

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 0621991-8 A2**

(22) Data de Depósito: 03/10/2006
(43) Data da Publicação: 27/12/2011
(RPI 2138)



(51) *Int.Cl.:*
G10L 15/20

(54) Título: MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO ESTADO DE ESTRESSE DE UMA PESSOA DE ACORDO COM SUA VOZ E UM DISPOSITIVO PARA EXECUÇÃO DO DITO MÉTODO

(30) Prioridade Unionista: 03/10/2006 RU RU2006/000514

(73) Titular(es): Andrey Evgenievich Nazdratenko

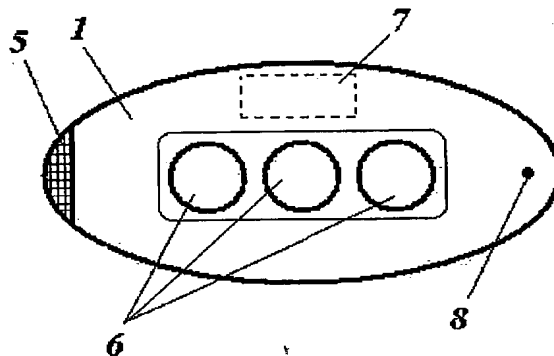
(72) Inventor(es): Andrey Evgenievich Nazdratenko

(74) Procurador(es): Marcelo Brizolara de Freitas

(86) Pedido Internacional: PCT RU2006000514 de 03/10/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2008/041881 de 10/04/2008

(57) Resumo: MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO ESTADO DE ESTRESSE DE UMA PESSOA DE ACORDO COM SUA VOZ E UM DISPOSITIVO PARA EXECUÇÃO DO DITO MÉTODO refere-se ao campo de métodos e dispositivos para análise das reações psicofisiológicas de uma pessoa a testes verbais. O dispositivo (1) da presente invenção para realização dos métodos da invenção, a fim de determinar o estado de estresse, compreende a unidade receptora para receber o sinal de voz, por exemplo, proveniente do microfone (5); a unidade de processamento para determinar o nível do estado de estresse de acordo com um parâmetro adimensional baseado nas características espectrais tais como a frequência básica, a intensidade, a mediana e a largura do espectro; e a unidade de visualização para demonstrar o estado de estresse que consiste, por exemplo, de um dispositivo que emite luz (6) ou um dispositivo que gera vibrações (7) sendo que o comprimento da onda de luz ou de vibração depende do nível do estado de estresse.



MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO ESTADO DE ESTRESSE DE UMA PESSOA DE ACORDO COM SUA VOZ E UM DISPOSITIVO PARA EXECUÇÃO DO DITO MÉTODO

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção refere-se ao campo de métodos e dispositivos para análise de reações psicofisiológicas de uma pessoa a testes verbais e que podem ser aplicados com propósitos médicos e na área judicial assim como ao processo decisório nas atividades diárias.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Vários métodos e dispositivos para parametrização de um sinal de voz exposto ao estresse são conhecidos na arte. Assim, existe um dispositivo e um método para determinação das emoções subconscientes de uma pessoa [patente WO 0062279, publicada em 19.10.2000]. O dispositivo contém um conversor analógico-digital conectado a várias fontes de voz como telefone, 15 microfone ou Internet, um analisador do espectro da frequência da voz, um visualizador dos resultados sonoros revelados, tais como caixa acústica ou resultados visualizados no display em forma de um diagrama, desenho gráfico ou alguma ilustração. O método compreende a computação digital do análogo de um segmento vocal, a análise dos valores computados que revela as 20 emoções no análogo vocal da pessoa que fala, e sua indicação para rastrear as emoções reveladas. A desvantagem do método conhecido é a precisão insuficiente dos resultados dos testes específicos na análise, a ausência de garantias de identificação correta das respostas de um indivíduo específico submetido a testes, e a confiabilidade insuficiente da conclusão a respeito da

honestidade da pessoa que está sendo testada, depois de responder a pergunta, o que requer a confirmação repetida mediante a modificação da forma da pergunta.

Além disso, existe um método e um dispositivo para controle do estado emocional de uma pessoa [patente WO 9520216, publicada em 27.07.1995]. O método para controle do estado emocional compreende: a detecção das vibrações da voz de uma pessoa, a filtragem das vibrações detectadas para receber os sinais residuais, a comparação dos sinais residuais para se obter um resultado, a generalização dos sinais residuais diretos e inversos que coincidem, revelando as avaliações que excedem as vibrações da voz, e a determinação das indicações de algum estado emocional da pessoa que fala. O dispositivo para controle do estado emocional inclui o detector de voz, um filtro reverso direto e inverso, um medidor de correlação cruzada das relações dos sinais residuais, um integrador dos sinais máximos diretos e inversos parcialmente sobrepostos, a fim de avaliar as vibrações da voz, um processador para processamento e medição dos componentes detectados da emoção, acumulação, determinação e análise do estado emocional da pessoa. A desvantagem do método existente é a ambigüidade da relevância dos dados usados e dos procedimentos de processamento dos dados, subjetividade das decisões tomadas devido à abordagem principalmente estatística para tomar a decisão a respeito da honestidade ou desonestidade do indivíduo testado, o que aumenta o risco de erro envolvendo a possível acusação irracional contra a desonestidade da pessoa que está sendo testada.

O dispositivo e método para classificação automática de um componente

afetado da fala humana são selecionados como um protótipo [patente WO 9922364, publicada 06.05.1999]. O dispositivo contém uma unidade para receber, gravar e analisar o sinal de voz, uma unidade para medir, computar e classificar suas características espectrais assim como uma unidade para
5 visualizar os resultados do estado emocional. O método compreende o recebimento, gravação e análise do sinal de voz, a fim de estabelecer sua significância e o valor ao revelar as peculiaridades de, pelo menos, uma característica, a medição, computação e classificação de suas características espectrais com contagem de tempo localizada, pelo menos, em duas janelas de
10 computação, que são consideradas para o processamento estatístico e que soaram de maneira insincera no exame espectral, sua classificação e visualização dos resultados do estado de estresse. A desvantagem do dispositivo existente é sua alta sensibilidade a várias perturbações, a seleção insuficientemente relevante e processamento dos parâmetros iniciais
15 selecionados de um espectro que reduz a confiabilidade dos resultados obtidos.

REVELAÇÃO DA INVENÇÃO

O problema técnico a ser solucionado é aumentar a confiabilidade e precisão dos resultados de determinação do estado de estresse de uma pessoa à base das características espectrais da voz da pessoa, selecionando os
20 parâmetros iniciais mais relevantes das características espectrais da voz e usando o modelo mais adequado para processamento de tais parâmetros iniciais, a fim de computar o estresse à base do parâmetro integral universal proposto.

Propõe-se um método para determinação do estado de estresse de uma

pessoa de acordo com sua voz que inclui os passos seguintes: recepção do sinal de voz em certo intervalo de tempo; computação das características espectrais do sinal de voz recebido; determinação do nível do estado de estresse de acordo com as características espectrais computadas; e visualização dos resultados do estado de estresse determinado. Há novas características: quando da computação das características espectrais, ao menos, quatro parâmetros do espectro do sinal de voz recebido são computados: a frequência básica, a intensidade do espectro, a mediana do espectro e a largura do espectro; quando da determinação do nível do estado de estresse, o parâmetro de estresse normalizado adimensional é computado para cada um dos quatro parâmetros, em que o dito parâmetro de estresse normalizado adimensional demonstra o estado de estresse para cada um dos parâmetros do espectro e é igual a 0 a 1, e o nível do estado de estresse é determinado como um valor médio ponderado de todos os parâmetros normalizados de estresse computados.

Para computar as características espectrais, é melhor usar as janelas do sinal vocal sobrepostas, pelo menos, pela metade de sua largura.

Além disso, as janelas do sinal de voz são consideradas para computação sob condição de que há apenas uma janela não vocalizada em uma fileira das janelas do sinal de voz consideradas, e/ou quando o desvio relativo da frequência básica em qualquer par das janelas vocalizadas do sinal de voz não exceda a 20%.

Ao computar cada um dos parâmetros de estresse normalizados, é melhor computar preliminarmente o fator de estresse Z do parâmetro de

estresse normalizado como a soma dos desvios relativos entre o valor médio aritmético do parâmetro e o valor corrente do parâmetro, e, entre o valor médio local do parâmetro e o valor corrente do parâmetro; então, o parâmetro de estresse normalizado é computado como $1 / (1 + e^Z)$.

5 Neste caso, é melhor considerar a frequência básica no máximo da característica espectral dentro da faixa de frequência de 50-500 Hz como o valor corrente da frequência básica.

 É melhor computar a intensidade do espectro como a integral do quadrado da característica espectral.

10 É melhor computar a mediana do espectro como o valor médio ponderado da característica espectral em que as frequências são usadas como valores.

 É melhor computar a largura do espectro como a diferença entre as frequências máxima e mínima para as quais a característica espectral excede o valor limiar pré-ajustado, por exemplo, pré-ajustando preliminarmente o valor limiar de 2-8%, abaixo do qual a característica espectral é considerada ser zero.

15 Para o passo de determinação do nível do estado de estresse, é melhor quando o valor médio ponderado de todos os parâmetros normalizados de estresse computados seja determinado como seu valor médio aritmético.

20 Os resultados do estado de estresse determinado poderão ser demonstrados mediante a emissão ótica na faixa de ondas visíveis em que o comprimento da onda de luz emitida depende do valor do nível determinado do estado de estresse.

Neste caso, o nível determinado do estado de estresse é demonstrado de tal maneira que o comprimento da onda de luz emitida aumenta ou diminui à medida que aumenta ou diminui o valor do nível determinado do estado de estresse em uma faixa de seus valores possíveis. Por exemplo, a luz verde em
5 utilizada para demonstrar os valores médios do nível do estado de estresse, a luz amarela é utilizada para demonstrar os valores médios do nível do estado de estresse e a luz vermelha é utilizada para demonstrar os valores máximos do nível do estado de estresse.

Os resultados do estado de estresse determinado poderão ser
10 demonstrados mediante a vibração em que a frequência da vibração depende do valor do nível determinado do estado de estresse.

Neste caso, o nível determinado do estado de estresse é demonstrado de maneira que a frequência da vibração aumenta ou diminui até zero à medida que aumenta ou diminui o valor do nível determinado do estado de estresse em
15 uma faixa de seus valores possíveis. Por exemplo, a frequência mínima da vibração entre seus valores possíveis ou a ausência da vibração é usada para demonstrar os valores mínimos do nível do estado de estresse, a frequência média da vibração entre seus valores possíveis é usada para demonstrar os valores médios do nível do estado de estresse, e a frequência máxima da
20 vibração entre seus valores possíveis é usada para demonstrar os valores máximos do nível do estado de estresse.

Além disso, propõe-se um dispositivo para determinação do estado de estresse de uma pessoa de acordo com a voz que compreende: uma unidade receptora para receber o sinal de voz em certo intervalo de tempo; uma unidade

de processamento para computar as características espectrais do espectro do sinal de voz recebido e convertido em forma digital e para determinar o nível do estado de estresse de acordo com as características espectrais computadas; e a unidade de visualização para demonstrar os resultados do estado de estresse determinado. A nova característica é que a unidade de processamento é realizada com a possibilidade de computar as características espectrais do sinal de voz recebido e de determinar o nível do estado estresse de acordo com o método mencionado acima.

A unidade de visualização poderá ser realizada como um meio de emissão ótica para emitir a luz em uma faixa de ondas visíveis sendo que o comprimento da onda de luz emitida depende do valor do nível do estado de estresse determinado pela unidade de processamento. Por exemplo, o meio de emissão ótica tem a possibilidade de emitir a luz verde quando o nível do estado de estresse tem os valores mínimos entre os valores possíveis do nível do estado de estresse, a luz amarela para os valores médios entre os valores possíveis do nível do estado de estresse, e a luz vermelha para os valores máximos entre os valores possíveis do nível do estado de estresse.

A unidade de visualização poderá ser realizada como um meio de vibração em que a frequência das vibrações depende do nível do estado de estresse determinado pela unidade de processamento. Por exemplo, o meio de vibração tem a possibilidade de vibrar com a frequência mínima de vibração de até zero entre seus valores possíveis para o meio de vibração quando o nível do estado de estresse tem os valores mínimos entre os valores possíveis, vibrar com as frequências médias das vibrações entre seus valores possíveis para o

meio de vibração quando o nível do estado de estresse tem os valores médios entre os valores possíveis, e vibrar com as frequências máximas de vibração entre seus valores possíveis para o meio de vibração quando o nível do estado de estresse tem os valores máximos entre os valores possíveis.

5 Todas as unidades do dispositivo poderão ser reunidas em um único dispositivo portátil ou incorporadas ao computador ou um aparelho computadorizado selecionado do grupo seguinte: dictafone digital, telefone celular, filmadora que grava com som digital; computador palm-top.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

10 A invenção é descrita em detalhes mediante os exemplos que acompanham as figuras e desenhos seguintes:

Fig.1 – O diagrama esquemático de blocos do dispositivo de acordo com a presente invenção;

15 Fig.2 – O diagrama simplificado de blocos dos passos básicos do método proposto;

Fig.3 – A vista que demonstra uma modalidade da invenção de maneira esquemática.

O MELHOR EXEMPLO DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

20 A Figura 1 mostra o diagrama esquemático de blocos do dispositivo de acordo com a presente invenção.

Conforme demonstrado na Figura 1, o dispositivo 1 para determinação do estado de estresse mediante a voz inclui: uma unidade receptora 2 para receber o sinal de voz em certo intervalo de tempo, uma unidade de processamento 3 para computar as características espectrais do espectro do sinal de voz

recebido e convertido em forma digital e para determinar o nível do estado de estresse de acordo com as características espectrais computadas, e uma unidade de visualização 4 para demonstrar os resultados do estado de estresse determinado.

5 Todas as unidades 2-4 poderão ser realizadas como software-hardware do computador ou de um aparelho computadorizado.

10 O objetivo da unidade receptora 2 é receber a amostra do sinal de voz em certo intervalo de tempo em forma digital ou em forma analógica com a conversão posterior em forma digital e, depois, para processamento dos dados do sinal de voz na unidade de processamento 3. Um sinal de voz no modo de tempo real ou um segmento do sinal de voz dentro de certo intervalo de tempo armazenado em qualquer mídia tangível conhecida pode ser usado como a mostra do sinal de voz. Por exemplo, um sinal de voz oriundo do microfone que é convertido em forma digital pelo cartão de som do computador, dictafone digital, etc. e um sinal de voz recebido mediante várias redes de comunicação
15 (televisão, rádio) inclusive redes de comunicação por cabo, sem fio, etc. podem ser usados como um sinal de voz no modo de tempo real. Para armazenar um segmento do sinal de voz, qualquer mídia de informática, magnética ou ótica, os dispositivos de armazenamento de dados à base do microprocessador podem
20 ser usados. Deve-se notar que um segmento do sinal de voz pode se gravado e armazenado na mídia tanto em forma digital como em forma analógica com sua conversão posterior em forma digital na unidade receptora 2. Além disso, deve-se notar que o segmento do sinal de voz poder ser gravado e armazenado na mídia como um sinal de áudio junto como o sinal de vídeo com a separação

posterior do sinal de áudio e sua conversão em forma digital, quando for necessário. Qualquer meios de software-hardware, que possibilite a receber o sinal de voz em forma digital ou analógica, com a conversão posterior em forma digital, em qualquer computador ou aparelho computadorizado, pode ser utilizado como a unidade receptora 2, por exemplo: cartões de som, portas de USB, cartões de comunicação sem fio (radio, infra-vermelho, Bluetooth), driver de discos para vários tipos de discos (FD, CD, DVD), etc.

O objetivo da unidade de processamento 3 é computar as características espectrais do sinal de voz recebido e convertido em forma digital pela unidade receptora 2 e para determinar o nível do estado de estresse de acordo com as características espectrais computadas. A unidade de processamento 3 pode ser realizada mediante o uso de um processador central à base de quaisquer ferramentas de software/hardware de computadores ou dispositivos computadorizados conhecidos assim como em forma de um dispositivo separado provido de todos os programas que realize a modalidade do método proposto de acordo com a presente invenção.

A Fig.2 apresenta um diagrama simplificado de blocos dos passos básicos 310-380 do método proposto que são realizados pela unidade de processamento 3 conforme descrito abaixo.

Antes de começar, todos os dados previamente recebidos e computados de um sinal de voz e dos parâmetros das características espectrais do espectro do sinal de voz são apagados (passo 310). Primeiro, a unidade de processamento 2 recebe um bloco de dados do sinal de voz em forma digital oriundo da unidade de processamento 2 (passo 320). O bloco de dados

recebido é processado mediante a obtenção das características espectrais do sinal de voz deste bloco de dados por qualquer método comum conhecido (passo 330).

5 No decurso dos estudos extensivos, descobriu-se que os quatro parâmetros iniciais seguintes do espectro (ou seja, os parâmetros derivados pela computação direta a partir do espectro) são os mais relevantes: a frequência de tom fundamental ou a frequência básica (FTF), a intensidade do espectro, a mediana do espectro e a largura do espectro. Ou seja, para determinar o nível do estado de estresse, bastará usar estes quatro parâmetros com o alto grau de precisão dos resultados obtidos de acima de 95%, conforme
10 será descrito mais adiante.

Ao desempenhar o passo (340) os quatro parâmetros mencionados acima do espectro são computados a partir das características espectrais obtidas.

15 Quando da computação de acordo com os dados da amostra do sinal de voz previamente gravado e armazenado, a computação é realizada usando as janelas que são superpostas pela metade de suas larguras. Assim, cada contagem de tempo pertence às duas janelas computadas. Porém, quando de computação de acordo com os dados do nodo de tempo real, a computação é
20 realizada pelo último intervalo curto de tempo.

A frequência com a característica máxima espectral na faixa de 50-500 Hz é considerada como um valor corrente da FTF contanto que a sonoridade do sinal de voz é suficiente para considerar este sinal como significativo. Mas, seria bem enfatizar que ao fazer a computação de acordo com a amostra

armazenada, a janela é considerada para a computação somente quando não há mais do que uma janela não vocalizada junto com a anterior e a penúltima sendo que o desvio relativo da FTF em qualquer par de janelas vocalizadas não deve exceder a 20%. Quando da computação no modo de tempo real, esta cláusula poderá ser desconsiderada.

Quando da computação da intensidade do espectro, utiliza-se a noção comumente aceita da intensidade como a integral do quadrado da característica espectral.

A mediana do espectro é computada como a soma dos produtos dos valores da característica espectrais para as freqüências correspondente, dividida pela soma dos valores da característica espectral. Considerando o fato de que a característica espectral real pode ser armazenada como um arranjo, os índices do arranjo podem ser considerados em lugar das freqüências, e, então, o quociente derivado pode ser reduzido até um índice integral, considerando assim o valor correspondente da freqüência. Em outras palavras, a mediana do espectro é o valor médio ponderado da característica espectral em que as freqüências são valores.

Para computar a largura do espectro, é necessário proporcionar algum valor limiar, abaixo do qual a característica espectral é considerada ser condicionalmente zero (neste caso, à base das estatísticas, nós consideramos 5% como o valor limiar). A diferença entre as freqüências máxima e mínima para as quais a característica espectral excede a este valor limiar, é considerada como a largura do espectro.

Além disso, quando o dispositivo de memória (RAM) possui os dados

previamente computados para os quatro parâmetros iniciais do espectro à base de algum bloco anterior de dados, os dados anteriores são atualizados (passo 350).

Ademais, ao realizar o passo 360, os quatro fatores de estresse, que satisfazem cada um dos quatro parâmetros iniciais, são computados à base dos valores atualizados dos quatro parâmetros iniciais do espectro conforme a fórmula:

$$Z = (M - P) / M + (L - P) / L,$$

em que M – o valor médio aritmético do parâmetro inicial relevante.

L – o valor médio local do parâmetro inicial relevante.

P – o valor atual do parâmetro inicial relevante.

Com isso, o valor médio local é computado conforme segue:

Quando há apenas um dado, supõe-se que $L = P$ porque não há nada para comparar com apenas um dado.

No caso do dado limiar, quando se subentende que há apenas o valor anterior e apenas o valor subsequente do parâmetro inicial como comumente acontece na computação no modo de tempo real, quando, por razões compreensíveis, não há valor subsequente algum, a computação é realizada conforme a fórmula seguinte:

$$L = (2 \cdot P + P_{out}) / 3,$$

em que P_{out} – o valor limítrofe do parâmetro com o valor limiar (por exemplo, o anterior).

No caso do dado interno pelo qual se subentende que ambos os valores anterior e subsequente do parâmetro inicial, a computação é realizada conforme

a fórmula seguinte:

$$L = (P_- + 2 \cdot P + P_+) / 4,$$

Em que P_- - o valor anterior do parâmetro,

P_+ - o valor subsequente do parâmetro.

5 Assim, após realizar o passo 360, derivam-se os quatro fatores adimensionais de estresse que são usados no início do passo 370, a fim de computar os parâmetros de estresse normalizados adimensionais demonstrando o estado de estresse pelo parâmetro relevante do espectro de acordo com a fórmula:

10
$$\text{Estresse} = 1 / (1 + e^Z).$$

O valor de Estresse normalizado derivado é sempre de 0 a 1 e se aproxima do zero quando o fator de estresse se aproxima da infinidade + ou a unidade quando o fator de estresse se aproxima da infinidade -. Assim, o fator de estresse normalizado diminui de maneira monótona à medida que o fator de estresse aumenta. Em princípio, cada um dos quatro valores de Estresse normalizados pode ser usado para identificar o nível do estado de estresse de acordo com o valor deste parâmetro adimensional; porém, para aumentar a precisão do resultado de maneira considerável, ao realizar o passo (370), o parâmetro integral adimensional Stress_Σ é computado, o que demonstra de maneira bastante precisa tanto a presença do estado de estresse como o nível do estado de estresse como o valor médio ponderado de todos os quatro parâmetros normalizados de estresse derivados. Conforme demonstrado pelos estudos, neste caso, o valor médio aritmético poder ser usado como o valor médio ponderado.

15

20

Além disso, ao realizar o passo 380, os comandos são formados para produzir os resultados computados pela unidade de processamento 3 com a ajuda da unidade de visualização 4. Ao fazê-lo, a natureza dos comandos depende do valor computado de Estresse_{Σ} . Com isso, Desde que o valor de Estresse_{Σ} está também dentro de 0 a 1, quando o valor de Estresse_{Σ} é aproximadamente igual a zero, emite-se o comando de demonstrar a ausência de estresse, e quando o valor de Estresse_{Σ} é aproximadamente igual a 1, emite-se o comando de demonstrar a presença de um estresse forte, e no caso de valores intermediários do estresse, emite-se o comando de demonstrar o estado de estresse proporcional ao valor de Stress_{Σ} .

Ademais, a unidade de processamento 3 recebe o próximo bloco de dados do sinal de voz em forma digital da unidade receptora 2, se houver alguma, e os passos 320-380 são repetidos para este bloco de dados.

Por exemplo, consideremos algum bloco de dados do sinal de voz por algum período de tempo T (passo 320). A FTF, a intensidade do espectro, a mediana do espectro e a largura do espectro são computadas por qualquer método bem conhecido, por exemplo, pela transformada de Fourier. Por conseguinte, nós poderemos obter os valores demonstrados na coluna $P(i)$ da tabela abaixo:

Parâmetro	Valor médio acumulado $P_{m(1, i-1)}$	$P_{(i-1)}$	$P_{(i)}$	L	M	Z	Estresse
FTF (Hz)	190	185	183	183.66	189.986	0.040401	0.48990
Mediana (dB)	55	50	46	47.33	54.982	0.191532	0.45226
Intensidade (dB)	61	60	54	56	60.986	0.150265	0.46250
Largura (Hz)	15	20	18	18.66	15.006	-0.16381	0.54086

O valor médio aritmético M para cada um dos parâmetros é computado

como:

Para a operação 360, é necessário usar os valores L e M.

$$M = (P_{m(1, i-1)} \cdot P_{(i-1)} + P_i) / i ,$$

por exemplo, o valor para a FTF na 500ª janela é: $M = (190 \cdot 499 + 183) / 500 = 189.986$.

O valor médio local L é computado de acordo com o valor do parâmetro correspondente para as janelas de tempo adjacentes. Conforme mencionado acima, tais duas janelas são sobrepostas pela metade de sua largura, ou seja, se o tempo T for dividido em intervalos de 10 ms, os valores dos parâmetros da janela anterior $P_{(i-1)}$ devem ser considerados para o próximo passo considerando a janela que começa antes em 5 ms como:

$$L = (P_i \cdot 2 + P_{(i-1)}) / 3,$$

por exemplo, o valor para a FTF é: $L = (183 \cdot 2 + 185) / 3 = 183.66$.

Então, o fator de estresse é computado como $Z = (M - P_i) / M + (L - P_i) / L$,
por exemplo, o valor para a FTF é: $Z = (189.986 - 183) / 189.986 + (183.66 - 183) / 183.66 = 0.040$.

O fator de estresse obtido é normalizado para cada um dos parâmetros durante o passo 370:

$$\text{Estresse} = 1 / (1 + e^Z) ,$$

por exemplo, o valor para a FTF is: $\text{Estresse} = 1 / (1 + e^{0.04}) = 0.48990$.

Para completar a computação das janelas (passo 380), é necessário determinar o parâmetro adimensional integral Stress_{Σ} à base de todos os fatores de estresse computados como seu valor médio aritmético:

$$\text{Estresse}_{\Sigma} = (0.48990 + 0.45226 + 0.46250 + 0.54086) / 4 = 0.48638.$$

O índice obtido que pode ser chamado de estresse mediano é o estado comum da pessoa.

Suponhamos que, por algum período de tempo, obtiverem-se os dados conforme segue abaixo:

Parâmetro	Valor médio acumulado $P_{m(1, i-1)}$	$P_{(i-1)}$	$P_{(i)}$	Estresse
FTF (Hz)	190	280	300	0.6456
Mediana (dB)	55	71	72	0.5776
Intensidade (dB)	61	82	82	0.5850
Largura (Hz)	15	45	70	0.9774
Estresse$_{\Sigma}$				0.6964

Este novo índice Stress_{Σ} demonstra que o estresse aumentou. Em outras palavras, os parâmetros correntes diferem dos parâmetros médios à media que o estresse aumenta.

O objetivo da unidade de visualização 4 que demonstra os resultados do estado de estresse recebidos pela unidade de processamento 3 é demonstrar o nível corrente do estado de estresse tanto mediante a visualização direta do valor de Estresse_{Σ} como pela demonstração de vários sinais que correspondem ao valor de Estresse_{Σ} ou certos intervalos de valores de Estresse_{Σ} . Com isso, a unidade de visualização (4) pode ser realizada como qualquer um dispositivo periférico embutido capaz de demonstrar os resultados das informações gráficas, luminosas ou outras. Mais um exemplo demonstrará algumas modalidades de demonstração de vários sinais.

A Figura 3 proporciona uma vista esquemática de uma realização da presente invenção como um detector de estresse portátil por voz separado, que poderá ser usado como berloque ou pendente.

Nesta modalidade, o detector de estresse portátil 1 inclui as unidades mencionadas acima 2-4 realizadas à base de um microprocessador, e ao fazê-lo, a unidade receptora 2 inclui o microfone 5, a unidade de visualização inclui o painel com luzes de três cores com três diodos 6 que emitem luz nas cores vermelha, amarela e verde, respectivamente, que estão dispostas na ordem das luzes de trânsito, e um vibrador 7 realizado como um piezo-elemento que é semelhante a vibradores utilizados em vibracalls ou melodia de vibração em telefones móveis comuns. As unidades 2-4 operam de mesma maneira descrita acima; com isso, há duas modalidades de demonstração dos resultados obtidos que podem ser utilizadas em conjunto ou separadamente.

Na modalidade de demonstração somente por emissão ótica, um dos diodos 6, que emite luz, fica aceso dependendo do valor corrente de $Stress_{\Sigma}$ computado pela unidade de processamento 3 de acordo com o seguinte. Quando $Stress_{\Sigma} = 0.0-0.3$, o diodo, que emite a luz verde, fica aceso, o que corresponde à ausência ou ao valor pequeno do estado de estresse, inclusive emoção, o que evidencia a honestidade suficiente das enunciações vocais captadas pelo microfone 5. Quando $Stress_{\Sigma} = 0.3-0.7$, acende-se o diodo que emite a luz amarela, o que corresponde à ausência ou valor pequeno do estado de estresse, o que evidencia que as enunciações da fala captadas pelo microfone 5 são um tanto duvidosas. Quando o $Stress_{\Sigma} = 0.7-1.0$, acende-se o diodo que emite a luz vermelha, o que corresponde ao grande valor do estado de estresse, o que evidencia o nível extremo de emoção na enunciação captada pelo microfone (5), o que significa com grande probabilidade que as enunciações são desonestas. Tais sinais luminosos iguais aos sinais de trânsito

são reconhecidos pelo usuário com muita facilidade.

Na modalidade de demonstração por vibração, o vibrador 7 não vibra quando Stress_{Σ} for menor do que 0.1, sendo que começa a vibrar com as frequências mínimas das vibrações entre as possíveis para o vibrador quando Stress_{Σ} for igual a 0.1 com o aumento proporcional da frequência das vibrações à medida que aumenta o Stress_{Σ} com o máximo de tal frequência sendo que o Stress_{Σ} fica aproximadamente igual ou igual à unidade.

Fica óbvio que o dispositivo proposto é bastante simples do ponto de vista de software e pode ser utilizado em conjunto com os dispositivos computadorizados conhecidos que processam sinais sonoros tais como dictafone digital, telefone celular, filmadora que grava som digital, computador palm-top.

Os exemplos proporcionados são usados somente para ilustrar algumas modalidades desta invenção e de forma alguma restringe o escopo de proteção legal apresentado nas reivindicações, sendo que o especialista nesta área fica possibilitado, com simplicidade relativa, a realizar outras modalidades desta invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. O método para determinação do estado de estresse de uma pessoa de acordo com sua voz, caracterizado por compreender os passos seguintes:

- receber o sinal de voz em certo intervalo de tempo;
- computar as características espectrais do sinal de voz recebido;
- determinar o nível do estado de estresse de acordo com as características espectrais computadas; e
- demonstrar os resultados do estado de estresse determinado,

em que:

- quando de computação das características espectrais, se computam pelo menos quatro parâmetros do espectro do sinal de voz recebido: a frequência básica, a intensidade do espectro, a mediana do espectro e a largura do espectro;

quando de determinação do nível do estado de estresse, o parâmetro de estresse normalizado adimensional é computado para cada um dos quatro parâmetros, sendo que o dito parâmetro de estresse normalizado adimensional demonstra o estado de estresse para cada um dos parâmetros do espectro e é computado à base do fator de estresse Z do parâmetro de estresse normalizado que é computado de maneira preliminar como a soma dos desvios relativos entre o valor médio aritmético do parâmetro e o valor corrente do parâmetro, e entre o valor médio local do parâmetro e o valor corrente do parâmetro; então

computa-se o parâmetro de estresse normalizado como $1 / (1 + e^Z)$, e o valor do nível do estado de estresse é determinado como o valor médio ponderado de todos os parâmetros normalizados de estresse computados; e

- os resultados do estado de estresse determinado são visualizados mediante a demonstração direta do valor do nível do estado de estresse e/ou mediante a demonstração dos sinais que correspondem ao valor do nível do estado de estresse ou certos intervalos de valores do nível do estado de estresse.

5 2. O método de acordo com a reivindicação 1 em que as janelas do sinal de voz que são sobrepostas, ao menos, pela metade de sua largura, são usadas para computar as características espectrais.

10 3. O método de acordo com a reivindicação 2 em que as janelas do sinal de voz são levadas em consideração na computação sob condição de que na há mais do que uma janela do sinal de voz não vocalizada em uma fileira das janelas do sinal de voz consideradas.

15 4. O método de acordo com a reivindicação 2 em que as janelas do sinal de voz são levadas em consideração na computação sob condição de que o desvio relativo da frequência básica em qualquer par das janelas do sinal de voz vocalizadas não excede a 20%.

5. O método de acordo com a reivindicação 1 em que a frequência básica no máximo da característica espectral na faixa de frequência de 50-500Hz é considerada como o valor corrente da frequência básica.

20 6. O método de acordo com a reivindicação 1 em que a intensidade do espectro é computada como a integral do quadrado da característica espectral.

7. O método de acordo com a reivindicação 1 em que a mediana do espectro é computada como o valor médio ponderado da característica espectral em que as frequências são usadas como valores.

8. O método de acordo com a reivindicação 1 em que a largura do espectro é computada como a diferença entre as frequências mínima e máxima para quais a característica espectral excede o valor limiar pré-ajustado.

5 9. O método de acordo com a reivindicação 8 em que, quando da computação da largura do espectro, o valor limiar é pré-ajustado a 2-8%, abaixo do qual a característica espectral é considerada ser zero.

10. O método de acordo com a reivindicação 1 em que o valor médio ponderado de todos os parâmetros normalizados de estresse computados é determinado como seu valor médio aritmético.

10 11. O método de acordo com as reivindicações 1-10, em que os resultados do estado de estresse determinado são demonstrados mediante a emissão ótica na faixa de ondas visíveis sendo que o comprimento da onda de luz emitida depende do valor do nível determinado do estado de estresse.

15 12. O método de acordo com a reivindicação 11 em que o nível determinado do estado de estresse é demonstrado de maneira que o comprimento da onda de luz emitida aumenta ou diminui à medida que aumenta ou diminui o valor do nível determinado do estado de estresse na faixa de seus valores possíveis.

20 13. O método de acordo com a reivindicação 12 em que a luz verde é utilizada para demonstrar os valores mínimos do nível do estado de estresse, a luz amarela é utilizada para demonstrar os valores médios do nível do estado de estresse, e a luz vermelha é utilizada para demonstrar os valores máximos do estado de estresse.

14. O método de acordo com as reivindicações 1-10 em que os resul-

tados do estado de estresse determinado são demonstrados mediante a vibração sendo que a frequência da vibração depende do valor do nível determinado do estado de estresse.

15. O método de acordo com a reivindicação 14 em que o nível determinado do estado de estresse é demonstrado de maneira que a frequência da vibração aumenta ou diminui até zero à medida que aumenta ou diminui o valor do nível determinado do estado de estresse na faixa de seus valores possíveis.

16. O método de acordo com a reivindicação 15 em que a frequência mínima da vibração entre seus valores possíveis ou a ausência da vibração é utilizada para demonstrar os valores mínimos do nível do estado de estresse, a frequência média da vibração entre seus valores possíveis é utilizada para demonstrar os valores médios do nível do estado de estresse, e a frequência máxima da vibração entre seus valores possíveis é utilizada para demonstrar os valores máximos do nível do estado de estresse.

17. O dispositivo para determinação do estado de estresse de uma pessoa de acordo com sua voz caracterizado por compreender:

- a unidade receptora para receber o sinal de voz em certo intervalo de tempo;

- a unidade de processamento para computação das características espectrais do espectro do sinal de voz recebido e convertido em forma digital, e para determinação do nível do estado de estresse de acordo com as características espectrais computadas; e

- a unidade de visualização para demonstrar os resultados do estado

de estresse determinado em que a unidade de processamento é realizada com a possibilidade de computar as características espectrais do espectro do sinal de voz recebido e de determinar o nível do estado de estresse conforme as características espectrais computadas pelo método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-11.

18. O dispositivo de acordo com a reivindicação 17 em que a unidade de visualização é um meio de emissão ótica para emitir a luz em uma faixa de ondas visíveis sendo que o comprimento da onda de luz emitida depende do valor do nível do estado de estresse determinado pela unidade de processamento.

19. O dispositivo de acordo com a reivindicação 18 em que o meio de emissão ótica tem a possibilidade de emitir a luz verde quando o nível do estado de estresse tem os valores mínimos entre os valores possíveis do nível do estado de estresse, a luz amarela para os valores médios entre os valores possíveis do nível do estado de estresse, e a luz vermelha para os valores máximos entre os valores possíveis do nível do estado de estresse.

20. O dispositivo de acordo com a reivindicação 17 em que a unidade de visualização é um meio de vibração em que a frequência das vibrações depende do nível do estado de estresse determinado pela unidade de processamento.

21. O dispositivo de acordo com a reivindicação 20 em que o meio de vibração tem a possibilidade de vibrar com a frequência mínima de uma vibração de até zero entre seus valores possíveis para o meio de vibração quando o nível do estado de estresse tem os valores mínimos entre seus valores possí-

veis, de vibrar com as frequências médias das vibrações entre seus valores possíveis para o meio de vibração quando o nível do estado de estresse tem os valores médios entre seus valores possíveis, e de vibrar com as frequências máximas de vibração entre seus valores possíveis para o meio de vibração quando o nível do estado de estresse tem os valores máximos entre os seus valores possíveis.

22. O dispositivo de acordo com a reivindicação 20 em que todas as unidades do dispositivo são reunidas em um único dispositivo portátil.

23. O dispositivo de acordo com a reivindicação 20 em que todas as unidades do dispositivo são incorporadas ao computador ou dispositivo computadorizado.

24. O dispositivo de acordo com a reivindicação 23 em que o dispositivo computadorizado é selecionado do grupo dos dispositivos seguintes: dictafone digital, telefone celular, filmadora que grava som digital, computador palmtop.

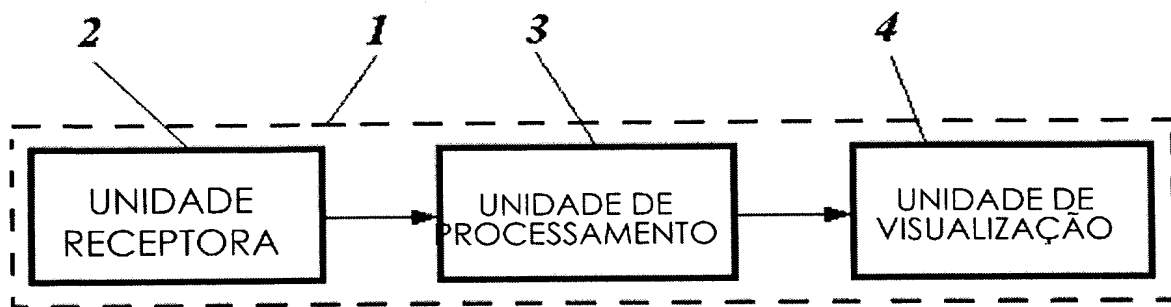
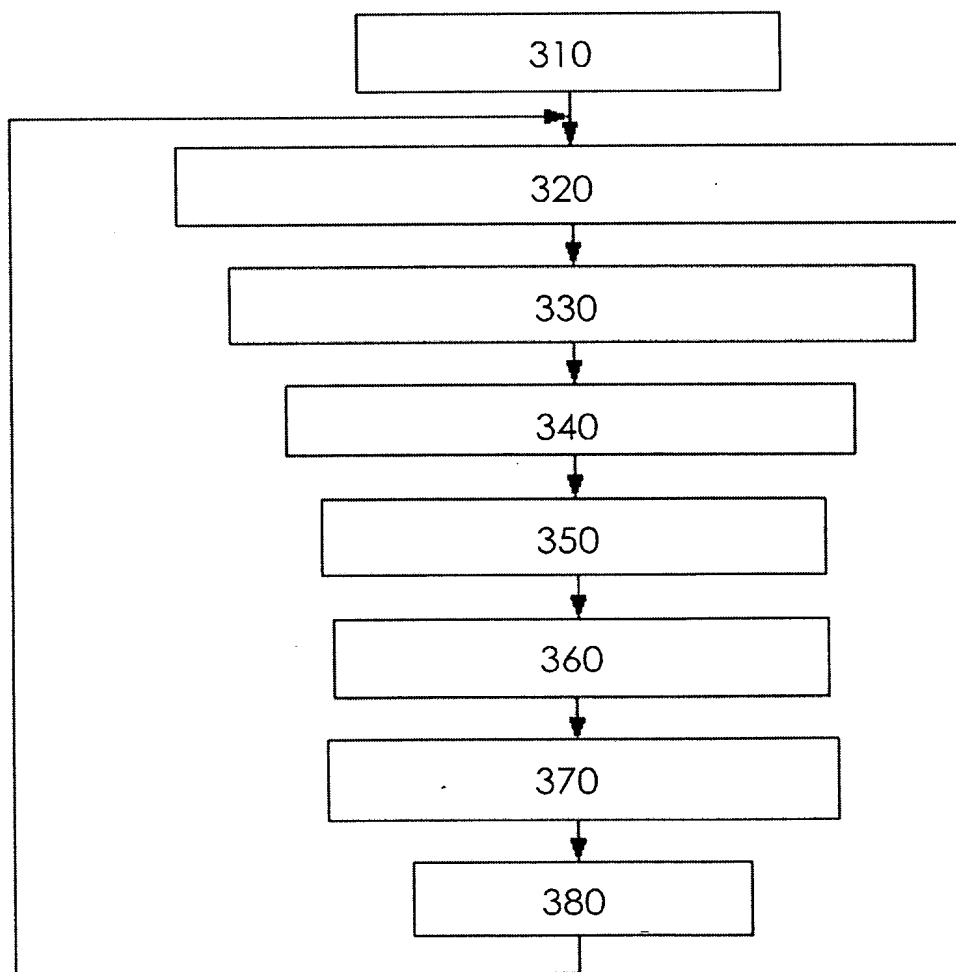


FIG. 01

FIG. 02



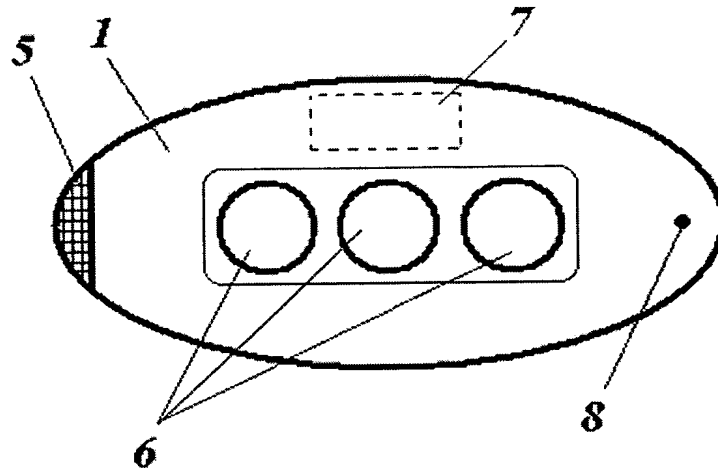


FIG. 03

RESUMO

MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO ESTADO DE ESTRESSE DE UMA PESSOA DE ACORDO COM SUA VOZ E UM DISPOSITIVO PARA EXECUÇÃO DO DITO MÉTODO refere-se ao campo de métodos e dispositivos

5 para análise das reações psico-fisiológicas de uma pessoa a testes verbais. O dispositivo (1) da presente invenção para realização dos métodos da invenção, a fim de determinar o estado de estresse, compreende a unidade receptora para receber o sinal de voz, por exemplo, proveniente do microfone (5); a unidade de processamento para determinar o nível do estado de estresse de acordo com um
10 parâmetro adimensional baseado nas características espectrais tais como a frequência básica, a intensidade, a mediana e a largura do espectro; e a unidade de visualização para demonstrar o estado de estresse que consiste, por exemplo, de um dispositivo que emite luz (6) ou um dispositivo que gera vibrações (7) sendo que o comprimento da onda de luz ou de vibração depende do nível do estado de
15 estresse.