões elétricas.

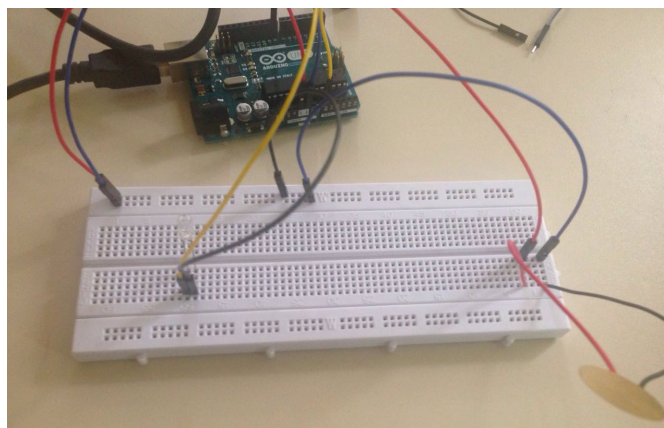


Figura 1: Simples montagem do atuador haptico como feedback tátil da Therengala.

3. Discussão

A motivação deste trabalho em andamento é, além de fomentar a acessibilidade, explorar a possível excelência de habilidades cognitivas encontradas em alguns músicos cegos. Estudos apontam para a possível existência de uma correlação direta entre a supressão do estímulo visual, dado pela cegueira completa, e a performance melhorada do processamento cerebral de outros sentidos, bem como de funções cognitivas, como a atenção e a memória. Isto ocorre devido ao mecanismo conhecido como Neuroplasticidade Compensatória (AMEDI, 2003). Deste modo, é comum encontrar indivíduos cegos que apresentam uma capacidade melhorada de processamentos de outros sentidos, como a percepção mais detalhada de alguns aspectos sensoriais, como: a localização espacial, o reconhecimento de timbres, ou o tato mais aguçado. Este projeto pretende explorar esta possível capacidade, criando uma bengala eletrônica que é ao mesmo tempo um instrumento de acessibilidade e também um instrumento musical que se vale da possível excelência perceptual do músico cego, dada pela neuroplasticidade compensatória.

Uma interessante área de atuação para a Therengala é na criação de paisagens sonoras artificiais. Segundo SHELLARD (2011) paisagem sonora (*soundscape*) é um termo cunhado por Murray Schafer, que se refere ao ambiente sônico imersivo, percebido por ouvintes que podem interagir com este, de forma passiva, ouvindo e o reconhecendo; ou de forma ativa, sendo um dos agentes de sua composição. Deste modo, uma paisagem sonora é em si o fruto da percepção sonora do ouvinte. Sendo assim, uma paisagem sonora pode ser reconhecida por seus aspectos cognitivos, como: 1) Primeiro plano; 2) Plano de fundo; 3) Contorno; 4) Ritmo; 5) Espaço; 6) Densidade; 7) Volume e 8) Silêncio. De acordo com Schafer, paisagens sonoras podem ser formadas por 5 categorias de conceitos sônicos analíticos. Elas são: 1) Tônicas; 2) Sinais; 3) Marcas sonoras; 4) Objetos sonoros e 5)

Símbolos sonoros. A tônica é formada pelos sons vivos e onipresentes, usualmente no Plano de fundo da percepção do ouvinte. Sinais são os sons no Plano de frente, que chamam a atenção consciente do ouvinte – uma vez que eles podem conter informações importantes. Marcas sonoras são os sons exclusivamente encontrados em cada paisagem sonora. Objetos sonoros são os componentes atômicos de uma paisagem sonora. Como definido por Pierre Schaeffer – quem cunhou o termo – um Objeto Sonoro é um evento acústico formado por aspectos que levam o ouvinte a uma percepção sônica, particular e única. Símbolos sonoros são sons que evocam respostas cognitivas e afetivas, baseadas no contexto sociocultural e pessoal do ouvinte. A taxonomia usada por Schafer, para categorizar paisagens sonoras baseadas em suas unidades cognitivas, nos serve adequadamente para descrevê-las, a partir de sua perspectiva macro-estrutural; facilmente observada pelo ouvinte. Estas unidades cognitivas são características emergentes do processo de auto-organização de sistemas complexos e abertos. Como tal, estas unidades podem ser encontradas e analisadas por descritores acústicos, mas não são suficientes para definir um processo real de geração de paisagens sonoras. Afim de fazê-lo, é necessário definir, não apenas a representação acústica de objetos sonoros, mas também as suas características intrínsecas, que podem ser usadas como uma receita para sintetizar um grupo de objetos sonoros semelhantes, mas sempre originais.

Uma importante questão filosófica é a compreensão da maneira como interagimos com o mundo exterior – fora de nossas mentes – a fim de que possamos compreender a realidade. Assumimos que a mente humana entende, reconhece e se comunica com esta realidade através de um processo dinâmico de constante modelamento mental. Este é aqui dividido em três níveis: 1) Sensorial, onde a mente recebe informação externa, através dos sentidos corporais. Estas informações vêm por distintos meios captados por específicos canais sensoriais do corpo, como: o mecânico (i.e. audição e toque), o químico (i.e. olfato e paladar) e o eletromagnético (i.e. visão). De acordo com premissas evolutivas, tais estímulos são traduzidos, de forma não-linear, em informações eletroquímicas, e transmitidas ao sistema nervoso. O estudo das sensações acústicas é tratado pela psicoacústica. 2) O nível cognitivo é onde os modelos de raciocínio são gerados, armazenados e comparados, através da informação acumulada pela memória. Este é o nível onde a informação adquirida é processada. 3) O nível Afetivo trata das emoções evocadas, ocorrendo segundo uma estratégia evolucionária, para induzir o indivíduo à ação, impelindo-o ao movimento, afim de ratificar, refutar ou redefinir o modelo cognitivo de um fenômeno percebido.

Este trabalho pretende assim lançar as bases para o futuro estudo de estratégias sensoriais, cognitivas e afetivas que o músico cego pode lançar mão durante um processo de gestual interativo (por meio da Therengala) para a criação, controle e processamento de sistemas capazes de criar paisagens sonoras artificiais, como o sistema evolutivo de criação de cantos de modelos computacionais de pássaros, apresentado em (FORNARI, 2016)

4. Conclusão

Este trabalho apresenta a pesquisa em desenvolvimento da Therengala, que está sendo realizada no Laboratório de Acessibilidade (LAB) da UNICAMP, por alunos do PIBIC EM. Este faz parte do projeto: “Ferramentas de software e hardware livre para a acessibilidade musical do deficiente visual”. O projeto da Therengala pretende contribuir com a utilização, desenvolvimento e verificação da utilização de ferramentas de software e hardware livre para músicos cegos, atuantes nas áreas de composição de paisagens sonoras e performance musical. Após a Therengala ser finalizada, pretende-se realizar o desenvolvimento e a implementação de EAs (*Evolutionary Algorithms*) que sejam controlados por hardware livre (no caso, o Arduino) de modo a possibilitar a criação de uma miríade de paisagens sonoras artificiais, por métodos evolutivos, conforme descrito em (FORNARI, 2012). Também pretende-se analisar as implicações socioculturais, estéticas e performáticas da utilização da Therengala, por meio de sua utilização cotidiana e performática, por músicos cegos, de modo a possibilitar a futura catalogação de uma coletânea de gestos musicais espontâneos, que correspondam à criação e controle de distintas sonoridades das paisagens sonoras artificiais. Deste modo, este projeto se estende desde o estudo e implementação de ferramentas computacionais de software e hardware livre para o acesso e a inclusão do músico cego na composição e performance musical, até a exploração e o registro de gestos musicais associados à interatividade paramétrica da composição de paisagens sonoras computacionais em tempo-real.



Referências

- AMEDI A, Raz N, Pianka P, Malach R, Zohary E. Early 'visual' cortex activation correlates with superior verbal memory performance in the blind Nature Neuroscience, 6(7), 758-66. 2003.
- FORNARI, J. An evolutionary algorithm to create artificial soundscapes of birdsongs. Int. J. Arts and Technology, Vol. 9, No. 1, pp.39-58. Editor in Chief: Prof. Athanasios Vasilakos. ISSN online: 1754-8861. ISSN print: 1754-8853. 2016.
- FORNARI, J., Mariana Shellard; Jônatas Manzolli. Evolutionary Sound Synthesis Controlled by Gestural Data. Vol 17 . No 1 . Junho 2011. Editorial: Adriana Lopes Moreira. OPUS - REVISTA DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA / ANPPOM. ISSN 1517-7017. 2012
- GASTON, Ignacio Ramirez. Pd Controlled Interface For Latin-America. Pd Convention 2009. São Paulo 2009.
- GAUTSCHI, Gustav. Piezoelectric Sensorics: Force Strain Pressure Acceleration and Acoustic Emission Sensors Materials and Amplifiers. Publisher: Springer. 2006.
- KIM, Sung Y., Kwangsu Cho. Usability and Design Guidelines of Smart Canes for Users with Visual Impairments. International Journal of Design. Vol 7, No 1. 2013.
- MACNAMARA, S. and G. Lacey, "A smart walker for the frail visually impaired," Robotics and Automation, 2000. Proceedings. ICRA '00. IEEE International Conference on, San Francisco, CA, 2000, pp. 1354-1359 vol.2. doi: 10.1109/ROBOT.2000.844786. 2000.
- NASSIH, M., I. Cherradi, Y. Maghous, B. Ouriaghli and Y. Salih-Alj, "Obstacles Recognition System for the Blind People Using RFID," Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies (NGMAST), 2012 6th International Conference on, Paris, 2012, pp. 60-63. doi: 10.1109/NGMAST.2012.28. 2012.
- SHELLARD, M. J. Fornari, Luis Felipe Oliveira, Jônatas Manzolli "Abdução e Significado em Paisagens Sonoras: Um Estudo de Caso sobre a Instalação Artística RePartitura". Kínesis - REVISTA DE ESTUDOS DOS PÓS-GRADUANDOS EM FILOSOFIA DA UNESP. Volume 3 (5). Julho-2011, p. 43-67. ISSN: 1984-8900. 2011.
- STALLION, Richard. Free Software Free Society, 2nd Edition, Publisher: Free Software Foundation, Inc. ISBN 098315920. 2010.
- ROADS, Curtis Roads. Early Electronic Music Instruments: Time Line 1899-1950. Computer Music Journal. Vol 20. No 3. Pages 20-23. Publisher: The MIT Press. 1996.