



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

(21) **PI0709725-5 A2**

(22) Data de Depósito: 27/03/2007  
(43) Data da Publicação: 26/07/2011  
(RPI 2116)



\* B R P I 0 7 0 9 7 2 5 A 2 \*

(51) *Int.Cl.:*  
A61B 3/024 2006.01  
A61B 3/06 2006.01

(54) Título: **MÉTODO E APARELHO PARA DETECTAR A DEGRADAÇÃO DO DESEMPENHO VISUAL**

(30) Prioridade Unionista: 03/04/2006 GB 0606680.7

(73) Titular(es): University College Cardiff Consultants Limited

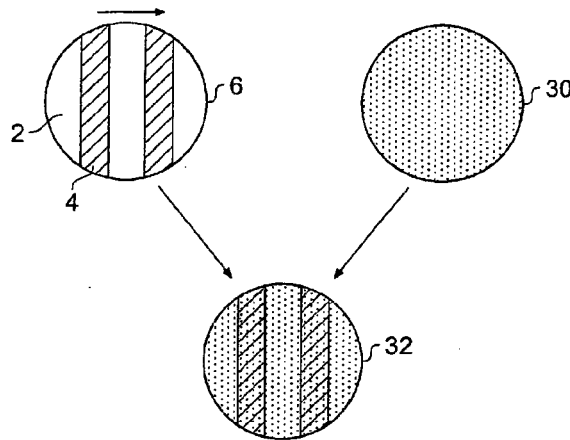
(72) Inventor(es): John Millngton Wild, Rishi Rattan

(74) Procurador(es): Nellie Anne Daniel Shores

(86) Pedido Internacional: PCT GB2007001093 de 27/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/113484 de 11/10/2007

(57) **Resumo:** MÉTODO E APARELHO PARA DETECTAR A DEGRADAÇÃO DO DESEMPENHO VISUAL Um aparelho para caracterizar a resposta visual de um indivíduo, compreendendo um processador de dados, um vídeo e um dispositivo de saída, em que o processador de dados é arranjado para apresentar imagens de avaliação em diferentes posições no vídeo de tal modo que elas ocorrem em posições diferentes dentro do campo de visão do indivíduo, e em que cada imagem de avaliação compreende uma contribuição de ao menos dois itens selecionados de uma lista compreendendo: uma imagem de fundo, uma imagem de teste, e uma imagem de ruído, e em que o processador de dados é responsivo ao dispositivo de entrada de tal modo que o indivíduo pode indicar se ele pode ver a imagem de teste na imagem de avaliação, e o processador de dados é arranjado adicionalmente para avaliar as respostas do indivíduo de modo a fornecer uma indicação de um ou mais entre: eficiência visual, sensibilidade visual e ruído interno como uma função da posição dentro do campo de visão do indivíduo.





“MÉTODO E APARELHO PARA DETECTAR A DEGRADAÇÃO DO DESEMPENHO VISUAL”

### CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção se refere a um método e aparelho para detectar a degradação da resposta visual de uma pessoa.

### ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Células dentro da retina podem ser caracterizadas em termos que são usados pelos engenheiros para medir o desempenho dos detectores. Desse modo, células ou regiões na retina podem ser investigadas para se determinar a sua sensibilidade, por exemplo, para 10 identificar um padrão de contraste, e também para determinar seu ruído interno e eficiência.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção é provido um aparelho para caracterizar uma resposta visual do indivíduo, compreendendo um processador de dados, um vídeo e um dispositivo de entrada, em que o processador de dados é arranjado para 15 apresentar imagens de avaliação em diferentes posições no vídeo de tal modo que elas ocorrem em posições diferentes dentro do campo de visão do indivíduo, e em que cada imagem de avaliação compreende uma contribuição de ao menos dois itens selecionados de uma lista compreendendo:

- 20 uma imagem de fundo
- uma imagem de teste, e
- uma imagem de ruído,

e em que o processador de dados é responsivo ao dispositivo de entrada de tal modo que o indivíduo pode indicar se ele pode ver a imagem de teste na imagem de avaliação, e o processador de dados é arranjado adicionalmente para avaliar as respostas do indivíduo de modo a fornecer uma indicação de um ou mais entre: eficiência visual, ruído interno e sensibilidade visual como uma função da posição dentro do campo de visão do indivíduo. 25

Vantajosamente o aparelho é operável para caracterizar a sensibilidade do olho em duas fases. Em uma primeira fase é provida uma série de imagens da primeira fase a qual 30 compreende a imagem de fundo e contribuições variadas a partir da imagem de teste. Desse modo, a intensidade da imagem de teste pode ser variada para se determinar o limite na diferença de intensidade que o indivíduo é capaz de determinar como uma função da posição dentro do campo de visão.

Em uma segunda fase ruído a partir da imagem de ruído é introduzido em combinação com a imagem de teste e a imagem de fundo. 35

Desse modo, em uma modalidade da invenção, é fornecido um aparelho para testar a resposta visual o qual compreende:

um dispositivo de apresentação de teste para apresentar uma primeira imagem de teste a um usuário em diferentes posições dentro do campo de visão do usuário e registrar a resposta do usuário, e adicionar ruído à primeira imagem de teste ou a uma imagem de teste adicional para criar uma segunda imagem de teste e para apresentar a mesma ao usuário em diferentes posições com o campo de visão do usuário e registrar a resposta do usuário;

e um processador de dados adaptado para processar as respostas do usuário em resposta a primeira e segunda imagens de teste para prover medições de um ou mais entre: sensibilidade visual, ruído interno e eficiência visual, cada um deles como uma função da posição dentro do campo de visão do usuário.

A primeira imagem de teste pode ser uma imagem substancialmente uniforme tendo uma intensidade e/ou cor que combina com a intensidade média e/ou cor da segunda imagem de teste. A primeira imagem de teste pode incluir um primeiro padrão de teste.

Preferivelmente o primeiro padrão de teste é selecionado para testar a capacidade de um usuário em determinar contrastes em intensidade e/ou cor. O primeiro padrão de teste pode compreender alternar regiões de cor ou intensidade. O padrão pode ser distinto do plano de fundo ou pode ser provido mediante ajuste de um pano de fundo dentro do campo de visão para um usuário escolher a intensidade e cor e, então, impor uma mudança na intensidade e cor em uma região de teste e monitorar a resposta do indivíduo àquela mudança.

Vantajosamente o primeiro padrão de teste tem uma gradação suave entre seções mais claras e seções mais escuras dentro do padrão, ou uma gradação suave entre uma primeira cor e uma segunda cor, e retornando outra vez. Preferivelmente, o padrão tem uma direção de movimento imposta a ele. Vantajosamente o padrão pode ter duas ou mais direções de movimento, e o usuário deve indicar qual direção de movimento tem o padrão.

Vantajosamente o dispositivo de apresentação de teste inclui um dispositivo de entrada de usuário, tal como um teclado ou joystick e um registrador de tempo para monitorar o tempo entre a apresentação do padrão de teste ao usuário e o usuário realizando uma entrada para indicar qual direção de movimento foi aplicada ao primeiro padrão de teste ou se o padrão de teste existe naquele momento. O primeiro dispositivo de apresentação de teste pode ser arranjado para reduzir o contraste no primeiro padrão de teste cada vez que o usuário identificar corretamente o movimento do padrão dentro de um tempo predeterminado, e para aumentar a intensidade no primeiro padrão de teste quando o usuário falhar em identificar a direção de movimento dentro de um tempo predeterminado ou identificar incorretamente a direção de um movimento.

Vantajosamente o padrão de teste é apresentado em uma forma espacialmente limitado de modo a testar a resposta do usuário em diferentes posições dentro de seu campo

de visão e a resposta para cada posição é monitorada individualmente de tal modo que o nível de contraste apresentado ao usuário à medida que o teste progride, varia com a posição no campo de visão do usuário de acordo com a capacidade do usuário em determinar o padrão.

5           Após realizar o primeiro teste para caracterizar a sensibilidade de um usuário dentro de várias regiões de seu campo de visão, como uma função da posição dentro de seu campo de visão, o segundo teste é iniciado no qual ruído aleatório ou pseudo-aleatório é sobreposto a um padrão de teste, preferivelmente o primeiro padrão de teste, e os testes são repetidos. O ruído mascara o padrão de teste. O teste pode ser realizado com intensidades variáveis do padrão de teste e intensidades variáveis de ruído. Os testes são, como  
10           anteriormente, limitados em sua extensão espacial no campo de visão do usuário e apresentados a diferentes regiões do campo de visão do usuário de modo a caracterizar a sua resposta visual. Vantajosamente, embora não necessariamente, a relação de sinal para ruído pode ser mantida em um valor predeterminado durante o teste. Uma relação constante de  
15           sinal para ruído poderia ser mantida mediante uso de intensidades de ruído que reduzem a sensibilidade do usuário ao sinal de teste por um fator de três ou mais.

          Em uma modalidade alternativa da invenção pode ser mostrada ao usuário uma seqüência de imagens e ser solicitado que ele identifique as imagens que contêm o padrão de teste ou a imagem de teste. Em geral, a um usuário são apresentados pares de imagens,  
20           isto é, a primeira imagem de teste e a segunda imagem de teste (embora em uma ordem aleatória). Uma das imagens tem a imagem de teste ou padrão na mesma – opcionalmente com ruído sobreposto – ao passo que a outra das imagens não inclui a imagem de teste ou padrão, mas pode incluir o ruído. O usuário, então, tem que distinguir entre as imagens para  
25           indicar qual incluiu a imagem de teste ou padrão. Isso é feito simplesmente mediante indicação de se ele pensa que o padrão de teste está na primeira imagem do par de imagens ou na segunda imagem do par de imagens.

          Quando o primeiro e o segundo teste são concluídos, o processador de dados analisa os resultados para obter medições de sensibilidade, ruído interno e eficiência como a função da posição dentro do campo de visão de um usuário.

30           Até o presente testes procurando determinar a eficiência visual apresentaram padrões de teste apenas para uma única região ou, alternativamente, para a totalidade do campo de visão de um usuário. Isso significa que tais testes não tiveram a capacidade de determinar a degradação de partes do campo de visão de um usuário. Esses testes também envolveram múltiplas medidas, demoradas, que podem confundir ou degradar as respostas  
35           de usuários mais idosos e outros com o risco de sofrer de uma variedade de doenças relacionadas aos olhos.

          Além disso, tais testes da técnica anterior tinham que usar dispositivos de exposi-

ção calibrados para obter resultados significativos. Embora a presente invenção se beneficie por ser realizada em um dispositivo de exposição calibrado, ela também pode, de forma útil, ser implementada utilizando vídeos não-calibrados, por exemplo, conforme poderiam ser encontrados no computador pessoal residencial ou de trabalho do usuário. Embora o uso de um modo não-calibrado signifique que a sensibilidade; desempenho de cor e condições de iluminação ambiente, não podem ser avaliadas, o teste pode ainda ser usado para determinar se algumas porções da resposta visual de um usuário se degradaram com relação às outras porções. Isso em si pode ser suficiente para permitir que um aviso seja dado ao usuário para alertá-lo a procurar um exame realizado por um profissional qualificado.

10 Também se espera que certas doenças serão caracterizadas pelas degradações de desempenho que acompanham um padrão espacial específico e que esses padrões podem ser detectados como um meio auxiliar para o diagnóstico da causa subjacente da degradação visual.

15 De acordo com um segundo aspecto da invenção é provido um método de caracterizar a resposta visual de um indivíduo, compreendendo

apresentar uma pluralidade de imagens de avaliação em diferentes posições dentro do campo de visão de um indivíduo, em que cada imagem compreende uma contribuição de ao menos dois itens selecionados de uma lista compreendendo:

20 i)uma imagem de fundo;

ii)uma imagem de teste, e

iii)uma imagem de ruído

e receber uma indicação a partir de um indivíduo em relação a se ele pode ver a imagem de teste dentro da imagem de avaliação,

25 e processar a resposta do indivíduo às imagens de avaliação de modo a avaliar ao menos um item selecionado de uma lista compreendendo sensibilidade visual, ruído interno e eficiência visual, cada um como uma função da posição dentro do campo de visão do indivíduo.

De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção é provido um método de testar a resposta visual de um indivíduo, compreendendo:

30 realizar um primeiro teste no qual um primeiro padrão de teste é apresentado a um usuário em diferentes posições dentro do seu campo de visão e com diferentes intensidades e a resposta do usuário é registrada;

35 realizar um segundo teste no qual um segundo padrão de teste compreendendo ruído sobreposto ao primeiro padrão de teste é apresentado a um usuário em diferentes porções dentro de seu campo de visão e com diferentes intensidades e a resposta do usuário é registrada; e

analisar as respostas do primeiro e segundo teste para determinar as medições da

eficiência visual de um usuário e ruído interno como uma função da posição dentro de seu campo de visão.

De acordo com um quarto aspecto da presente invenção é provido um produto de programa de computador para fazer com que um processador de dados realize o método de acordo com o segundo ou terceiro aspecto.

#### DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A presente invenção será descrita adicionalmente, apenas como exemplo, com referência às figuras anexas, nos quais:

As Figuras 1a a 1c ilustram esquematicamente uma primeira imagem de teste a ser apresentada a um usuário;

A Figura 2 ilustra esquematicamente a apresentação dos primeiros padrões de teste para vários locais dentro do campo de visão do usuário;

A Figura 3 ilustra esquematicamente a modificação do primeiro padrão de teste para formar o segundo padrão de teste;

A Figura 4 ilustra esquematicamente como os resultados do primeiro e segundo teste podem ser usados para caracterizar a resposta visual de um usuário;

A Figura 5 ilustra esquematicamente um aparelho para realizar a invenção;

A Figura 6a compara uma grade de teste de campo de visão da presente invenção com uma grade de estímulos de "ponto de luz" da técnica anterior mostrada na Figura 6b;

A Figura 7 mostra resultados exemplares a partir de três indivíduos; e

A Figura 8 mostra medições de ruído interno a partir de três indivíduos usando a presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DE MODALIDADES PREFERIDAS DA PRESENTE INVENÇÃO

É razoável esperar que cada célula dentro do olho humano tenha um limite para sua sensibilidade. Isso corresponde à nossa experiência de achar difícil enxergar no escuro. Também pode ser esperado, ao considerar o sistema visual humano do ponto de vista da engenharia, que as células geram ruído interno. Supõe-se que células que estão começando a sofrer dano, por exemplo, devido ao glaucoma, começam a trabalhar com mais dificuldade para manter o seu desempenho, e caso se pretenda permanecer vivo, e que esse trabalho adicional realizado pelas células resulta em uma degradação adicional de sua performance de ruído. Portanto, espera-se que o início de alguns estados de saúde que resultam na degradação da performance visual poderia ser detectado mediante medição da eficiência e de ruído interno dentro de uma célula e que o valor de ruído pode permitir que uma doença seja identificada antes do usuário experimentar qualquer degradação perceptível em seu desempenho visual. Isso é particularmente importante com algumas doenças, tal como glaucoma, onde os efeitos da doença não podem ser revestidos, porém regimes de tratamento atual permitem que a progressão da doença seja tornada mais lenta, senão interrompida.

A presente invenção procura caracterizar a performance de um olho em diferentes porções do campo de visão de um usuário. Para fazer isso, testes de eficiência e ruído interno são realizados.

5 As Figuras 1a a 1c ilustram esquematicamente um primeiro padrão de teste. O padrão de teste poderia compreender uma imagem de teste estática, por exemplo, conforme mostrado na Figura 1a. Contudo, em uma modalidade da invenção a imagem se desloca como mostrado nas Figuras 1a a 1c. O padrão compreende regiões verticalmente orientadas 2 e 4 de diferente intensidade e/ou corpo. Para facilidade de ilustração as regiões foram traçadas como tendo transições acentuadas em intensidade, mas elas poderiam ter igualmente gradações suavemente variadas em intensidade como, por exemplo, poderia ser expresso por uma função senoidal. As regiões 2 e 4 são limitadas a ficar dentro de uma janela 6 de modo a limitar a extensão do padrão de tal modo que ele apenas subentende uma região relativamente pequena e bem definida do campo de visão do usuário. Embora a janela 6 tenha sido ilustrada como circular, ela não é limitada a ser circular e podem ser usados outros formatos tais como janelas retangulares e quadradas.

15 Durante o teste a janela 6 é apresentada em um primeiro momento e a posição da janela 6 é mantida constante por um período de tempo predeterminado, mas as regiões claras e escuras 2 e 4 dentro da janela 6 são induzidas a se deslocar e modo a estimular um movimento do padrão de teste. Nos exemplos mostrados nas Figuras 1a a 1c, cada região nas Figuras 1b e 1c se deslocou ligeiramente para a direita da posição correspondente para aquela região nas figuras precedentes e, portanto, esse padrão tende a se mover para a direita. À medida que a região se move para o lado direito da janela 6 uma nova região é introduzida à esquerda desse modo garantindo que o padrão se torna recompletado. Durante o teste, cada vez que o padrão é apresentado dentro de uma janela uma escolha aleatória é feita pelo processador de dados no sentido de se o padrão se deslocará para a direita ou para a esquerda. O padrão pode ser orientado em qualquer direção e preferivelmente sua direção de deslocamento é perpendicular à sua direção de orientação.

25 Quando o padrão tiver sido apresentado, o usuário então sinaliza para o processador de dados de que ele identificou a existência do padrão mediante movimento de um dispositivo de entrada tal como um joystick, para a esquerda ou direita (ou outra direção) conforme apropriado para combinar a direção de movimento do padrão. O tempo entre a apresentação da janela e o padrão nesse lugar, e o usuário detectando corretamente o movimento do padrão é medido e registrado. Em uso, o padrão é apresentado em várias posições dentro do campo de visão de um usuário, conforme representado esquematicamente na Figura 2 onde, em uma primeira instância, a janela 6 contendo o padrão é apresentada na posição 10 e a medição feita do tempo de resposta do usuário, e apresentações subsequentes ocorrem nas posições 12, 14, 16, 18 e assim por diante até tal momento quando a

resposta visual do usuário tiver sido suficientemente mapeada para caracterizar a mesma.

A mesma área será submetida a múltiplas apresentações do padrão de teste. Desse modo, supondo que um padrão de teste inicial foi apresentado à área 10 do campo de visão do usuário e que ele corretamente identificou a direção de movimento do padrão de teste em um período de tempo suficientemente curto, então, posteriormente no teste o padrão de teste é reapresentado para a área 10, mas com um contraste entre a região clara 2 e a região escura 4 sendo reduzido de tal modo que ambas as áreas correspondam mais estreitamente a um segundo plano geral que pode ser considerado como uma imagem de fundo apresentada no vídeo em regiões fora da janela 6. Durante a primeira fase do teste, a diferença de intensidade entre as regiões 2 e 4 do padrão de teste se torna reduzida para limitar a capacidade do usuário em distinguir o padrão.

O teste segue então para uma segunda fase na qual, conforme ilustrado esquematicamente na Figura 3, uma máscara de ruído aleatório 30 é adicionada à janela de teste 6 contendo as bandas alternadas 2 e 4 de modo a gerar um padrão de teste ruidoso 32. Alternativamente o ruído pode ser adicionado à totalidade da imagem mostrada no vídeo. Esse padrão de teste ruidoso é então apresentado ao usuário, repetindo os testes conforme realizados na primeira parte do procedimento de teste, de tal modo que o usuário tenha que distinguir a direção de movimento das faixas alternadas dentro do padrão de teste ruidoso e o padrão de teste ruidoso é apresentado dentro de uma janela 6 em várias posições dentro do campo de visão do usuário. Como anteriormente, se um usuário corretamente supõe a direção de movimento, então a diferença de intensidade entre as faixas direita e esquerda é reduzida. O operador de teste nove pode determinar se a potência do ruído do padrão de ruído permanece constante ao longo do teste ou se ela varia como uma função da diferença de intensidade entre as faixas clara e escura, 2 e 4, respectivamente, de tal modo que a relação de sinal para ruído no padrão de teste permanece constante.

Após conclusão da primeira e segunda seqüência de testes, os resultados dos testes são, então, analisados na base de área por área dentro do campo de visão de um usuário de tal modo que, por exemplo, uma região 10 do primeiro resultado de teste correspondendo àquela região é recuperada a partir da memória do computador, e um segundo resultado de teste correspondendo àquela região também é recuperado e então os resultados são analisados.

A Figura 4 ilustra esquematicamente, para uma determinada região, o limite de intensidade padrão que um usuário poderia distinguir traçado com relação à potência da máscara de ruído sobreposta ao padrão de teste. Desse modo, quando nenhum ruído foi adicionado (correspondendo ao primeiro teste) um usuário pode distinguir entre as barras em uma intensidade de padrão designada 40. À medida que a potência do ruído é aumentada, então a intensidade padrão (isto é, a diferença em intensidade entre as faixas clara e escura) tam-

bém precisa ser aumentada antes do usuário poder distinguir a mesma. Resultados no primeiro, segundo e terceiro nível de ruído designados 42, 44 e 46 são mostrados na Figura 4. Quatro medições individuais de ruído são mostradas na Figura 4, embora na prática se espere que duas sejam preferidas, para encurtar o tempo, evitando-se assim que o indivíduo se torne entediado. Assim, se existirem apenas, por exemplo, as medições 42 e 46, então a linha 48 unindo os pontos de medição deve ser supostamente uma linha reta e, portanto, pode ser caracterizada apenas em termos de seu gradiente e de seu ponto de interceptação dentro do eixo X. Utilizando apenas essas medições se pode permitir que o teste seja apresentado em qualquer sistema não-calibrado. Os erros de um sistema não-calibrado alterariam a máscara de ruído e o padrão igualmente, deixando a relação de sinal/ruído resultante não afetada. Avaliar dois pontos isoladamente torna o teste mais aplicável às pessoas mais velhas e outras que correm o risco de doença relacionada aos olhos. A primeira medição se refere à intensidade moderada de ruído que reduz a sensibilidade do usuário por um fator de substancialmente três. Esse tipo de ruído pode consistir em uma variedade de níveis de luminância; vistos como diversas tonalidades de cinza (isso é denominado ruído Gaussiano). A segunda medição envolve uma máscara de ruído muito mais forte, a qual reduz a sensibilidade do usuário por um fator de ao menos nove. Esse tipo de ruído consiste em dois níveis distintos de luminância; vistos como preto e branco (ele é denominado ruído Binário). As intensidades de ruído correspondentes são significativamente diferentes, de tal modo que as duas medições estão bem afastadas no eixo X, desse modo garantindo uma inclinação mais exata com apenas dois pontos de referência. Se a inclinação for extrapolada para a esquerda do eixo Y, seu ponto de interceptação no eixo X representa uma medição do ruído intrínseco (interno) dentro do sistema visual do usuário ao passo que o gradiente do gráfico é um indicador da eficiência do sistema visual do usuário. Em geral, a eficiência do usuário é o inverso do gradiente do gráfico mostrado na Figura 4.

Essa análise é repetida para as medições de teste de modo a elaborar um "mapa" mostrando ambos, o ruído interno e a eficiência visual como uma função da posição dentro do campo de visão do usuário.

A Figura 5 é um diagrama ilustrando esquematicamente um aparelho constituindo uma modalidade da presente invenção. O aparelho compreende um processador de dados 60 em comunicação com um cartão gráfico 62 o qual por sua vez controla um dispositivo de vídeo 64, por exemplo, a um vídeo LCD.

O processador de dados 60 também está em comunicação com um dispositivo de entrada 66, tal como um joystick por intermédio de um cartão de interface adequada 68. Uma memória compreendendo um ou mais de armazenamento volátil de curto prazo e armazenamento não-volátil de longo prazo também está em comunicação com o processador de dados 60 e é designada 70. Em uso, o processador de dados 60 recupera as instruções

a partir da memória 70 para fazer com que ela apresente o primeiro padrão de teste a várias porções da tela de vídeo 64 e para registrar os movimentos do joystick 66 pelo usuário como uma resposta. Durante o teste o usuário deve ter um único ponto de fixação e, portanto, o processador de dados 60 também faz com que um alvo 72 seja exibido. O usuário deve  
5 manter o seu olhar fixo no alvo 72 durante o teste. Após conclusão do primeiro estágio do teste, o processador de dados adiciona a máscara de ruído e começa a segunda fase do teste outra vez fazendo com que os padrões de teste sejam exibidos em várias regiões do vídeo 64 e registrando resposta do usuário. Quando os testes tiverem sido concluídos, o processador de dados então é adaptado para comparar os resultados de teste para derivar,  
10 e armazenar e/ou produzir representações numéricas ou gráficas dos valores de ruído interno do usuário e medições de eficiência como uma função da posição dentro de seu campo de visão.

O processador de dados também pode ser arranjado para realizar análise de região ou contorno para identificar regiões tendo níveis similares de desempenho, isto é, nível de  
15 ruído ou eficiência para identificar padrões de desempenho dentro da resposta do usuário. Esses padrões podem ser então comparados com um banco de dados para determinar se os padrões estão correlacionados a qualquer padrão dentro do banco de dados que sejam indicativos de um estado de saúde ou doença.

Cada um dos olhos do usuário é testado individualmente.

20 Até aqui, o teste tem sido descrito como ocorrendo em duas fases distintas, o que pode ser considerado como caracterização da habilidade de um usuário em ver a imagem de teste/padrão na ausência de ruído em uma primeira fase e, então, uma segunda fase na qual o ruído é adicionado ao padrão de teste e o usuário outra vez tem que indicar se ele pode ver o padrão de teste. Uma validação da resposta do usuário é provida pelo fato de  
25 que ele precisa identificar a direção de movimento dentro do padrão.

Essas fases distintas, fase 1 e fase 2, foram apresentadas em diferentes períodos de tempo.

Pode ser considerado que essas partes diferentes do teste na realidade não precisam ser separadas em tempo e que o computador pode apresentar o teste correspondendo  
30 à fase 1 e à fase 2 em uma seqüência mista para o usuário.

Em uma segunda modalidade da invenção o processador de dados apresenta anteriormente uma seqüência de imagens de avaliação ao usuário. Cada imagem de avaliação é constituída de vários componentes de imagem.

O primeiro componente é uma imagem de fundo, a qual geralmente é uma cor uniforme que preenche o vídeo inteiro e forma um segundo plano. A essa imagem de fundo  
35 uma ou ambas de uma imagem de teste e uma imagem de ruído pode ser adicionada.

A imagem de teste para simplicidade pode ser uma grade de barras claras e escu-

ras alternadas, as quais podem mudar ou subitamente ou suavemente uma com a outra.

A imagem de teste é enquadrada em uma janela e pode ser combinada com a imagem de fundo de modo a operar a imagem de fundo apenas na região encerrada pela janela. Como anteriormente, a intensidade da imagem de teste é variável de modo que a perturbação que ela causa na imagem de fundo dentro da janela também é variável. A janela pode ser substituída em qualquer uma de uma pluralidade de localizações no vídeo. O vídeo é posicionado com relação ao usuário, por exemplo, utilizando um apoio para o queixo ou outra restrição para a cabeça, de tal modo que a posição de uma janela no vídeo pode ser mapeada para uma posição dentro do campo de visão do usuário.

A Figura 6 ilustra um mapa das posições onde as janelas 6 são colocadas dentro do campo de visão de um usuário. Uma câmera (não mostrada) pode ser usada para rastrear a direção de olhar fixo do usuário para garantir que ele esteja olhando para a direção correta durante o teste, e para descartar os resultados obtidos quando o usuário não estiver olhando na direção correta. Pode ser visto que as posições da janela foram escolhidas para coincidir com as localizações de estímulos de "ponto de luz" discretas da técnica anterior e mostradas na Figura 6b.

Ruído também pode ser adicionado à imagem de fundo ou à combinação da imagem de fundo e imagem de teste. Pares de imagens são então apresentados em sucessão onde nenhuma das imagens de avaliação contém uma imagem de teste, apenas uma delas (seja a primeira imagem ou a segunda imagem) contém a imagem de teste, ou ambas contêm. As intensidades relativas da imagem de teste e da imagem de ruído podem variar dentro de cada par de imagens, e entre pares de imagens. Desse modo é possível fazer múltiplas leituras em uma determinada posição dentro do campo de visão de um usuário para qualificar o limite de intensidade de padrão versus intensidade de ruído para aquela posição (isto é, conforme mostrado na Figura 4) de modo a determinar a eficiência visual e ruído interno.

A Figura 7 mostra um gráfico da eficiência visual (o gradiente na Figura 4) para um número de locais dentro de um campo de visão para três indivíduos de teste. Os resultados nas regiões 80 e 82 foram obtidos a partir de indivíduos sofrendo de glaucoma. Os resultados na região 84 são provenientes de um indivíduo saudável. A catenária vertical 86 separa os valores dB anormais de acordo com índices de probabilidade convencionais.

A Figura 8 mostra resultados de estimativa de ruído para os mesmos indivíduos. Aqui a região 80' designa os resultados obtidos a partir de uma pessoa com glaucoma e designado 80 na Figura 7. Similarmente, o resultado único 82' é proveniente da mesma pessoa como os resultados designados 82 na Figura 7. Apenas um resultado foi medido para esse indivíduo devido à extensão do dano glaucomatoso.

Pode ser visto que o valor de ruído interno cai com sensibilidade aperfeiçoada. Isso

é indicativo de glaucoma.

Dois pontos na região 80 foram cancelados uma vez que se descobriu que um ponto (-10,8) estava circundado por regiões de alta sensibilidade o que pode causar uma redução aparente no ruído interno medido, enquanto que o outro ponto (-14,8) mostra ruído interno elevado, porém foi considerado em testes convencionais como circundado por áreas de pouca sensibilidade.

Desse modo é possível prover um teste sensível, ainda assim robusto, para detectar a degradação do sistema visual de uma pessoa.

## REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para caracterizar a resposta visual de um indivíduo, **CARACTERIZADO** por compreender um processador de dados, um vídeo e um dispositivo de entrada, em que o processador de dados é arranjado para apresentar imagens de avaliação em diferentes posições no vídeo de tal modo que elas ocorrem em posições diferentes dentro do campo de visão do indivíduo, e em que cada imagem de avaliação compreende uma contribuição de ao menos dois itens selecionados de uma lista compreendendo:

uma imagem de fundo

uma imagem de teste, e

10 uma imagem de ruído,

e em que o processador de dados é responsivo ao dispositivo de entrada de tal modo que o indivíduo pode indicar se ele pode ver a imagem de teste na imagem de avaliação, e o processador de dados é arranjado adicionalmente para avaliar as respostas do indivíduo de modo a fornecer uma indicação de uma ou mais entre eficiência visual, ruído interno e sensibilidade visual como uma função da posição dentro do campo de visão do indivíduo.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador de dados é arranjado para apresentar a imagem de fundo e contribuições variadas da imagem de teste a um usuário de modo a avaliar o limite da habilidade do usuário em identificar a imagem de teste como uma função da posição.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador de dados é arranjado para adicionar ruído à imagem de teste, para avaliar o limite da habilidade do usuário em identificar a imagem de teste na presença de ruído como uma função da posição.

25 4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador de dados varia a potência de ruído de modo a caracterizar, como uma função da posição dentro do campo de visão do usuário, a habilidade do usuário em identificar uma imagem de teste na presença de ruído.

30 5. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que para uma determinada posição em um campo de visão do usuário, o processador de dados é arranjado para analisar a resposta do usuário de intensidade de imagem de teste mínima versus ruído para determinar a sensibilidade visual naquela posição.

35 6. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que para uma determinada posição no campo de visão de um usuário o processador de dados é arranjado para analisar a resposta do usuário de intensidade de imagem de teste discernível mínima versus ruído para estimar um valor de

ruído naquela posição.

7. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador de dados é arranjado para emitir os valores de sensibilidade visual, eficiência ou ruído interno como um gráfico ou um mapa.

5 8. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador de dados é arranjado para examinar o desempenho visual como uma função da posição dentro do campo de visão de um usuário para procurar tendências indicativas de doença, e emitir seus resultados.

10 9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o aparelho é arranjado para apresentar uma primeira imagem de teste a um usuário em diferentes posições dentro do campo de visão de um usuário e registrar uma resposta do usuário; adicionar ruído à primeira imagem de teste ou uma imagem de teste adicional para criar uma segunda imagem de teste e para apresentar a mesma ao campo de visão de um usuário e registrar a resposta do usuário; e então processar a resposta do usuário para a primeira e segunda imagem de teste.

15 10. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a imagem de teste compreende faixas alternadas de intensidades diferentes.

20 11. Método de caracterizar a resposta visual de um indivíduo, **CARACTERIZADO** por compreender

apresentar uma pluralidade de imagens de avaliação em diferentes posições dentro do campo de visão de um indivíduo, em que cada imagem compreende uma contribuição de ao menos dois itens selecionados de uma lista compreendendo:

- 25 i) uma imagem de fundo;  
ii) uma imagem de teste, e  
iii) uma imagem de ruído

e receber uma indicação a partir de um indivíduo em relação a se ele pode ver a imagem de teste dentro da imagem de avaliação

30 e processar a resposta do indivíduo às imagens de avaliação de modo a avaliar ao menos um item selecionado de uma lista compreendendo sensibilidade visual, ruído interno e eficiência visual, cada uma como uma função da posição dentro do campo de visão do indivíduo.

35 12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma imagem de teste é apresentada em intensidades variadas e posições variadas dentro do campo de visão de um indivíduo de modo a avaliar o limite da habilidade do indivíduo em identificar a imagem de teste como uma função da posição.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que

a imagem de teste é combinada com a imagem de fundo, e a imagem de fundo define um segundo plano.

14. Método, de acordo com a reivindicação 12, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o ruído é acrescentado adicionalmente à imagem de teste para avaliar o limite da habilidade do indivíduo em identificar a imagem de teste na presença de ruído como uma função da posição.

15. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o ruído é adicionado à imagem de fundo.

16. Método, de acordo com a reivindicação 14 ou 15, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a potência do ruído é variada.

17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 16, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que é realizada uma análise de uma intensidade de imagem de teste perceptível mínima versus intensidade de ruído de um usuário como uma função da posição no campo de visão do usuário, para determinar a sensibilidade visual como uma função da posição.

18. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 17, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que é realizada uma análise, como uma função da posição, da intensidade de imagem de teste mínima perceptível versus ruído era avaliar o ruído como uma função da posição.

19. Método de testar a resposta visual de um indivíduo **CHARACTERIZADO** por compreender:

realizar um primeiro teste no qual um primeiro padrão de teste é apresentado a um indivíduo em diferentes posições dentro de seu campo de visão e com diferentes intensidades, e registrar a resposta do indivíduo;

realizar um segundo teste no qual um segundo padrão de teste compreendendo ruído acrescentado ao primeiro padrão de teste ou um seu equivalente é apresentado a um indivíduo em diferentes posições dentro do seu campo de visão e com diferentes intensidades de ruído ou diferentes intensidades do primeiro padrão de teste e registrando a resposta do indivíduo, e analisando as respostas para determinar medições da eficiência visual do indivíduo e ruído interno como uma função da posição dentro de seu campo de visão.

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a resposta do usuário é uma indicação por parte do usuário de que ele pode ver o primeiro padrão de teste.

21. Método, de acordo com a reivindicação 19 ou 20, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro padrão de teste compreende alternar regiões de diferentes intensidades.

22. Programa de computador **CHARACTERIZADO** por fazer com que um computador programável realize o método da reivindicação 11.

23. Programa de computador **CARACTERIZADO** por fazer com que um computador programável realize o método da reivindicação 19.

Fig. 1A

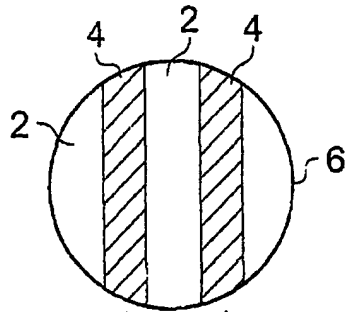


Fig. 1B

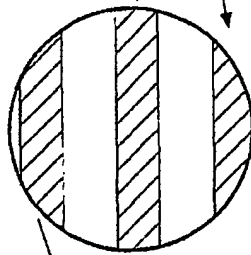
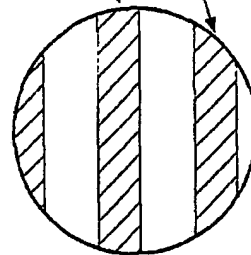
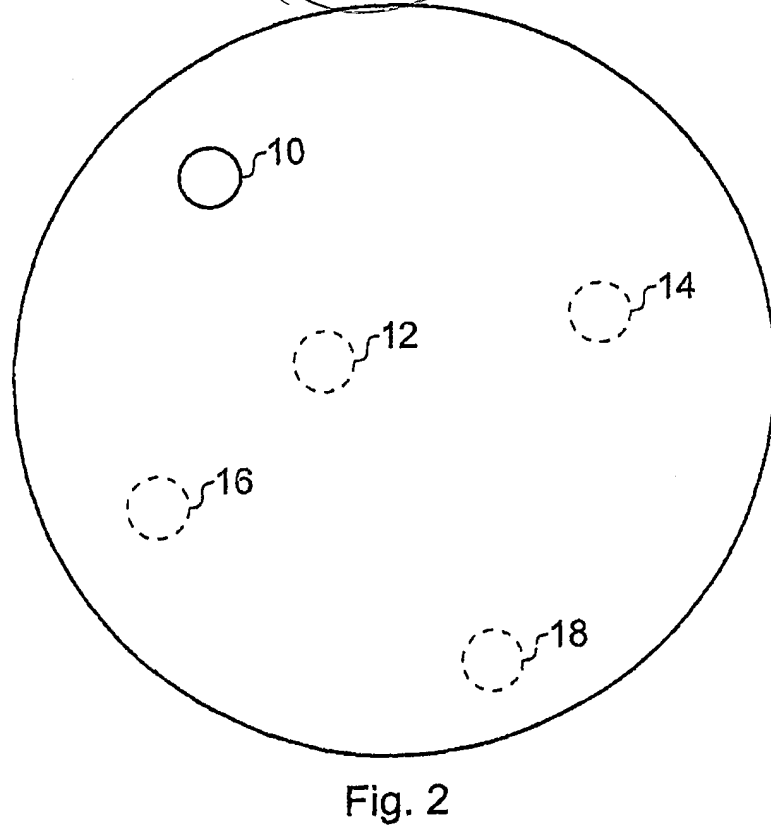
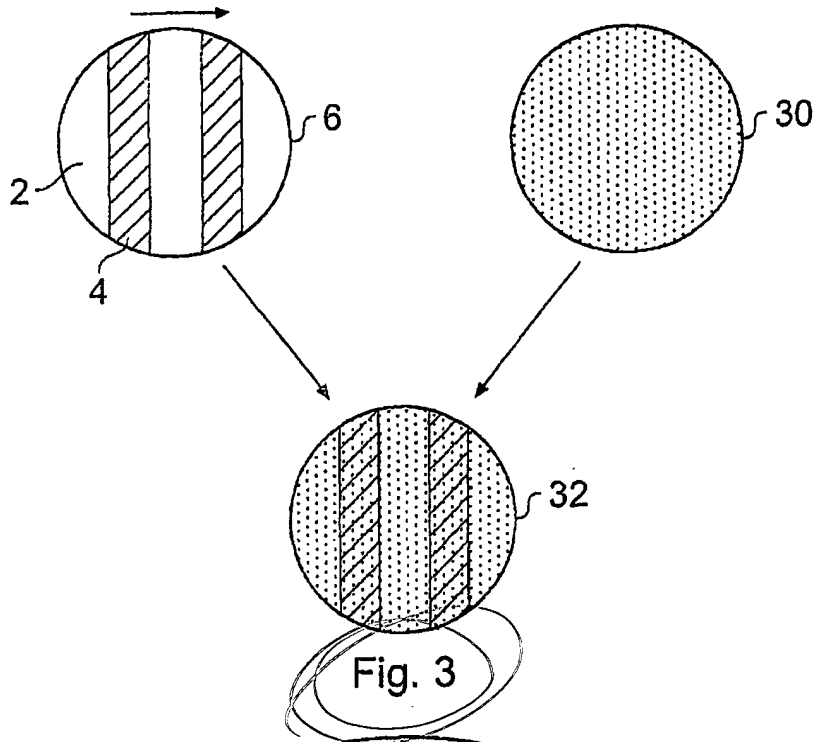


Fig. 1C





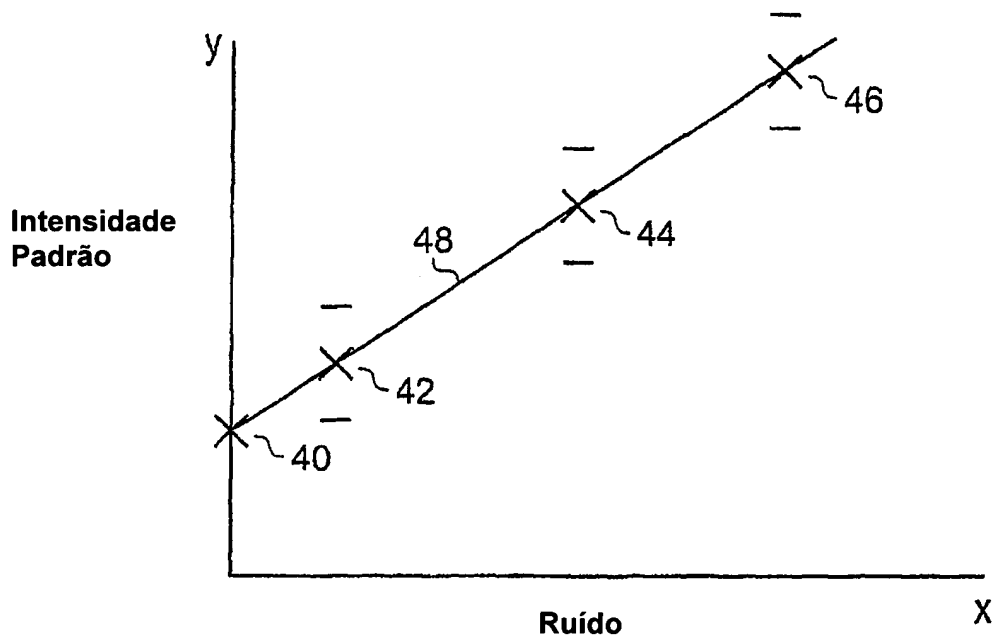


Fig. 4

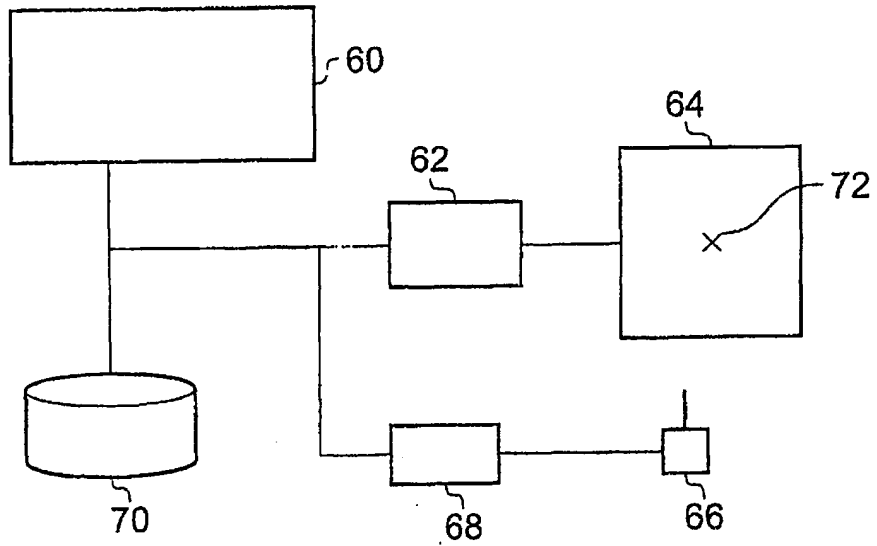


Fig. 5



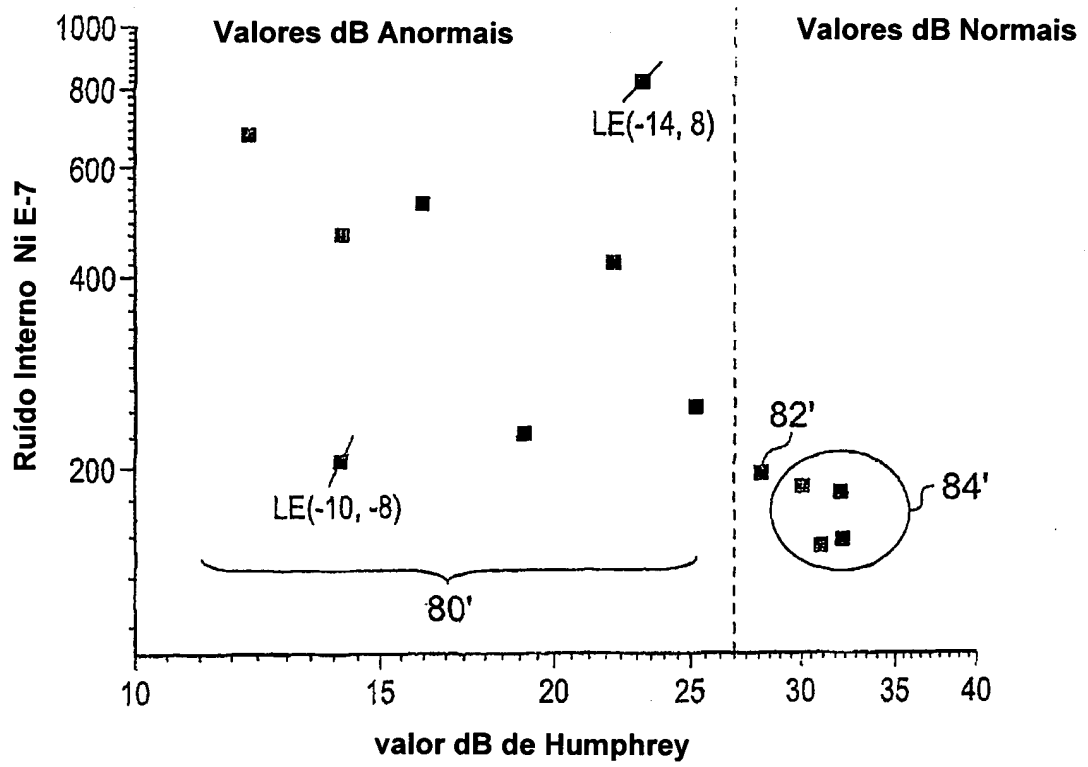


Fig. 8

RESUMO

"MÉTODO E APARELHO PARA DETECTAR A DEGRADAÇÃO DO DESEMPENHO VISUAL"

Um aparelho para caracterizar a resposta visual de um indivíduo, compreendendo  
5 um processador de dados, um vídeo e um dispositivo de saída, em que o processador de  
dados é arranjado para apresentar imagens de avaliação em diferentes posições no vídeo  
de tal modo que elas ocorrem em posições diferentes dentro do campo de visão do indivi-  
duo, e em que cada imagem de avaliação compreende uma contribuição de ao menos dois  
10 itens selecionados de uma lista compreendendo: uma imagem de fundo, uma imagem de  
teste, e uma imagem de ruído, e em que o processador de dados é responsivo ao dispositi-  
vo de entrada de tal modo que o indivíduo pode indicar se ele pode ver a imagem de teste  
na imagem de avaliação, e o processador de dados é arranjado adicionalmente para avaliar  
as respostas do indivíduo de modo a fornecer uma indicação de um ou mais entre: eficiência  
visual, sensibilidade visual e ruído interno como uma função da posição dentro do campo de  
15 visão do indivíduo.