

TECNOLOGIA ASSISTIVA: USO DE PROCESSAMENTO DE SINAIS E TRANSMISSÃO SEM FIO PARA O AUXÍLIO DE MÃES E PAIS PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS (DEFICIÊNCIA AUDITIVA) – ANÁLISE DO SINAL (CHORO)

PEREIRA DA SILVA[1], HigoThaian
VILLANUEVA[2], Juan Moises Maurício
LISBOA DE SOUZA[3], Antonio Augusto

Centro de Energias Alternativas e Renováveis/Departamento de Engenharia Elétrica/
PROBEX

RESUMO

Este trabalho aborda uma das etapas do projeto de extensão intitulado Tecnologia Assistiva: Uso de processamento de sinais e transmissão sem fio para o auxílio de mães e pais portadores de necessidades especiais (deficiência auditiva). Especificamente, foi desenvolvido um algoritmo de detecção de choro baseada na análise do sinal no domínio do tempo e energia. Este algoritmo permite detecção com razoável confiabilidade nos instantes da ocorrência do choro de um bebê, e servirá para enviar um sinal por meio de um sistema de comunicação sem fio para uma pulseira vibratória a ser utilizada pelos pais (deficientes auditivos) da criança. Foi realizada a implementação do algoritmo utilizando um sistema embarcado baseado em processador digital de sinal.

Palavras chave: Tecnologia Assistiva. Deficiência auditiva. Detecção de Choro.

INTRODUÇÃO

Na atualidade, diversas soluções tecnológicas são desenvolvidas para portadores de necessidades especiais. No caso de portadores de deficiência auditiva, equipamentos tais como aparelhos de ajuda à audição, sinalizadores visuais, programas de computador (LIBRAS), etc., visam melhorar a qualidade de vida de seus usuários.

Um dos problemas no dia a dia de pais deficientes auditivos é a impossibilidade de ouvir seus bebês chorando (especialmente os recém-nascidos), trazendo complicações sérias para a convivência dos pais com seus filhos.

[1] UFPB – Discente bolsista – higo.silva@cear.ufpb.br

[2] UFPB – Professor orientador – jmauricio@cear.ufpb.br

[3] UFPB – Professor colaborador – antoniosouza@cear.ufpb.br

Algumas soluções tecnológicas existentes no mercado, tais como babás eletrônicas, apresentam limitações caso sejam utilizadas por pais e mães com deficiência auditiva. Na maioria das aplicações, os alertas são feitos através de palavras ou sons, que não podem ser ouvidos por portadores de deficiência auditiva.

Neste contexto, este projeto PROBEX tem como objetivo desenvolver um sistema de detecção e alerta de choro de bebês visando utilização por pessoas com deficiência auditiva. Neste trabalho, será abordada a análise e detecção do choro de bebês. Para este propósito foram utilizados algoritmos de processamento digital de sinais e foram realizadas implementações usando o processador digital de sinais TMS320C55x.

ANÁLISE DO SINAL DO CHORO

O choro é o principal mecanismo de comunicação dos bebês. É a forma que eles usam para demonstrar fome, dor, incômodo ou qualquer outra necessidade que tenham. O choro, como onda sonora, possui variáveis que podem ser usadas na detecção, tais como frequência, duração, ritmo ou intensidade. Essas variáveis juntas fazem um som de choro ser único.

Diversos trabalhos de pesquisas tem desenvolvido métodos de detecção de choro que realizam diferentes tipos de análises sobre o sinal do choro, seja no domínio do tempo, seja no domínio da frequência, ou ainda na energia do sinal [1][2][3]. Entretanto, quando consideradas as soluções em sistemas embarcados de baixo custo, as restrições de hardware e custo computacional limitam os desenvolvimentos de algoritmos no domínio da frequência. Portanto, optamos por fazer uma análise usando limiares de energia e de taxa de cruzamentos por zero do sinal (análise temporal).

A primeira análise realizada, no domínio da energia, foi baseada na Energia de Curto Tempo (STE, do inglês, *Short-Time Energy*), a qual é definida como a média do quadrado dos valores de amostras na janela, matematicamente descrita como:

$$E(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} [w(m)x(n-m)]^2 \quad (1)$$

em que: $w(m)$ são os coeficientes de um janela de tamanho N .

Usando a STE, podemos observar como o choro do bebê se comporta em relação à energia. Porém, esta análise apenas não nos dá informações suficientes para afirmarmos uma detecção.

Em conjunto com a STE, foi usado o algoritmo de Cruzamento por Zero de Curto Tempo (STZC, do inglês, *Short-Time Zero Crossing*), que consiste em quantificar a taxa de cruzamentos por zero que o sinal faz, indicando a presença ou não de choro, matematicamente descrita como:

$$Z(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} |\text{sign}(x(n-m)) - \text{sign}(x(n-m-1))| w(m) \quad (2)$$

em que: $\text{sign}(x(m))=1$ se $x(m) \geq 0$, e $\text{sign}(x(m)) = -1$ caso contrario.

A partir da análise de um sinal de choro, usando (1) e (2), é confirmada o choro de um bebê quando a taxa de cruzamento por zero (ZC) é maior do que zero por mais de 0,1 segundos e a energia normalizada obtida nesse intervalo seja maior que 0,005.

Na Figura 1, ilustra-se o sinal de choro inicialmente adquirido com uma taxa de amostragem de 48000 amostras/s e utilizando uma janela retangular. Devido à elevada quantidade de amostras, este sinal foi decimado, obtendo-se uma taxa de amostragem final de 4000 amostras/s. Em seguida, este sinal foi processado para a detecção do Choro. Para isto, foi avaliado o STE (1) que determina preliminarmente as regiões com energia suficiente para a existência de choro. Esta informação é confirmada quantificando o numero de cruzamentos por zero por meio de (2). Na Figura 2, ilustra-se o processo de detecção, observando-se que o método proposto realiza a detecção do choro com razoável confiabilidade, sendo um aspecto importante para este tipo de aplicação.

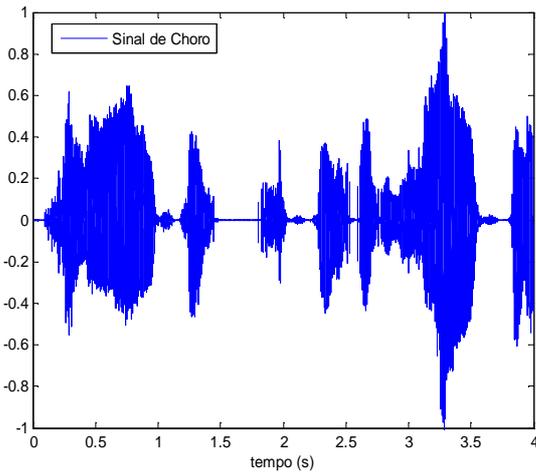


Fig. 1. Sinal de Choro Original.

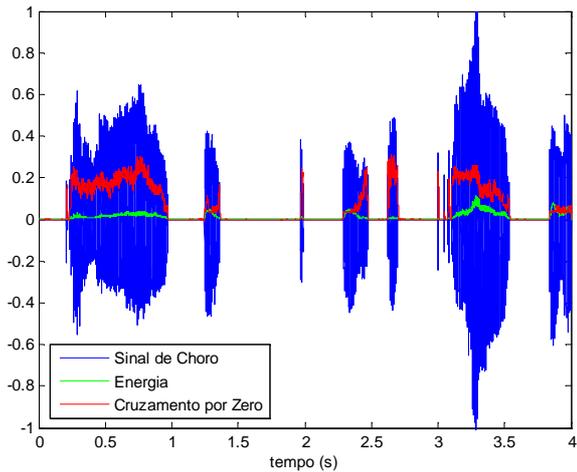


Fig. 2. Detecção do Sinal de Choro.

IMPLEMENTAÇÃO DO ALGORITMO DE DETECÇÃO DE CHORO USANDO UMA PLATAFORMA DSP TMS320C5535

O algoritmo de detecção de choro foi embarcado em um processador digital de sinais DSP TMS320C5535 da *Texas Instruments*. Neste sistema, realizou-se a configuração da aquisição do sinal de choro, a implementação do algoritmo de energia (1) e de cruzamento por zero (2) e a partir destas informações foi realizada a tomada de decisão da existência ou não do choro, codificado pelos bits 0/1, como se ilustra na Fig. 3.

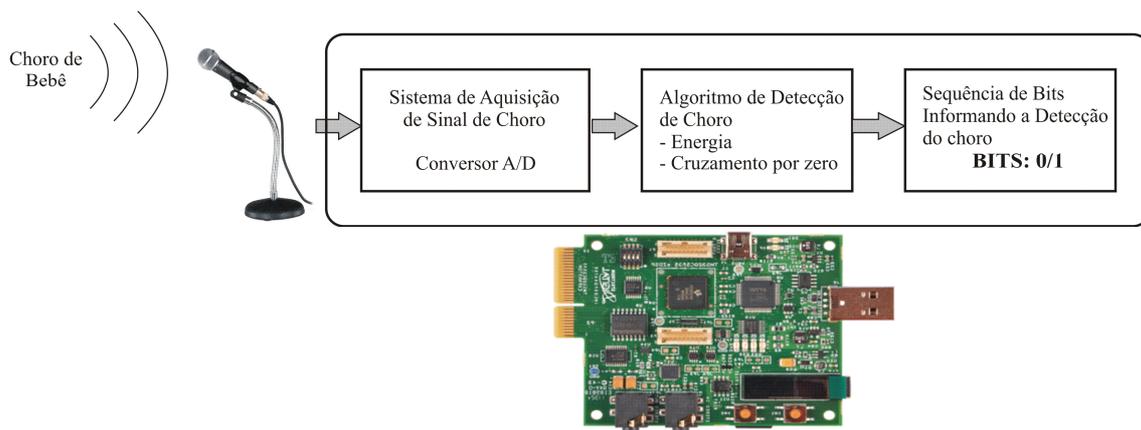


Fig. 3. Algoritmo de Detecção de Choro embarcado em um DSP TMS320C55x.

A plataforma de software para o desenvolvimento do programa foi o Code Composer Studio v4, como se ilustra na Figura 4.

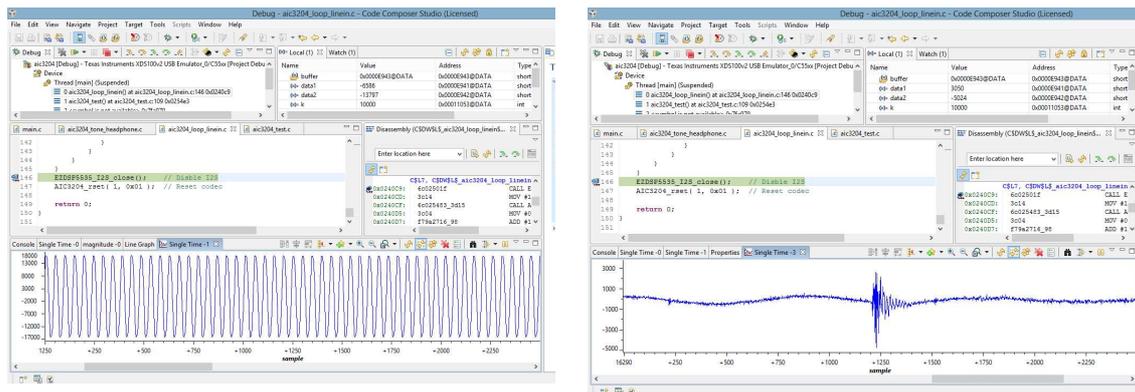


Fig. 4. Plataforma de Desenvolvimento Code Composer v4.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi desenvolvido um algoritmo de detecção de choro de bebês, que servirá para envio de um sinal de alerta a uma pulseira vibratória. O algoritmo proposto é baseado na análise dos sinais no domínio temporal e de energia, e apresentou resultados preliminares bastante promissores. Esta solução foi embarcada em um hardware (de baixo custo) com características suficientes para o processamento do sinal de choro.

Para trabalhos futuros, este sistema será complementado com a implementação do código que enviará o sinal de alerta através de um transceptor acoplado à placa, fazendo vibrar uma pulseira a ser utilizada pelos pais com deficiência auditiva.

REFERÊNCIAS

- [1] BiswanathSaha, ParimalKumarPurkait, JayantaMukherjee, ArunKumarMajumdar, BandanaMajumdar e ArunKumar Singh. Department of Computer Science and Engineering, Indian Institute of Technology. An embedded system for automatic classification of neonatal cry.
- [2] J. Saraswathy, M.Hariharan, SazaliYaacob and Wan Khairunizam. School of Mechatronic Engineering, Universiti Malaysia Perlis (UniMAP). Automatic Classification of Infant Cry:A Review.
- [3] Kevin Kuo. Department of Electrical Engineering, Northern Illinois University. Feature Extraction and Recognition of Infant Cries