

Período: Primeiro semestre de 2013.

Aluno: Cassemiro Ferreira da Silva Júnior

E-mail: c078976 x dac.unicamp.br

Orientador: Prof. Jaime Frejlich.

<http://portal.ifi.unicamp.br/pessoas/corpo-docente/240-214>

Coordenador: Prof. José Joaquín Lunazzi

Tema: Ilusão de ótica por relevo invertido com uma Máscara.

Relatório Final



Cassemiro Ferreira

Versão do dia 11 de julho de 2013

1-1 Ilusões Ópticas: Imagens em relevo normal e invertido

Neste projeto mostraremos como a mente humana interpreta imagens em função do conhecimento acumulado. Para isso usaremos uma representação em relevo normal e outra em relevo invertido, de preferência do mesmo objeto, por ex. um rosto humano. O nosso cérebro está habituado a observar e interpretar objetos em relevo normal. Quando ele se defronta com uma imagem em relevo invertido e se movimenta na sua frente, a evolução da paralaxe (variação de perspectivas) é interpretada pela nossa experiência com objetos comuns e surgem diferenças conflitivas. Assim temos a sensação de que a imagem se movimenta, acompanhando a nossa translação à sua frente, como se ela estivesse animada e nos ficasse encarando.

Uma máscara possui o relevo normal pela frente, e o invertido no interior onde podemos alterar a capacidade de perceber rostos e padrões em nosso cérebro. O trabalho que acontecerá neste semestre consiste na construção de uma máscara com elementos desenhados dentro dela com o objetivo de mostrar o quanto a nossa percepção nos engana, e que o cérebro humano parece não está pronto para resolver exatamente sob qual perspectiva estamos observando a imagem.

A proposta consiste em construir a máscara e manter como um referencial fixo em uma mesa ou parede de tal forma que o observador se movimente em relação ao objeto e faça o seu julgamento a cerca do projeto. O molde será definido conforme a lista de materiais sendo o objetivo fazer de tal maneira que fique claro o fenômeno a percepção de qualquer um, e que seja compreendido que a nossa mente está ajustada para perceber o relevo e normal, entrando em conflito quando pretendemos que o relevo invertido seja percebido da mesma forma.

1-2: Materiais

*Máscara Molde: Utilizaremos uma máscara de carnaval.

*O Material usado será gesso.

*Construiremos uma base de apoio para mesa.

*Detalhes: Cores serão definidas de acordo com o molde e material escolhido. Lápis, marcadores, canetas serão específicos para o acabamento apropriado.

2-1: Ações registradas no diário de bordo.

No dia 22/03/2013 conforme registrado no diário de bordo fiz uma visita ao orientador Jaime para discutirmos acerca do tema a ser abordado no projeto, a princípio pensamos no efeito fotovoltaico, entretanto tal tarefa não permitia muitas possibilidades para construção do aparato já que todas as partes envolvidas no circuito já encontram-se prontas e com o orientador.

Em virtude disso, no dia 25/03/2013 recebi uma outra proposta do orientador que consistia em construir uma máscara em baixo-relevo e mostrar que ao iluminar com um foco de luz intenso, uma pessoa se deslocando em relação a este objeto observa a máscara acompanhando o seu movimento e que tal fato está diretamente ligado a forma como a nossa mente interpreta a projeção das sombras. Tão logo recebi esta ideia encaminhei ao professor Lunazzi que embora tenha aprovado, sugeriu também a confecção de um dragão 3d ao qual é possível observarmos o mesmo fenômeno e no dia 12/04/2013 o projeto teve início.

No dia 17/04/2013 adquirei o Gesso determinando-o como material a ser utilizado e no dia 20/04/2013 a máscara já estava em mãos e realizei então o primeiro teste.

2-2: Testes para a construção da máscara.

Com a definição do material base como gesso e a máscara como sendo uma utilizada em festas de carnaval, fita adesiva e recipiente adequado já estava em posse de todo o material necessário para realizar o primeiro teste. Inicialmente foi utilizada uma pequena medida do gesso para identificar o tempo de secagem e em cerca de 15 minutos a mistura já estava adquirindo uma consistência pastosa. Feito isto, o recipiente foi preparado com um volume de mistura suficiente para imergir completamente o nariz da máscara e assim conseguir a figura em relevo invertido. O primeiro resultado embora não tenha concebido a máscara que será apresentada ao final do semestre, permitiu entender a manipulação do gesso e perceber o fenômeno a partir das fotos do experimento. Aproveitei esta oportunidade para levar as fotos a empresa que trabalho em horário comercial e apresentei a cerca de 10 pessoas, e dentro dessa amostragem 8 pessoas observaram a máscara como relevo normal mesmo depois de saber que o protótipo fora construído em relevo invertido.

3-1: O Registro e andamento do trabalho em fotos.



Figura 1: Teste inicial de manipulação do gesso.



Figura 2: Recipiente do teste inicial e máscara molde.



Figura 3: Preparo do gesso no recipiente adequado. Tentativa de concepção do trabalho.



Figura 4: Máscara imersa no gesso em sua condição pastosa.



Figura 5: Foto 1 do primeiro resultado, o gesso não secou completamente. Para esta foto é possível identificar que a pequenas distâncias observamos o baixo relevo sendo o padrão original enquanto que a grandes distâncias nosso cérebro percebe a figura em alto-relevo.



Figura 6: Foto frontal do resultado final da máscara.



Figura 7: Foto retirada posicionando a esquerda da máscara. É possível observar a construção nos encarando.

4: Dificuldades encontradas.

4-1: Manipulação do Gesso

O material jamais havia sido utilizado em uma outra ocasião e a pouca experiência para a manipulação do mesmo fez com que o tempo de secagem não fosse identificado corretamente. Ao remover a máscara a tentativa resultou em uma perda do projeto e material já que segundo instruções do produto, não pode ser remisturado e deve ser descartado. Para resolução dessa questão conversei com o Costa do Laboratório LF-22 que indicou que o tempo médio de secagem do gesso é de uma semana e por esta razão a tentativa oficial está em andamento para apresentação na data esperada.

4-2: Narinas, olhos e demais orifícios da máscara.

Este detalhe refletiu uma dificuldade para esculpir a figura uma vez que ao imergir a máscara na mistura fatalmente haveria vazamento através destes espaços. Para resolução utilizei fita adesiva para cobrir a boca e narinas, e os olhos foram modelados a mão em intervalos de dez minutos com o dedo indicador. Esta tarefa deve ser feita com cuidado para evitar deslocar a posição original da máscara, danificando assim o resultado final.

4-3: Processo de pintura para efeito da ilusão.

Este processo está atrelado ao sucesso na etapa 1 que é a construção da máscara, e um erro provocará o reinício de tudo. Para evitar problemas, após a secagem do gesso a pintura será feita inicialmente a lápis para demarcar a área que faremos a pintura e assim minimizar o erro.

4-4: Conclusão do projeto e construção final da máscara.

Em virtude das dificuldades foi necessário comprar duas novas marcas diferentes de gesso para confecção do material. Duas novas tentativas foram realizadas para chegar no resultado final e enfim realizamos a pintura. Resultado nas fotos das figuras 6 e 7.

5: Palavras chaves de pesquisa:

1ª Palavra chave:

Ilusão de ótica com máscara em baixo relevo. A referência é o primeiro link:<http://ceticismo.net/2012/08/03/einstein-ilusoes-e-o-qi/>

Trata-se de uma demonstração em um programa de televisão do efeito que pretendo apresentar, entretanto, ao invés do observador mover-se em relação ao objeto é a máscara do Einstein que gira em um eixo imaginário e provoca duas ilusões. Uma consiste em observar a máscara nos encarando confundindo o público a respeito de qual sentido ela está girando, e a outra mostra que observamos a máscara alto-relevo mesmo no momento em que estamos visualizando o baixo-relevo.

Dentro dessa referência existe uma outra cujo o link está abaixo:

<http://ceticismo.net/comportamento/pareidolia-e-o-vale-da-estranheza/> e o objetivo dessa referência é discutir a cerca dos padrões formados e percebidos pelo ser humano e como nossa mente tende a enxergar algo previamente concebido mesmo que esteja diante de um objeto que não remete a tal experiência.

Com a mesma palavra-chave existe mais um link obtido para pesquisa:

<http://hypescience.com/incrivel-ilusao-de-otica/> e o objetivo aqui é observar mais uma demonstração do efeito dessa vez com a figura do Charles Chaplin.

<http://www.perceptionweb.com/fulltext/p36/p5523.pdf>

Artigo Alan Johnston e Harold Hill que serve como norte para entendimento teórico da prática em si, bem como a taxa de ganho em convexidade da imagem.

<http://arxiv.org/pdf/physics/0607058>

Imagem pseudoscópica a partir de uma dupla difração através de uma fenda é um trabalho publicado pelo professor José Joaquín Lunazzi que mostra a única técnica que pode oferecer diretamente uma imagem com relevo invertido. A holografia o faz por meio de um registro.

6: Percepção e teoria diante do experimento.

Diante da figura 5 observa-se o porque a ilusão de ótica, conhecida como ilusão da máscara vazia acontece. Quando estamos próximos da máscara fica nítido que a sombra cobre os olhos de maneira que percebemos o baixo relevo fabricado na máscara, mas ao se distanciar da máscara percebemos um deslocamento da sombra afinando cada vez mais dando a impressão de que a pálpebra esta se fechando e assim denotando o alto relevo, tal fenômeno ocorre em todas as partes da máscara. Na proposta do trabalho o que se percebe é que ao se deslocar em relação a máscara o que muda de fato é a sombra sob a perspectiva do observador e se este movimento for na horizontal vamos perceber a máscara nos encarando. Essa, assim como muitas experiências óticas são capazes

de nos proporcionar intrigantes ilusões e de certo modo explorar e compreender falhas em nossa percepção.

6-1: A ilusão da máscara vazia.

É notório que a ilusão da máscara vazia consiste em nossa tendência natural a perceber os objetos a nossa volta como convexos, esta percepção baseia-se em nossa experiência de vida e curiosamente diverge da maneira como os esquizofrênicos percebem o mundo, pessoas assim não são confundidas pela ilusão.

Válido também, é dizer que fundamentos da física ótica são aplicáveis para explicar tal fenômeno e quais são os fatores que o potencializa. Alguns exemplos deste fenômeno ocorrem na estereoscopia que nos mostra um rosto nos olhando ao andar para os lados, e gera um relevo invertido pela troca de filtros direito-esquerdo (D-E). Na holografia a ilusão é percebida ao inverter-se o feixe iluminado como por exemplo em um cartão de crédito, onde ao inverter seu sentido, invertemos também o relevo da figura gravada no cartão.

Na figura 8 notamos a montagem de um aparato com duas câmeras que atuam como se fossem os olhos de um observador e dois feixes de luz incidindo na máscara para refletir a imagem invertida. Esta ilusão está ligada também as cores utilizadas na máscara e a proporção de textura. Em máscaras coloridas a taxa de convexidade é maior que cinzas, e quanto menor a textura do objeto mais fácil será observar o fenômeno como apresenta a figura 9.

Como referência para mostrar o fenômeno o Prof. Lunazzi indicou que podemos imaginar cada ponto relevante do Dragão como sendo uma fonte de luz que projeta um feixe para cada olho do observador. A imagem destes pontos luminosos na retina segue uma relação diferente da visão de um objeto normal, e o cérebro é obrigado a dar uma interpretação ao que vê. Observemos que as sombras em uma representação de relevo invertido são muito discordantes das de uma cena real, por isto é preciso iluminar perpendicularmente e com luz difusa para evitá-las.

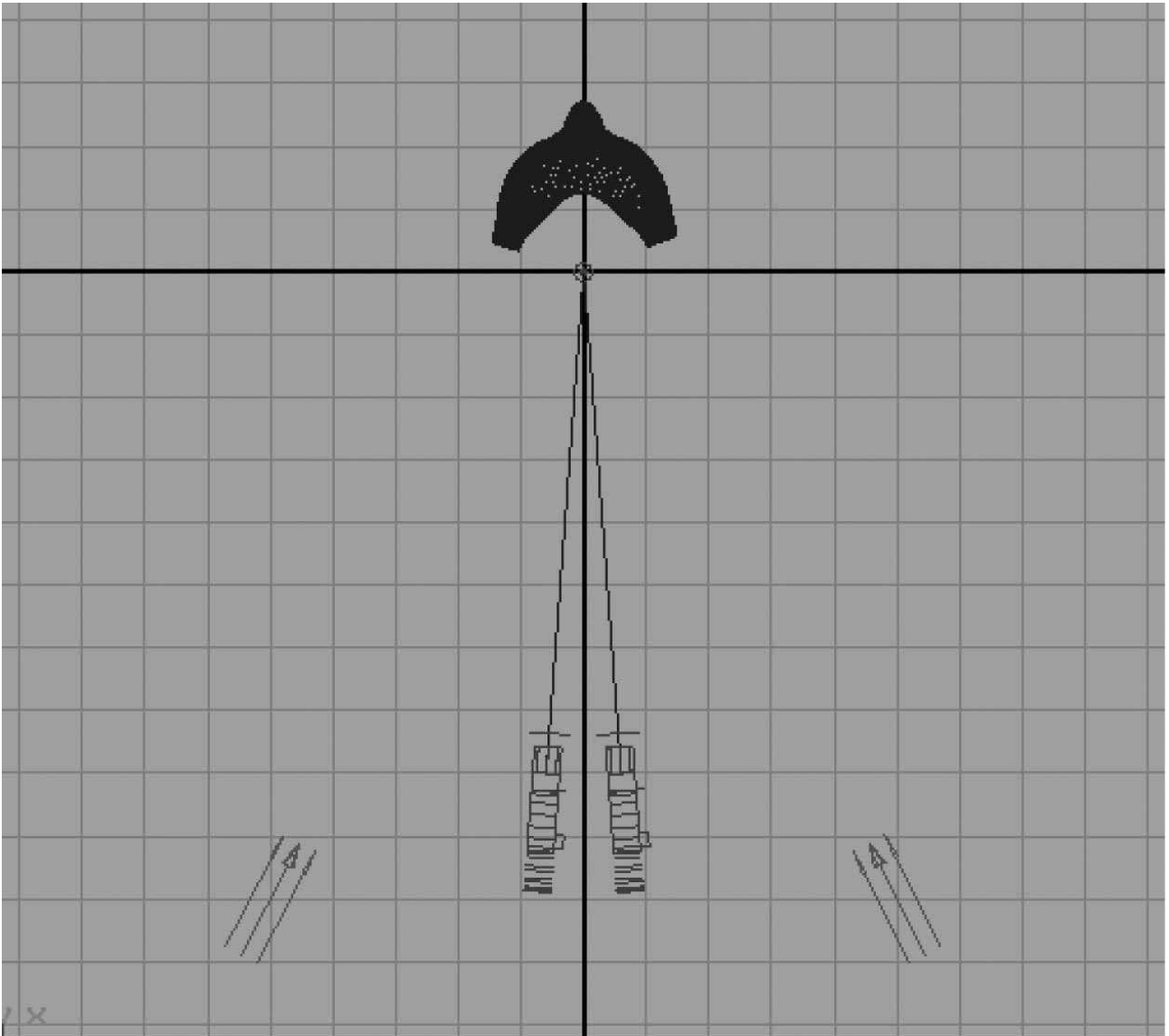


Figura 8: Aparato montado com dois feixes de luz incidentes, duas câmeras e uma máscara vazia.

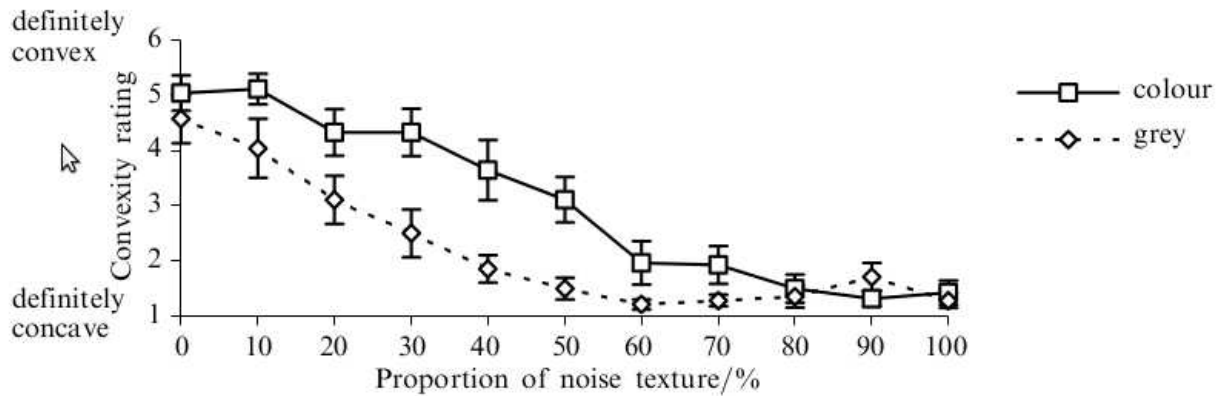


Figura 9: Gráfico que mostra a proporção entre textura e taxa de convexidade. Quanto maior for essa definição mais facilmente perceberemos o côncavo. Essa resolução também está ligada a distância em que observamos o objeto, já que a nossa percepção sobre sua textura tende a diminuir com a distância.

6-2- O Dragão 3D.



Figura 10: Dragão 3D montado.

O dragão 3d é uma construção de papel que poderia ser montada mostrando um dragão mas é montada com o relevo exatamente ao contrário. Possui um princípio parecido com o da máscara vazia, já que ambos partem de objetos côncavos que provocam uma imagem convexa no observador. Na construção os olhos do dragão são os pontos mais próximos do observador enquanto a boca e narinas são os pontos mais distantes.

A figura 11 nos mostra a inversão dos pontos de um objeto na imagem através de um processo de difração por duas redes de difração e uma fenda simétrica. Equivale a poder ver a imagem de um espelho podendo estar do lado de tras do espelho.

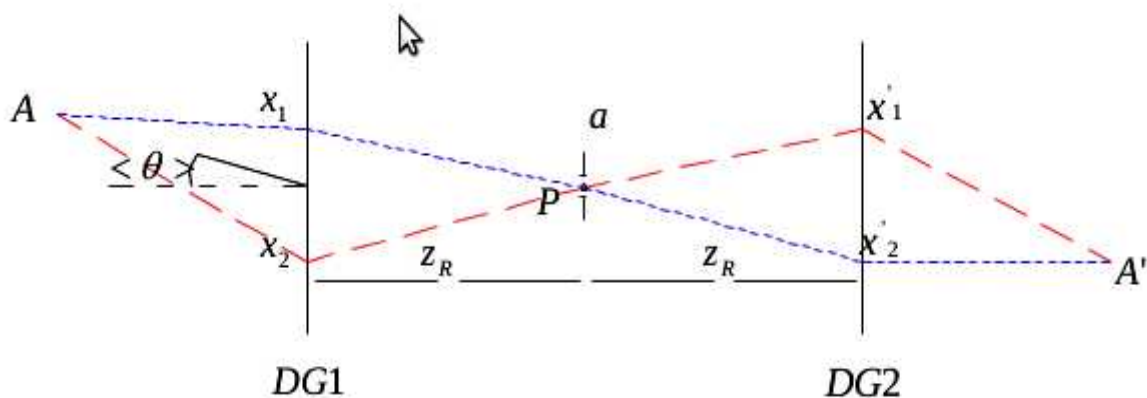


Fig. 1. ray-tracing for the symmetrical image of a point white-light object.

Figura 11: A figura mostra a projeção de uma imagem simétrica através de duas redes de difração e uma fenda no centro.

A percepção da ilusão está ligada também a distância em que cada ponto relevante da imagem está de nossa observação. Na máscara e no dragão essa distância está ligada a profundidade de cada parte dessa face. Com o auxílio de um paquímetro medimos a profundidade do olho em 4,1cm enquanto a profundidade do nariz estava em 6,95cm. A figura 11 nos mostra um traçado esquemático para nortear a imagem que recebemos diante de tal imagem.

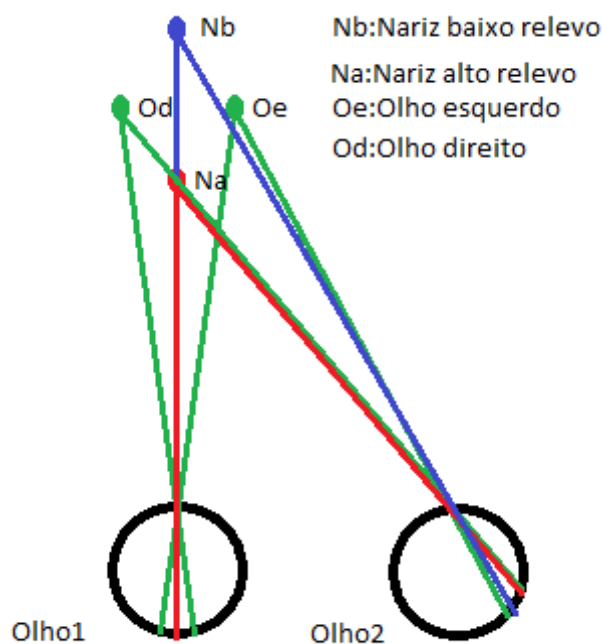


Figura 12: Desenho esquemático para demonstrar o traçado dos pontos relevantes por uma vista superior.

O observador utiliza apenas um olho para observar a máscara frontalmente e em uma posição deslocada para a direita. Nessas circunstâncias é possível notar que na posição do Olho1 (esquerdo) o **nb** e **na** estão entre os olhos e esta percepção pode ser notada pelo prolongamento dos traçados após o centro da retina. No Olho2 (direito) é possível notar a diferença de posição de **nb** e **na**. Para o baixo relevo esse deslocamento mostra o nariz da máscara mais próximo ao prolongamento do olho esquerdo da máscara. A diferença de percurso deste traçado faz com que vejamos o nariz antes dos olhos provocando a ilusão.

As observações da figura 13 é uma perspectiva ampliada da figura 12 e nos mostra que ao se deslocar horizontalmente diante de um objeto côncavo a tendência é sempre perceber o ponto central(o nariz) entre os olhos, enquanto no convexo o movimento relativo tende a fazer com que o ponto central obstrua a imagem de um dos pontos da extremidade. As medidas experimentais indicam também que existe uma distância limite para que isso aconteça e se aproxima de 1m.

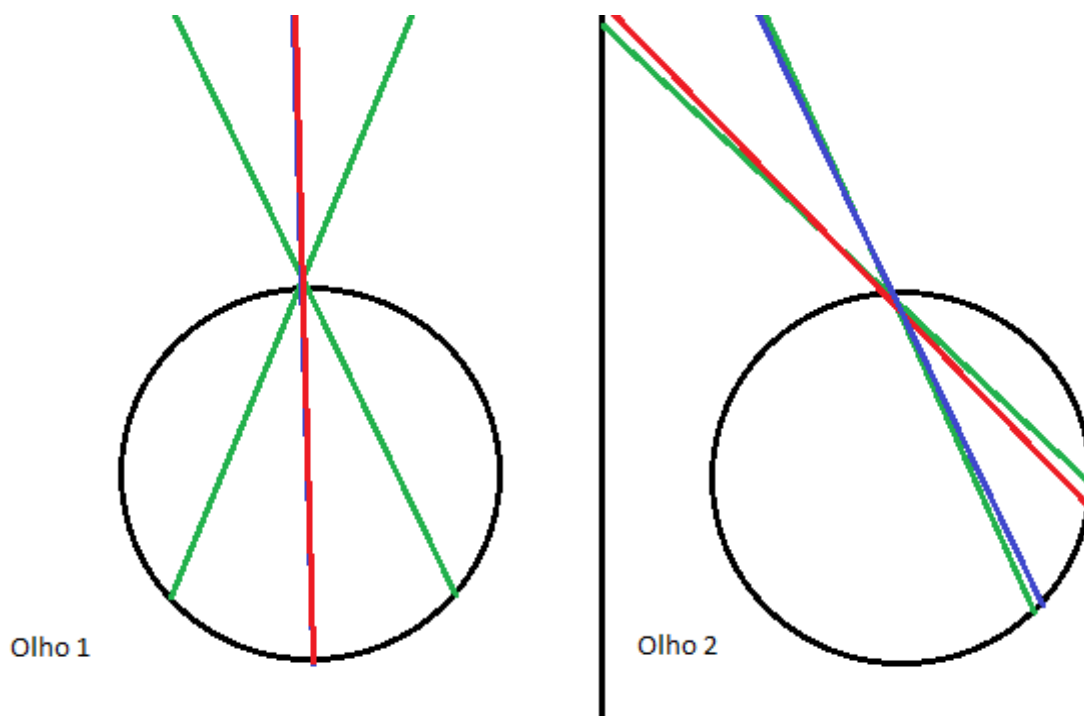


Figura 13: Versão ampliada em detalhe e com maior precisão da figura 12.

7: Declaração do orientador

O relatório do estudante Casemiro Ferreira está bem feito e demonstra ter compreendido perfeitamente o efeito de ilusão óptica produzido por uma imagem em baixo relevo.

O experimento também foi bem sucedido no obstante as dificuldades experimentais que teve que passar. Construiu uma máscara em baixo relevo usando uma máscara(em alto relevo) de carnaval, gravando em gesso. Para isso teve que aprender a técnica e fazer vários ensaios até conseguir um resultado bom.

Referências:

Dragão 3D: <http://www.baixaki.com.br/download/gathering-for-gardner-paper-dragon.htm>

Vídeo do dragão 3D: <https://www.youtube.com/watch?v=1F77P49zfqY>

<http://ceticismo.net/2012/08/03/einstein-ilusoes-e-o-qi/> Acessado em 31/03/2013 às 16:28hs

<http://ceticismo.net/comportamento/pareidolia-e-o-vale-da-estranheza/> Acessado em 31/03/2013 às 16:30hs

<http://hypescience.com/incrivel-ilusao-de-otica/> Acessado em 31/03/2013 17:18hs

<http://www.perceptionweb.com/fulltext/p36/p5523.pdf>

Artigo Alan Johnston e Harold Hill que serve como norte para entendimento teórico da prática em si, bem como a taxa de ganho em convexidade da imagem. Acessado em 26/06/2013 as 19:13hs

<http://arxiv.org/pdf/physics/0607058>

Trabalho do Prof. Lunazzi sobre difração em uma fenda. Acessado em 26/06/2013 às 19:30hs.

“The Road Ahead to the Holodeck: Light-Field Imaging and Display”, Jim Larimer, SID,

<http://informationdisplay.org/IDArchive/2013/MayJune/FrontlineTechnologyRoadAhead.aspx>

Artigo que descreve a visão com ênfase em aplicações 3D.



Busca Cética

Google Pesquisa Personalizada

Pesquisar

Destaques

- Especial sobre Jesus Cristo
- Grandes Nomes da Ciência
- Os 1001 anos da esplendorosa ciência islâmica
- Evolução vs Criacionismo
- Grandes Mentiras Religiosas
- Por que não comer carne durante a Semana Santa?
- Típicas Justificativas Religiosas
- Típicos Erros Criacionistas

Links Patrocinados

Match.com - Dating

www.Match.com

Kärleken är närmare än du tror. Det gäller bara att våga!



Sub Judice

- Negrinho não; meu nome é Juarez
- Nota de repúdio ao trote racista e sexista da UFGM
- Auxílio creche para homens
- Não inclusão de marido como dependente de esposa no plano de saúde.
- Grande Irmão dos HIV positivos
- Ajude a baratear a energia elétrica no Brasil
- A carne mais barata; o crime mais comum
- Empresa condenada por racismo de seus funcionários
- A carne mais barata do mercado é a carne da mulher negra
- Palavra de mulher virgem tem mais valor; estupro contra ela é mais grave

Ateu, graças a Deus!

- Nota de repúdio ao trote racista e sexista da UFGM
- Os números de 2012
- Histórias da Bíblia: Abraão
- Meu deus!
- O contexto seletivo dos cristãos 2

Caneca Orbital

- Sagan Day (09/11) #sagaday
- Orgulho para quem não tem do

Início Ceticismo Ciência & Tecnologia Religião Comportamento Quem somos

Sítio arqueológico mostra estilo de vida em México pré-hispânico

Tem dificuldade com Ciência? Quer um desenho?

O Poder das Afirmações

"Como Ele Realmente Funciona?" A Resposta Poderá lhe Chocar!
[oSegredodaLeidaAtracao.com](#)

ago 03 Einstein, ilusões e o QI

Escrito por André.

3 Comentários

Biologia, Ciência, Comportamento, Cultura, Evolução, Física, Medicina, Mídia, Neurologia, Psicologia

AdChoices

[Energia](#)

[Ótica](#)

[Einstein](#)

Tags: ilusão de ótica, ilusões, neurociencia, pareidolia, vídeos



QI, no caso, não é a abreviatura de Quociente de Inteligência. QI é a abreviação do programa *Quite Interesting*, veiculado pela BBC Two (mas que já foi ao ar pela BBC One, BBC Four e se der sopa, sai na BBC Marcha Ré. O programa trata-se basicamente de um Game Show, o tipo de coisa que normalmente é chata, mas os convidados normalmente são humoristas, no total de 4, sendo um deles Alan Davies. Os temas são coisas... bem, são interessantes e os comentários mais engraçados ainda. E o que Einstein tem a ver com isso?

O tio-avô querido de todos os cientistas (eu ia escrever apenas "tio", mas este é Carl Sagan) é referência, um sinônimo de cientista, pessoa inteligente, versão grisalha do André etc.. Qualquer um conhece Einstein, conhece Pelé, embora nem todo mundo conheça pessoas que viveram na Palestina no século I. Einstein é, como eu disse, um parente querido de todos nós, cientistas.

Por outro lado, eu adoro **ilusões de óptica**. Elas mostram como nosso cérebro é a coisa mais porca jamais feita, com mais gambiarra que a instalação elétrica da casa do meu cunhado. Juntando as três coisas, temos o episódio do QI abaixo, onde mostram os efeitos de uma ilusão de óptica de um baixo-relevo do rosto de Einstein.

Mas é baixo-relevo, mesmo?

O cérebro é incrível. Sua louca necessidade de reconhecer rostos faz com que ele ignore os próprios olhos. Ele precisa que as figuras sejam tridimensionalmente positivas, isto é, com alto-relevo. Baixo-relevo é descartado e daí dá um curto circuito cerebral, onde propicia o fenômeno da **Pareidolia**.

Ah, a propósito, a imagem de abertura é o baixo-relevo do rosto de Einstein.

Fonte: [Astrônomo Mau](#)

Compartilhe: Tweet Facebook Email Imprimir

Artigos relacionados:

1. Carta revela que Einstein desdenhava a religião
2. "Einstein 'tava certo, nós estávamos errados. Mal aé!"
3. O caso dos neutrinos rápidos comprova: EINSTEIN RULEZ!

Fale Conosco

Dúvidas, sugestões, xingamentos e maldições? Mande-nos um email!

faleconosco@ceticismo.net

Se você tiver algum artigo que queira publicar aqui, envie-nos através do Fale Conosco. Garantimos que será postado com os devidos créditos, mas não aceitamos cópia/cola, só artigos originais.

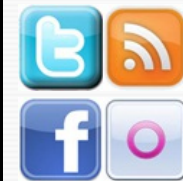
Para comentar no blog, pedimos que você se registre, é gratuito e **pode ser feito AQUI**.

Recursos

- Registrar-se
- Artigos (RSS)
- Comentários (RSS)
- Login

Redes

Subscribe



Curtir 900 pessoas curtiram isso. Cadastre-se para ver do que seus amigos gostam.

Últimos Comentários

- ouvidor em **Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação e espertos aproveitam**
- Luizrem em **Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação e espertos aproveitam**
- André em **Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance**
- Dra1nyou em **Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance**
- Irres Ponsavel em **Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação e espertos aproveitam**
- André em **Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance**
- Lucho em **Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance**
- Ale em **Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance**
- André em **Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação e espertos**

que se orgulhar

- Sua respiração. Agora.
- "Quatro pernas bom, duas pernas ruim"
- Somos dependentes do abate animal

4. [E Einstein estava certo...](#)
5. [Macacos, robôs e a Copa do Mundo](#)

Um Ping to "Einstein, ilusões e o QI"

Obama lança plano para mapear o cérebro humano « **Meio Bit** disse:

abril 2nd, 2013 em 16:01

[...] esse no Ceticismo.net (abraço, André! [...])

[Forex Library](#)

Your Forex Guide. More than 300 articles on Forex Trading
[forex-ratings.com](#)



2 respostas para "Einstein, ilusões e o QI"

1. **Nihil Lemos** disse:

agosto 5th, 2012 em 07:31

Essa máscara é impressionante. Ela é aquela citada pelo Dawkins no "Deus, Um Delírio" se não me engano. Mas vendo a imagem já é outra coisa.



BBC, sempre foi o meu canal favorito. E os seus documentários os melhores.

2. **fabinhocpp** disse:

agosto 7th, 2012 em 08:38

Pois é, meu cérebro por exemplo é um imbecil que me faz sentir a dez anos uma dor que não existe mais. Mas eu não entendi se é baixo relevo, como pode haver uma sombra do lado esquerdo do rosto do Einstein.



Deixe um comentário

Mas, antes, leia a nossa [Política de Comentários](#). Obrigado por sua participação.

Você precisa estar [logado](#) para deixar um comentário.

aproveitam

- Ale em [Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação](#) e espertos aproveitam



Busca Cética

Google Pesquisa Personalizada

Pesquisar

Destaques

- Especial sobre Jesus Cristo
- Grandes Nomes da Ciência
- Os 1001 anos da esplendorosa ciência islâmica
- Evolução vs Criacionismo
- Grandes Mentiras Religiosas
- Por que não comer carne durante a Semana Santa?
- Típicas Justificativas Religiosas
- Típicos Erros Criacionistas

Links Patrocinados

Match.com - Dating

www.Match.com

Kärleken är närmare än du tror. Det gäller bara att våga!



Sub Judice

- Negrinho não; meu nome é Juarez
- Nota de repúdio ao trote racista e sexista da UFMG
- Auxílio creche para homens
- Não inclusão de marido como dependente de esposa no plano de saúde.
- Grande Irmão dos HIV positivos
- Ajude a baratear a energia elétrica no Brasil
- A carne mais barata; o crime mais comum
- Empresa condenada por racismo de seus funcionários
- A carne mais barata do mercado é a carne da mulher negra
- Palavra de mulher virgem tem mais valor; estupro contra ela é mais grave

Ateu, graças a Deus!

- Nota de repúdio ao trote racista e sexista da UFMG
- Os números de 2012
- Histórias da Bíblia: Abraão
- Meu deus!
- O contexto seletivo dos cristãos 2

Caneca Orbital

- Sagan Day (09/11) #saganday
- Orgulho para quem não tem do

Inicio Ceticismo Ciência & Tecnologia Religião Comportamento Quem somos

300 de Esparta – A guerra Filme x História | A filosofia entre a religião e a ciência | A Outra Esparta | A Rebelião de Taiping – O massacre de dezenas de milhões de chineses | Antigo experimento levanta dúvidas sobre senso ético | Campanha “Diga NÃO ao boato” | Entendendo o Agnosticismo | Moral, Ética e comportamento à luz da religião | Pareidolia e o Vale da Estranheza | Pequeno guia das leis epigramáticas | Porque o debate com criacionistas é perda de tempo | Sobre a Liberdade | Sobre os Perigos do Criacionismo Bibliocista | Típicos Erros Criacionistas |

All In som livsstil

För dig som gillar att festa. Kolla in vårans hemsida!
www.allinsomlivsstil.com



Pareidolia e o Vale da Estranheza

AdChoices ▶

[Ver filme](#)

[Da mãe](#)

[Vale](#)

[Da em be](#)



+1 2



Eu sempre prefiro abordar as bases que fundamentam e explicam os meus artigos, antes de entrar no foco principal. Não sou adepto de estilos na base do “vai lá, vem cá”, fazendo o leitor ficar que nem iô-iô (agora com esta porcaria de reforma, eu não sei se essa palavra tem acento ou não). Assim, não estranhem a introdução, ela é fundamental para a compreensão do artigo como um todo.

Já foi sentenciado e não tem nenhuma escapatória! É fato que somos máquinas biológicas, destinadas a uma única coisa: reprodução e gerarmos descendentes.

Para isso, precisamos de parceiros(as) – a menos que você seja uma bactéria (aí você se livra de muitos problemas, como sogras, por exemplo).

Nenhuma espécie biológica subsiste, de uma forma geral, sozinha. A Evolução nos deixou um legado de vida em sociedade e a Seleção Natural tem tudo a ver com isso. Indivíduos que convivem em grupos possuem maior capacidade de sobreviverem, gerando mais descendentes, do que aqueles que vivem solitariamente. Para isso, os indivíduos desenvolvem um processo de reconhecimento desde nascença.

Todo mundo acha lindo um bebê. Aquela coisinha rosadinha, fofinha e sorridente derrete o coração de qualquer um (não estou levando em consideração as fraldas sujas). E isso se torna mais acentuado quando ele nos reconhece, não é mesmo? É algo mágico! Só que a magia é orquestrada mais uma vez pela Seleção Natural.

Eu sei que é desconfortante saber que somos apenas uma máquina biológica; que nascemos adaptados a nos reconhecer mutuamente. Isso vem do fato que os que não possuíam esta capacidade, não foram reconhecidos como “um de nós”, isto é, seus pares os estranharam também, largando o dito cujo pra lá como sendo mais uma “coisa”. Aqueles que conseguiam reconhecer, e demonstrar alguma empatia, eram aceitos e protegidos, sobrevivendo, crescendo, gerando descendentes etc.

O trecho abaixo foi extraído do livro “Macaco Nu”, de Desmond Norris (você poderá baixar o livro [AQUI](#)).

“ Parece que a reação do riso evoluiu a partir do choro, da maneira seguinte, como um sinal secundário. (...) O seu aparecimento coincide com o início do reconhecimento dos pais. Pode ser uma criança sisuda a que reconheça o próprio pai, mas é sempre uma criança risonha a que reconhece a mãe. Antes de aprender a identificar o rosto da mãe e a distingui-lo do de outros adultos, um bebê pode gorgolejar e balbuciar, mas não ri. Quando começa a conhecer a própria mãe, começa também a ter medo dos outros adultos. Aos dois meses, qualquer cara mais velha serve, todos os adultos amigáveis são bem recebidos. Em seguida começa a amadurecer o medo do mundo em volta e a presença de qualquer pessoa desconhecida é capaz de incomodá-la e desencadear o choro. (Mais tarde, não demorará muito a aprender que alguns

Fale Conosco

Dúvidas, sugestões, xingamentos e maldições? Mande-nos um email!

faleconosco@ceticismo.net

Se você tiver algum artigo que queira publicar aqui, envie-nos através do Fale Conosco. Garantimos que será postado com os devidos créditos, mas não aceitamos cópia/cola, só artigos originais.

Para comentar no blog, pedimos que você se registre, é gratuito e **pode ser feito AQUI**.

Recursos

- Registrar-se
- Artigos (RSS)
- Comentários (RSS)
- Login

Redes

Subscribe



900 pessoas curtiram isso. Cadastre-se para ver do que seus amigos gostam.

Últimos Comentários

- ouvidor em [Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação e espertos aproveitam](#)
- Luizrem em [Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação e espertos aproveitam](#)
- André em [Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance](#)
- Dra1nyou em [Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance](#)
- Irres Ponsavel em [Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação e espertos aproveitam](#)
- André em [Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance](#)
- Lucho em [Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance](#)
- Ale em [Bibliotecários, estacas e um mundo ao seu alcance](#)
- André em [Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação e espertos](#)

que se orgulhar

- Sua respiração. Agora.
- "Quatro pernas bom, duas pernas ruim"
- Somos dependentes do abate animal

outros adultos também podem compensá-la e perderá o medo deles, mas isso obedecerá a uma certa seleção, baseada na identificação pessoal).

Como resultado desse processo de ligação à mãe, o bebê pode encontrar-se envolvido num estranho conflito. Se a mãe faz alguma coisa que o assuste, transmite-lhe dois tipos de sinais opostos. Por um lado, indica-lhe: "Sou a tua mãe, o teu protetor pessoal: não tenhas medo", e, por outro: "Atenção, vais levar um susto". Esse conflito não pode acontecer antes de o bebê reconhecer individualmente a mãe, porque nesse caso, se ela fizesse alguma coisa que o assustasse, seria apenas a origem de um estímulo assustador. Mas agora a mãe indica-lhe ao mesmo tempo: "Há perigo, mas não há perigo", ou, por outras palavras: "Pode haver certo perigo, mas, como parte de mim, não precisas tomá-lo a sério". Como resultado, a criança dá uma resposta que é ao mesmo tempo uma reação de choro e um gorgolejar por reconhecer a mãe. Essa combinação mágica produz o riso. (Ou melhor, produziu num dado momento da evolução. Desde então, o riso fixou-se e desenvolveu-se como uma resposta independente).

Dessa forma, mostra-se que o reconhecimento facial e a demonstração de empatia e "aceitação" para com nossos pais torna-se vital no tocante à nossa sobrevivência. Devemos, portanto, nascer com uma capacidade de reconhecer rostos, para podermos diferenciar quem são nossos pais dos que não são; e é justamente isso o que acontece, pois já nascemos com esta capacidade cognitiva, de acordo com a [pesquisa de Dóris Tsao](#), que na época pesquisava os padrões específicos de reconhecimento de faces em macacos, na *Harvard Medical School*. Mais tarde, em colaboração com Sebastian Moeller e Winrich A. Freiwald, ela usou eletrodos para estimular neurônios em padrões específicos relacionados a rostos, enquanto observavam o restante do cérebro com o auxílio de imageamento de ressonância magnética funcional – **fMRI**. Este estudo foi publicado na [edição da revista Science, em junho de 2008](#).

Mas, o que isso tem a ver com as esquisitices da pareidolia e ver Jesus numa torrada?

Tudo a ver, pois nascemos já com uma região do cérebro – em locais específicos do lobo temporal – com a capacidade de reconhecer rostos. Assim, aprendemos logo de início a reconhecer nossos pais, nossos parentes, vizinhos etc., numa hierarquia de valores e importância que aprendemos a atribuir ao longo da vida. Isso somado ao fato de aprendermos a identificar quem não pertence ao nosso grupo, caracterizando um possível inimigo natural.

É por causa disso que, de uma maneira geral, casais que querem adotar filhos possuem a disposição natural (ainda que inconsciente) de escolher crianças que se aparentem com eles mesmos. A tendência natural de dar continuidade à espécie, tendo (indiretamente) indivíduos semelhantes a si, perpetuando (ainda que de forma não natural) o máximo de genes semelhantes aos seus, como Richard Dawkins costuma dizer, ao se referir a [genes egoístas](#).

Obviamente, isso não é uma regra fixa e imutável, pois alguns pais não se importam com o fenótipo da criança, levando pais brancos a adotarem crianças negras ou amarelas. Biologia não é ciência exata e existem muito mais interferências em vias psicológicas do que se pode supor, pois nosso comportamento é moldado ao longo do tempo, sofrendo muita influência do meio no qual vivemos.

Levando tudo isso em conta, podemos dizer que os seres humanos sempre procuram encontrar padrões facilmente reconhecidos (muitas vezes onde esses padrões não existem). Padrões que os levem a uma situação cognitivamente confortável, já que o desconhecido sempre acarreta medo e insegurança, mais uma vez devido ao nosso senso de auto-preservação. Por exemplo, ande sobre uma mureta estreita a cerca de 35 cm do solo, com espaço apenas para um pé de cada vez. Você consegue se equilibrar sem muito esforço. Agora, pense que você está sobre um parapeito, também com espaço para um pé de cada vez, mas a 35 metros do solo (mais ou menos a altura de um prédio de 10 andares).

Imagino que só de pensar nisso já te dá desconforto, não é? Ok, vamos para outro experimento. Agora, andando na mesma mureta a 35 cm do solo, mas com os olhos vendados. Você *sabe* que está a menos de meio metro do solo. Você *sabe* que está nas mesmas condições. Mas, ainda assim sente um desconforto, porque não consegue ver. Vem aí um medo do desconhecido. Obviamente, com treino você conseguirá superar este medo (ou não) e cegos sequer são afetados por isso, por motivos óbvios.

Não fomos feitos para o desconhecido, por isso as pessoas de uma maneira geral têm medo da morte e de coisas tidas como "inexplicáveis". Fomos feitos para procurar padrões que se encaixem no nosso conhecimento de mundo. Procuramos padrões que nos façam

aproveitam

- Ale em Água congelada transforma árvore em centro de peregrinação e espertos aproveitam

nos sentir "em casa", com figuras que **para cada um de nós** é sinônimo de conforto. E quando estamos ávidos por procurar padrões em todos os lugares, fatalmente os encontramos; não porque eles existem, mas porque os fabricamos. Nosso subconsciente preenche lacunas de informações com fragmentos de suas próprias experiências, criando padrões que muitas vezes não existem, mas queríamos que existisse. É nisso que se baseia o teste de Rorschach, que consiste em dar possíveis interpretações a dez pranchas com manchas de tinta simétricas onde, a partir das respostas obtidas, pode-se obter um quadro amplo da dinâmica psicológica do indivíduo. Obviamente, dado ao seu critério extremamente subjetivo, o teste de Rorschach é muito criticado, apesar dele ainda ser largamente empregado.

É engraçado como tudo isso depende de nosso subconsciente. Um exemplo tirado do site [Skeptic's Dictionary](#) ilustra isso. Vendo uma mancha de suor numa camisa (clique na imagem para ampliar), podemos relacionar com duas coisas: ou um símbolo nazista ou uma suástica, que é um símbolo budista (na verdade, os nazis usaram este símbolo, a fim de ilustrar um Reich que duraria mil anos, mas que falhou miseravelmente).



Dependendo de sua formação, você relacionará ou com uma coisa ou outra. Isto é, budistas verão primeiro como sendo o símbolo de sua religião, mas de uma maneira geral, as pessoas farão uma ligação com o símbolo daquele austríaco maluco. Mas, trata-se apenas de uma mancha de suor e duvido muito que as glândulas sudoríparas do sujeito sejam fascistas ou tenham alguma religião.

A pareidolia é quando o cérebro procura padrões em todos os lugares. E isso baseado no que a pessoa **quer** ver (ainda que de forma inconsciente). É comum entre os católicos verem a imagem da Virgem Maria em tudo que é vidraça. Um exemplo disso foi quando uma suposta imagem da Virgem Maria surgiu [numa vidraça de uma casa em Mogi das cruzeiras, São Paulo](#). O detalhe é que nem a própria Igreja Católica admitiu que fosse a imagem dela, mesmo porque, só se vê uma mancha que **parece** ser algo com um manto ou capuz ou sei lá o quê. Mas, se procurarem na net, dificilmente verão uma outra foto de um ângulo diferente. É quase certo que um protestante nunca veria a imagem da Virgem lá, simplesmente porque eles não a aceitam como digna de veneração.

Agora, se tem uma coisa que tanto católicos quanto protestantes não divergem é quando aparece uma imagem de Jesus. Por que será? Costumam vê-lo em torradas, em manchas de sangue e em muitos lugares. Não é de admirar, então, que vire piada geral (e é claro que eu irei adotar também) o fato de Jesus aparecer na bunda de um cachorro.



Prestou bem atenção **ONDE** fica a cabeça de Jesus na foto?



Jesus tá te vendo

E isso não acontece só com figuras cristãs. Os muçulmanos também vêem suas representações, como foi o caso do pessoal que viu o nome de **Alá num pedaço de carne**, num restaurante nigeriano. Como mostrei no artigo, se olharmos a imagem de ponta-cabeça, aparecerá um M. Madonna nos ama.

Tudo isso é produzido dentro de nosso cérebro. Os próprios emoticons são uma representação da pareidolia, afinal, um símbolo de "dois pontos" e um "fecha parênteses" podem simbolizar uma carinha feliz 😊; mas se for um "abre parênteses", será uma carinha triste 😞. Agora e se for ponto entre parênteses? (.) O que você vê? Ou melhor, o que você **QUER** ver? 😊

O fenômeno religioso precisa de algum meio de demonstrar que deuses, santos, beatos, espíritos etc estão entre nós. Religiosos dizem que não precisam provar nada, que somente a fpe basta, mas não é verdade. No fundo, no fundo, eles precisam de algo pra reforçar a sua fé. Necessitam de alguma mensagem, imagem, som ou palavra que faça sentido (para eles) e reforce a sua fé. Existem muitos sites questionadores como o Ceticismo.net. Se dependessem apenas de seus livros religiosos, com suas figuras mítica e histórias absurdas, ninguém seria religioso. Assim, resta aos **embusteiros** padres, pastores, videntes etc. criarem algum modo de mostrar que aquelas histórias se referem a algo que seja "real". E é por isso que receiam em mostrar alguma prova. Não poderiam. A pareidolia é algo particular. Algumas pessoas dizem que tem uma imagem de São Jorge na Lua. Eu nunca consegui ver nada assim. Outros dizem que **tem um coelho lá**. Faça a sua escolha e seja feliz, são apenas crateras, mas se uma imagem que seu próprio cérebro cria o deixa mais tranquilo, que seja.

A pareidolia nem sempre é visual, mas auditiva também. Isso ficou evidenciado quando um bando de pais toscos ficaram horrorizados com o caso da “boneca satânica” que, assim como no caso daquela lenda urbana sobre a [maldição do boneco do Fofão](#), apareceu um bando de idiotas aterrorizados com uma boneca cuja fala gravada supostamente evocaria o Capetão, conforme [postamos anteriormente](#) e o [Kentaro Mori também noticiou](#). Estes são exemplos onde a pessoa ouve o que espera ouvir, ilustrando um caso de pareidolia auditiva.

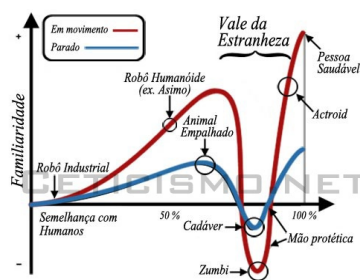
No mesmo artigo onde foi desmentido o mito do boneco do Fofão, que traria um punhal e uma vela, citei o caso que eu chamei de “Os Alegres Cantores do Inferno”, onde pensaram estar ouvindo gritos e gemidos vindos do Inferno. Você mesmo pode fazer vários testes sobre sua percepção, bastando assistir aqueles vídeos do [Tônico com Guaraná](#) ou a versão indiana do Thriller, com sérias restrições orçamentárias, [Golimar](#) (na boa, eu morro de rir com esses indianos).

Se vocês não tiveram um derrame de tanto rir, podemos continuar.

Observem que as legendas quase que chegam perto do som, não é? Isso porque vocês lêem a legenda **junto** com a... música? Bem, dificilmente, vocês ligariam uma coisa a outra se vissem apenas o vídeo, além do fato de haver muitas legendas diferentes zuando esses vídeos. O mesmo acontece com as aulas de inglês em cursinhos. O professor passa uma gravação com uma conversa ou a leitura de um trecho. No início, parece uma algaravia que não significa muita coisa. Mas, quando ele libera para você ler o texto do livro junto com a gravação, você reconhece nitidamente o que foi dito. Mais uma vez, o nosso cérebro busca um padrão, um reconhecimento. E se colocar um texto cujo som seja diferente, mas com sonoridade semelhante, é bem capaz do aluno reconhecer todas as palavras que são ditas pelo texto que lhe for apresentado.

Até agora, vimos como o cérebro procura por padrões, sejam eles quais forem. O problema reside quando, ao “achar” um padrão, o próprio cérebro se recusa a aceitá-lo. Acontece uma espécie de curto-circuito e há uma espécie de “guerra” dentro da cabeça, onde uma parte do cérebro diz “Sim, é isso aí, parceiro!”, enquanto a outra parte diz “Tá maluco? Não pode ser!”. É o chamado **Vale da Estranheza** (também chamado de Vale Estranho, derivado do termo em inglês “Uncanny Valley”).

Masahiro Mori é um conceituado robocista japonês, nascido em 1927. Ele é o pioneiro sobre a resposta emocional dos seres humanos a entidades não-humanas, e é conhecido sobre seus pontos de vista sobre religião e robôs. Em 1970, Mori (que eu acho que não tem nada a ver com o [Kentaro Mori](#), mas ainda estou em dúvida) escreveu [um artigo para a revista Energy](#), onde criou o termo “Vale da Estranheza” (Uncanny Valley), cujo conceito afirma que quando uma tentativa de produzir uma pessoa artificial chega próximo à perfeição, sem atingi-la de fato, o resultado gera uma espécie de desconforto. O gráfico abaixo ilustra o que é este vale (clique para ampliar).



Note que quando ele vai chegando próximo a aparência de um ser humano saudável, há uma queda num vale. E a súbita até o ponto onde o cérebro reconhece como sendo a aparência de uma pessoa saudável é bem íngreme.

Quando temos um robô que *parece* humano, mas fica nítido que ele tem um comportamento... digamos, de máquina, nós sentimos uma certa aversão, pois, como eu disse lá em cima, não há uma resposta similar à nossa atitude; soando no nosso subconsciente “ele não é um de nós”. A este tipo de aversão, dá-se o nome de **Complexo de Frankenstein**. Isaac Asimov explorou muito bem isso em seus livros e contos, principalmente no livro *Eu, Robô* (não percam tempo vendo o filme, que é extremamente inferior ao livro, como sempre). Você poderá baixar o livro [AQUI](#). Com um pequeno detalhe: Asimov escreveu *Eu, Robô* em 1950, vinte anos ANTES do artigo de Mori, demonstrando que nosso falecido amigo ucraniano era um visionário!

Conhecendo a natureza humana, não é muito difícil de prever isso, já que somos propensos a odiar e rejeitar qualquer coisa que julgemos ser diferente. Ao explorar nossos preconceitos numa atmosfera de ficção científica, Asimov nos brindou com um verdadeiro tesouro literário. Ainda hoje, quase 60 anos depois, as Três Leis da Robótica constituem um paradigma para os pesquisadores da área. São elas:

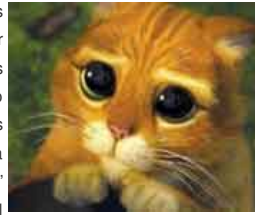
- 1ª lei: Um robô não pode ferir um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser

humano sofra algum mal.

- 2ª lei: Um robô deve obedecer às ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens contrariem a Primeira Lei.
- 3ª lei: Um robô deve proteger sua própria existência desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira e Segunda Leis.

Obviamente, nada é perfeito e Asimov sabia bem disso. E é exatamente nas “imperfeições” – em fatores imprevisíveis – que o livro **Eu, Robô** tem seu enredo desenvolvido. Recomendo fortemente a sua leitura.

Voltando ao Vale da Estranheza, é um desafio para os especialistas em filmes de animação evitarem de cair nele. Filmes como Shrek não causam tanta aversão nas pessoas, porque são caricatos, conforme o Cardoso relatou [numa postagem do MeioBit](#). Aliás, se formos prestar bastante atenção no filme do Shrek, vemos uma clara representação de como nosso cérebro “ama” gestos que nos lembrem seres humanos, em especial os bebês, como no caso da cena do gato de Botas que faz aquela carinha meiga cuti-cuti-cuti, ilustrado na imagem ao lado.



Fazendo uma breve pausa, mas ainda dentro do assunto, podemos reparar que filmes de animação abordam bem esse jogo de aceitação de nossa psicologia. A Disney, por exemplo, deixa um visual fofo em seus heróis e um aspecto malévolo em seus vilões, como é o caso do jovem Simba, de o Rei Leão, e seu tio malvado Scar. Você consegue distinguir quem é o mocinho e quem é o vilão?



Simba e Scar



Bem, isso reflete um pouco a nossa cultura. Em quadrinhos e animações japoneses (os chamados mangás e animes), os personagens não seguem muito essa linha. Vamos ver o camarada aqui ao lado, com óculos, cara de gente boa e aspecto de professor de colégio estadual, com seus contracheque realmente jogando contra. O tipo de cara que você não se incomodaria que namorasse a sua irmã, certo? Ele é [Sousuke Aizen](#) e, acredite, o sujeito é mau pra cacete.

Foi um artifício do autor dar um aspecto inofensivo ao vilão, afim de oferecer uma reviravolta na história.

Assim como coloca-se um personagem caladão e afastado, com péssima aparência, para causar desconforto inicial, como é o caso do [Hiei](#), da foto abaixo. Antes de continuar, agradecimentos ao Abbadon pelas informações sobre os animes. Particularmente, eu detesto mangás e animes. Até mesmo Hentai eu acho ruins.

Muitos cientistas não acham que o Vale da Estranheza seja algo plenamente confiável, posto que o artigo de Masahiro Mori não se baseou em dados experimentais e, conforme relatado na edição *Scientific American Brasil* (ano 7 nº 80) estudos recentes que mapearam a reação humana perante robôs humanóides apresentaram resultados conflitantes. Pesquisadores argumentam que a rejeição depende do nível estético que o robô apresenta.



Isso significa dizer que não é porque um robô apresenta aparência humana que ele estará caindo automaticamente no Vale da Estranheza. Como mostrei anteriormente, temos um mecanismo interno que rejeita aparências que nós julgamos que não seja “um de nós”, que seja feio, em palavras mais diretas.

Assim, vamos a mais um exemplo, como a bela moça aqui embaixo (clique para ampliar). Bela, cabelos lisos, lindos olhinhos puxados, uma expressão calma. Um esplêndido tipo feminino de...

Robô!



Bem, na verdade é uma **Actroid** – mescla dos nomes Actress (atriz) e Android (andróide). Como o próprio nome diz, ela é um andróide, um robô humanóide, inicialmente desenvolvido pela Universidade de Osaka e fabricado pela Kokoro Company. Foi exibido pela primeira vez em 2003 na Exposição Internacional de Robôs, em Tóquio. A foto acima é uma **versão coreana apresentada em 2006** e, como pode-se notar, os técnicos da **Kitech** capricharam mais que os da terra do Sol Nascente.

Ela não causa tanto desconforto visual, apesar de vermos o **Asimo** mais como um robô do que a nossa beldade de olhos puxados (ali não são só os seios que são de silicone, mas toda a pele). E sim, eu sei o que você está pensando, seu pervertido. Existem modelos assim para fins... digamos, mais divertidos. 😊



Agora, vamos para um outro exemplo, como o da foto ao lado, que você deverá clicar para ampliar, mas não me responsabilizo.

Não, meu caro, não é um monstro do antigo seriado da **Bela e a Fera**. Seu nome é **Jocelyn Wildenstein**, vulgarmente conhecida como Noiva Wildenstein, que fez tanta cirurgia plástica pra ficar com um jeito... felino (?), e acabou daquele jeito. Conta-se que o marido quando a viu soltou um grito de terror e se ela pensou que ficando assim estaria mais atraente, se enganou, já que pegou o marido na cama com uma modelo de 19 anos. Assim são as vaidades deste mundo. 😊

Bem, ela é um ser... real (???) mas que nos confere uma sensação de desconforto. Se o Vale da Estranheza realmente existe, a Noiva Wildenstein foi pro subsolo dele.

Assim, nos resta perguntar: O que é realmente o Vale da Estranheza? Não é apenas a representação de nossos preconceitos, onde rejeitamos figuras que não são esteticamente adequadas à nossa formação cultural? Ou será que ele existe para mostrar que ainda somos definidos pelo instinto social que herdamos de antepassados para reconhecer aqueles que em teoria não são ameaça para nós? Seria a pareidolia um escape de nossa mente, para que não nos sintamos sozinhos e tornemos reais nossos desejos de forma a ver e ouvir o que queremos?

Não há uma resposta direta e se houver, não é simples. Só apontamos o que efetivamente acontece nesse emaranhado de estranhezas e preconceitos ao qual damos o nome de Mente Humana.

Compartilhe:  [Tweet](#)  [Facebook](#)  [Email](#)  [Imprimir](#)

 5 Pings to "Pareidolia e o Vale da Estranheza"

Vaticano aperta cerco contra pregadores de aparições » Ceticismo.net disse:
janeiro 14th, 2009 em 19:43

[...] lê o Ceticismo.net. A prova disso ficou comprovado a sua leitura sobre nosso artigo sobre Pareidolia. Ou [...]

Gatos usam ronronar para manipular humanos » Ceticismo.net disse:
julho 15th, 2009 em 11:27

[...] Segundo a pesquisa, publicada na revista científica Current Biology, ao contrário do

ronronar normal, os gatos desenvolveram um outro que incorpora um som com uma frequência parecida com o de bebês humanos. E aqui entra em cena OUTRA adaptação evolutiva. Nós estamos pré-programados para cuidar de nossas crias (aqueles bebês lindos, rosadinhos e que deixam uma catástrofe nuclear nas fraldas). Qualquer evento similar às atitudes de nossos filhos desencadeiam um processo de semelhança, fazendo-nos reconhecer "um dos nossos", o que nos faz dedicar proteção e cuidado. (ver o artigo sobre Pareidolia). [...]

Novas bactérias encontradas. Existência de ETs provada? » Ceticismo.net disse:

dezembro 2nd, 2010 em 22:31

[...] claras, este emaranhado de neurônios acaba "fabricando" a informação. Um exemplo disso é a Pareidolia. A humanidade é curiosa e sempre procura saber tudo o que lhe diz respeito (ou nem tanto assim), [...]

Einstein, ilusões e o QI » Ceticismo.net disse:

agosto 3rd, 2012 em 19:03

[...] O cérebro é incrível. Sua louca necessidade de reconhecer rostos faz com que ele ignore os próprios olhos. Ele precisa que as figuras sejam tridimensionalmente positivas, isto é, com alto-relevo. Baixo-relevo é descartado e daí dá um curto circuito cerebral, onde propicia o fenômeno da Pareidolia. [...]

Robos-ajudantes são o futuro? Não para idosos » Ceticismo.net disse:

novembro 2nd, 2012 em 12:36

[...] Por outro lado, temos que lutar contra 3,5 bilhões de anos de evolução biológica. Nós nos sentimos intimidados com algo que não é semelhante a nós, mas como temos um péssimo planejamento, quanto mais próximo de nós, mais estranho ele é. É o Vale da Estranheza. [...]

[Free Stock Photos](#)

Create a Free Account and Download High Resolution Images for Free!
[StockFreeImages.com](#)



11 respostas para "Pareidolia e o Vale da Estranheza"

1. mirtes disse:

janeiro 5th, 2009 em 22:07

Sabe, onde vejo muito caso de pareidolia?



Em sites sobre sobrenatural, principalmente em artigos, sobre os famosos quadros das crianças que choram, é um tal de ver olhos, faces, bruxas, demônios, mãos, sangue, onde não se vê NADA, além de pinceladas de tinta.

Acho que além da pareidolia, existe a auto – sugestão (você está diante de algo sobrenatural e misterioso e TEM que achar algo, mais misterioso ainda, pra contribuir), e também a ajuda de um pintor que talvez tenha tentado expressar dor e sofrimento, através do uso de crianças como modelos (por que crianças nos comovem mais que adultos?), e que na minha opinião, tinha algum problema com proporção e iluminação, abrindo caminho, para interpretações das mais malucas.

2. Karol Félix disse:

janeiro 6th, 2009 em 00:10

mirtes, a um tempo atrás eu morria de medo desses quadros auhau, e também das músicas qndo tocadas de tras pra frente sabe...a minha mãe ficava me botando medo.... ela sempre teve essas cismas, sempre dizendo q ve coisas q já viu o capetinha e por ai vai. Hoje eu me sinto bem melhor, livre dessas tosquices.

Estava lendo agora pouco sobre isso tambm no livro O mundo assombrado pelos demonios, onde fala da face em Marte e tambem sobre abduções. Excelente artigo. Parabens.



3. AC/DC disse:

janeiro 6th, 2009 em 16:32

Essa jocelyn é até bem normal se comparada ao Michael Jackson.... 😊



4. Ezra Floid disse:

janeiro 6th, 2009 em 18:25

Sobre "iô-iô", escrevesse "ioiô", o que não tem é hífen, podendo significar tanto o brinquedo quanto o modo que os antigos escravos negros chamavam seus senhores "ioiô e iaia".

Sobre a suástica e o símbolo no Buda Chinês: nos mesmos livros de ideogramas chineses onde se acham aqueles símbolos de "Yang-yung" encontram-se os dois símbolos invertidos que significam na tradição deles na posição da suástica a "força centrípeta" e na posição do Buda a "força centrífuga": a primeira como "força centralizadora, totalitária", a outra como "força descentralizadora, distribuidora, emanescete". Ou também os pólos magnéticos, são ideogramas muito antigos, os nazistas usaram o símbolo porque sabiam o que significava e combinava com seu projeto de dominação totalitarista.

Sobre a pareidolia, penso que esteja relacionada aos dons e habilidades de "construtivismo" que temos naturalmente; eu desenho e até esculpo figuras, cenários, paisagens a partir de manchas e formas eventuais no material que encontro, depois de observa-las fixamente parece-me que o cérebro reajusta e remonta as formas e fazem algum sentido que vou acentuando depois. É claro que viajo no que as nuvens



formam. No entanto, o que se vê na figura sempre tem a ver com a psiquê de quem a vê, desejos, sonhos, medos, fixações, obsessões.

Ezra Floid respondeu:

janeiro 6th, 2009 às 19:44



seja "escreve-se", onde errei "escrevesse".

5. Xaparral disse:

janeiro 6th, 2009 em 21:05



Em alguns casos, pareidolia me parece ser mais um tipo de persuasão subliminar, principalmente em relação às pessoas de fé demais.

Basta surgir um chimpanzé com a feição de Judas que no mesmo instante aparecerão armados com paus e pedras cristãos ferrenhos para malhar o pobre coitado.

É uma resposta consciente(?) provocada pela suposta imagem do infiel projetada no símio.

6. Vili disse:

janeiro 6th, 2009 em 21:29



sempre reparei isso nas pessoas que procuram incessantemente por *mensagens subliminares* em qualquer coisa, é 1 paranóia sem tamanho para alguns crentes e uma boa fonte de renda para alguns autores

outra coisa, a inumerada quantidade de órgãos genitais que eles *encontram* está diretamente relacionada à carência sexual 🍆

7. Nelson Pieka Rivaldo disse:

janeiro 17th, 2009 em 19:27



Artigo muito bom. Me lembrei de quando eu paro pra olhar formas nas nuvens. Sobre a aparência dos personagens da Disney o grande divulgador de ciência e do darwinismo Stephen Jay Gould, em seu livro "O Polegar do Panda", escreveu um capítulo sobre isso. Ele comenta o fato dos personagens bons terem aparências mais próximas dos filhotes humanos. Isso faz com que as pessoas gostem dele, instintivamente. Abraços.

8. Nélio Dias disse:

agosto 6th, 2012 em 10:44



Este episódio de Além da Imaginação retrata bem este padrão do que se é aceito pelos olhos! Muito interessante, um dos mais legais episódios:

9. Edwi Feitoza disse:

novembro 3rd, 2012 em 00:51



E onde fica o conceito de Vale da Estranheza para pessoas que sofrem de prosopagnosia?

10. André disse:

novembro 3rd, 2012 em 07:33



Prosopagnosia é um mal que faz a pessoa não diferenciar rostos, mas não implica que ela não saiba a diferença entre um robô e um ser humano, pois dificilmente eles acharão que uma animação da Pixar seja uma pessoa de verdade.

Mas, antes, leia a nossa [Política de Comentários](#). Obrigado por sua participação.

Você precisa estar [logado](#) para deixar um comentário.



[Nikon Coolpix](#)

www.siba.se

Nu har vi superlåga priser på kompaktkameror året om. Fri frakt!



Por [Eduardo Martins](#) em 8.04.2009 as 22:59



- [Plantão](#)
 - [Popular](#)
 - [Aleatório](#)
- Pessoas que postam apenas fotos de suas refeições podem ter problema psicológico**
 - Os golfinhos que salvaram um cachorro do afogamento**
 - Pessoas que costumam falar sobre si mesmas são propensas à depressão**
 - Derrubando o mito do QI**
 - Empresa Virgin Galactic testa nave para passeios espaciais**
 - O que sua mãe realmente quer de presente**
 - Os melhores vídeos e imagens da semana**
 - Marcas eternas: 16 impressionantes minas e crateras do mundo todo**

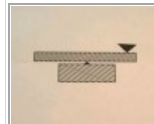
sodano i ca l eR



Ilusão de óptica do tamanho de uma cidade!



Esta ilusão de óptica me deixou com náusea



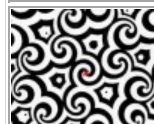
Ilusão de óptica faz viga parecer estar balançando



Confira o melhor truque de Ilusão de óptica do ano



Vídeo: ilusão de óptica mostra bailarina virando para dois lados ao mesmo tempo



Ilusão de óptica: uma espiral fantasma que aparece do nada



Esta ilusão de óptica vai deixá-lo

Aparentemente, esquizofrênicos não são enganados pela ilusão de ótica chamada de "ilusão da máscara vazia", como o resto de nós. Quando a máscara é virada, seu "verso" parece se tornar uma outra máscara, com relevo. Os esquizofrênicos não percebem isso porque, segundo cientistas, há alguns problemas com as conexões entre as áreas conceituais e sensoriais de seus cérebros.

[Köpa ny smartphone](#)

Med Galaxy S4 blir livet rikare, roligare och enklare. Beställ här!
webbutik.comviq.se



- [10 incríveis ilusões de ótica. Mais 10 aqui](#)

Na ilusão da máscara vazia, as pessoas comuns percebem o verso da máscara, algo côncavo, como uma face convexa normal. A ilusão explora nossa necessidade de dar sentido a tudo o que vemos, unindo o que realmente vemos com o que esperamos ver. É

um processo conhecido como Top Down.

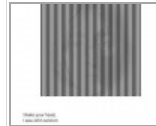
“Nossa mente guarda memórias e as usa como base para entender o mundo. Sendo assim, quando vemos uma face, ela tem que ter relevo, ser convexa, como todas as outras que já vimos por aí” explica Danaï Dima, co-autor de um estudo chamado NeuroImage e professor da Faculdade de Medicina de Hannover, na Alemanha.

- **As 10 ilusões sonoras mais incríveis do mundo**

Isso, para pacientes com esquizofrenia, é impossível. Eles vêem a face vazia exatamente como ela é. Alguns psicólogos acreditam que isso é devido à desconexão entre o que o esquizofrênico pretende ver e o seu processo Top Down. [Wired]



nauseado



ilusão de óptica incrível



Ilusão óptica é usada para fazer os carros diminuírem a velocidade

O movimento da roda consegue "enganar" no

“Roda colorida que cega”: a melhor ilusão de 2011



10 incríveis ilusões de óptica



Felicidade de ser mãe ou pai é pura ilusão



Foto: nascer do sol impressionante na Argentina



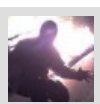
Vinicius Macêdo / 23.12.2012

Bom, na primeira vez que a máscara girou só vi um fundo oco de uma máscara normal... mas na segunda, até levei um susto. Vi como se fosse outra máscara mas de uma cor só. E depois de ter visto assim, não consigo mais ver o fundo oco.

Que diabos isso significa? o0

Gostei deste comentário ou não: 0

Faça login para responder



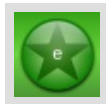
Cesar Crash / 27.03.2012

Tem uma ilusão que é fácil encontrar na internet para imprimir, recortar e montar, que é a Dragon Illusion. Ela é muito boa em vídeo, mas ao vivo, pra mim não funciona. Se eu filmo o objeto, ele passa a funcionar.

http://www.grand-illusions.com/opticalillusions/three_dragons/

Gostei deste comentário ou não: 0

Faça login para responder



Thiago Skapata / 24.12.2012

Ao vivo não funciona por que é em três dimensões. Experimente olhar o objeto com um olho fechado.

Gostei deste comentário ou não: 0

so rvi l so sadnreocE



Bruna / 26.01.2012

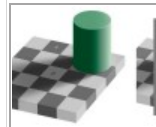
Se eu focar na parte iluminada a ilusão me pega, mas se eu me concentro e olho para as sombras no lado oco, eu só vejo o rosto oco e o sentido da rotação não muda

Gostei deste comentário ou não: 4

Faça login para responder

Nosso cérebro, por mais complexo que sej

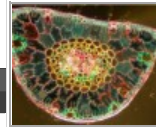
Por que algumas pessoas enxergam sons?



Incríveis ilusões de óptica que irão confundir-lo



Por que “caímos” nas pegadinhas das ilusões de óptica?



Cientistas estudam células de pacientes esquizofrênicos em laboratório



Novo remédio engana o corpo para emagrecer, dá força e resistência



Vídeo impressionante – assista um fósforo queimando em câmera lenta



Bomba d'água engana crianças para fazerem trabalho braçal





Hpr Cod / 31.08.2011

Sou normal. Graças a d... ao destino.

Gostei deste comentário ou não: 3

Faça login para responder



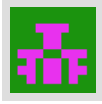
Douglas / 21.08.2011

Credo!!! parece q o lado da mascara vazia sai para fora!!!

Q ilusão loka em?

Gostei deste comentário ou não: 0

Faça login para responder



Mia / 7.08.2011

Não sou esquizofrênica e não vejo outra face que gira ao contrário, apenas o fundo da máscara do Chaplin. o.O

Gostei deste comentário ou não: 3

Faça login para responder

acsuB



Rodrigo / 2.05.2011

Não apenas aparece uma outra mascara, mas o sentido da rotação também parece se alterar

Gostei deste comentário ou não: 6

Faça login para responder

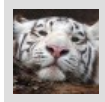
e t n e c e R e d a d i v i t A

Cadastre-se

Criar uma conta ou **entre** para ver o que seu

Nenhuma atividade recente para exibir.

Put some Like buttons on your website to engage your users. De



Matheus Andrade Rodrigues / 26.12.2012

Sim. É muito interessante

Gostei deste comentário ou não: 0



Ian / 26.12.2010

Sou esquizofrênico e vi as 2 faces da máscara. Dúvido que a ilusão sirva para diagnóstico de esquizofrenia. 😊

Gostei deste comentário ou não: 10

Faça login para responder

Plug-in social do Facebook



fatima rosa pita / 28.05.2009

ACHEI O MAXIMO!!!E PUDE COM ISTO , SABER QUE NÃO FAÇO PARTE DOS ESQUIZÔFRENICOS...

VALEU GALERA!!!

Gostei deste comentário ou não: 3

Faça login para responder

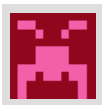


Elton / 18.04.2009

E o pior eh q quando a máscara fica do outro lado, o sentido de rotação também parece se alterar...

Gostei deste comentário ou não: 2

Faça login para responder



Luis Fernando / 17.04.2009

Incrível nem sabia disso...se vc pausa na hora certa parece uma mascara d novo LoL...

Gostei deste comentário ou não: 0

Faça login para responder



Bravo Neto / 14.04.2009

É realmente espantoso, do lado concavo, aparece um rosto com relevo



mas sem cabelo, sobrancelhas e bigode.
Obrigado por mais uma demonstração incrível.

Gostei deste comentário ou não:  0

Faça login para responder

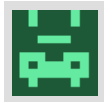


Eduardo / 13.04.2009

bem, tenho certeza que não sou esquizofrênico...
parabéns ao pessoal da hypescience!


Gostei deste comentário ou não:  1

Faça login para responder



Rafael / 13.04.2009

Vcs são os caras! uauhauh
Ilusão muito doida, continuem com o esse lindo trabalho!

Gostei deste comentário ou não:  0

Faça login para responder



edson / 12.04.2009

muito boa experiencia eu nunca havia feito isso claro não sou nenhum
asaficcionado por psicologia ou neorologia em fim mas gosto.. bom o pior e
comessarem se utilizar dessa deficiencia p fins militares!
olha eu dando ideia ai não fassam isso em kkk

Gostei deste comentário ou não:  0

Faça login para responder



AD / 10.04.2009

eu accho que sou esquizofrênico.
não caí na ilusão, é só uma máscara oca.

Gostei deste comentário ou não:  0

Faça login para responder



Cedric Sigaud / 10.04.2009

Eu não vi uma máscara diferente....
A tá.. só falta eu ser esquizofrênico huahahaahahua
Mas que é bacana é, meio mórbido mas bacana.

Gostei deste comentário ou não:  0

Faça login para responder



Luiz / 8.04.2009

eita...
esse treco é do capeta!
kkkkkk
parabéns para a Hype Science
acompanho sempre o trabalho de vcs

Gostei deste comentário ou não:  1

Faça login para responder



Você precisa fazer o [login](#) para publicar um comentário.

Conectar com:



Powered by [OneAll Social Login](#)

Categorias

Selecionar categoria ▾

[Ciência no Papo: um encontro do HypeScience em Curitiba](#) [Como colaborar](#)

[Sobre](#) | [Privacidade](#) | [Contato](#) | [Colabore](#)

Pseudoscopic imaging in a double diffraction process with a slit

José J. Lunazzi and Noemí I. Rivera

*Universidade Estadual de Campinas, Institute of Physics, C.P.6165/13084-100 Campinas-SP Brazil
lunazzi@ifi.unicamp.br*

<http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi>

Abstract: Pseudoscopic images that keep the continuous parallax are shown to be possible due to a double diffraction process intermediated by a slit. One diffraction grating acts as a wavelength encoder of views while a second diffraction grating decodes the projected image. The process results in the enlargement of the image under common white light illumination.

©2002 Optical Society of America

OCIS codes: (050.1970) Diffractive Optics; (090.1970) Diffractive Optics; (090.2870) Holographic display; (110.0110) Image systems; (110.2990) Image formation theory; (110.6880) Three-dimensional image acquisition

References and links

1. J. Arai, F. Okano, H. Hoshino, I. Yuyama "Optical shifter for a three-dimensional image by use of a gradient-index lens array," *Applied Optics-IP*, **41**, 20, 4140 (2002)
2. J. J. Lunazzi, "[Holophotography with a diffraction grating](#)," *Opt.Eng.* **29**, 15-18 (1990) .
3. J. J. Lunazzi, J.M.J. Ocampo,"Binocular disparity and stereopsis obtained under white light by means of a diffraction grating," *Journal of Modern Optics*, **42**, N1, 3-6 (1995).
4. J. J. Lunazzi, "[Holoprojection of images by a double diffraction process](#)," in "Opt. e Fis.Atômica", Proc. of the XIV Enc.Nac.de Fis.da Mat. Condensada, Soc. Bras. de Física eds. Caxambu-MG-BR, V. S. Bagnato, C. H. de Brito Cruz eds. 07-11.05.91, p OTI 5a.12:00 (1991).
5. J. J. Lunazzi, "[New possibilities in the utilisation of holographic screens](#)," *SPIE* **1667**, 289-292 (1992).
6. J. J. Lunazzi, "[Pseudoscopic Imaging by means of a holographic screen](#)," *SPIE* **1983**, 583 (1993).

1. Introduction

Refractive or reflective optics cannot render a large parallax field due to their limited aperture. Direct pseudoscopic images are uncommon [1]. After the development of holographic images it was possible to appreciate the benefits of having images that may render a wide field of view while keeping the continuous parallax, allowing the observer to "look around" the scene to obtain the maximum of its visual information. Holography and diffractive imaging may render continuous parallax exclusively under monochromatic light or through some process that renders the final image monochromatic at least over the horizontal field of view. We demonstrate in this paper that diffraction can be combined with a simple imaging process to obtain images for binocular viewing whose continuous horizontal parallax is due exclusively to diffractive elements. We demonstrated in two previous papers [2,3] that the ability of wavelength-encoding a continuous sequence of views may easily be obtained by simple

diffraction at a grating and stated that it may also be decoded at a double diffraction process [4,5] intermediated by a lens and a slit. We employed a lens at the symmetry center in [4] in order to get more luminosity and sharpness, at the expense of a more complicated ray-tracing problem. In this paper we demonstrate now how a second diffraction grating symmetrically located in respect to a simple slit is the natural way of decoding the light distribution previously coded in a first diffraction process. Symmetry properties are enough to demonstrate the generation of a pseudoscopic image, a kind of image that was only known from stereo photographic or holographic processes but not known in diffractive optics.

2. Ray-tracing in a double diffraction imaging process

Our system consists of two identical diffraction gratings $DG1$, $DG2$, symmetrically located at both sides of an aperture a (see Fig.1).

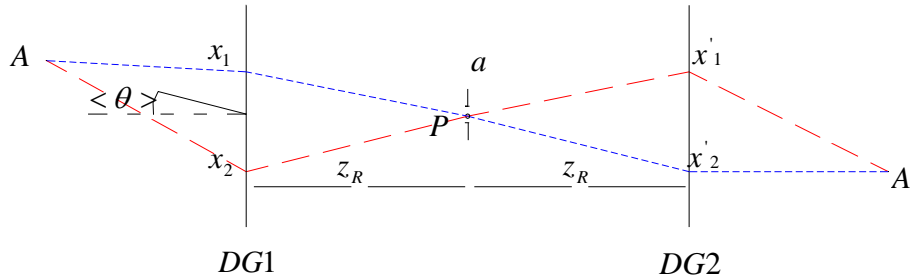


Fig. 1. ray-tracing for the symmetrical image of a point white-light object.

The plane of the figure corresponds to a horizontal plane containing the center P of the aperture, which we considered as coordinate center, while the lines of the grating are in a vertical direction. An object of white or gray tonality is illuminated by common white light diffusing at a very wide angle, such as, for example, from point A whose coordinates are x, y, z . We consider the part of the beam reaching the grating, which, after diffraction, travels toward the aperture. Z_R is the distance from the slit to the first grating, made equal to the distance from the slit to the second grating, a symmetry condition. If, for example, light reaches the grating at the point where it intersects the perpendicular to the aperture, it means that the mean direction $\langle \theta \rangle$ of the object light must satisfy:

$$\sin \langle \theta \rangle = \langle \lambda \rangle \cdot \nu \quad (1)$$

ν being the inverse of the grating period and $\langle \lambda \rangle$ the mean value of the wavelength of the visible spectrum, about $0.55 \mu\text{m}$. A rather different situation could have been chosen, where light impinges the grating normally, which could be analyzed with minor changes. The aperture is a simple vertical slit and we consider that diffraction by the aperture can be neglected because it does not affect resolution as much as the extension of the slit would. So

we can call the process a double diffraction process or, more properly, a diffraction-absorption-diffraction process. Light rays from an object point A from which light is diffused in all directions may reach, for example, two different points x_1 , x_2 at the first grating. Only one wavelength value allows the light to travel from the grating to the point P at the center of the aperture, satisfying the grating equation. We have then for each point at the grating:

$$\sin\theta_i - \sin\theta_d = \lambda\nu \quad (2)$$

where θ_i represents the angle of incidence of light traveling from point A to points on the grating, θ_d represents the angle of diffraction for light that travels from points on the grating to point P . λ represents the wavelength value corresponding to each ray. It must be noticed that in this situation the center of the aperture receives only a single ray that corresponds to a specific wavelength value. Due to the symmetry of the optical elements all rays reach the second grating at points such as x_1 , x_2 that are symmetric to the points from where they left the first grating. When the rays reach the second grating, only one of the two first diffraction orders is considered, the one that allows to keep the central symmetry through point P . It creates a situation of perfect symmetry that renders an image point A' . We can see this through the same Eq.(2) by using the appropriate new corresponding angles. The case is not symmetric for the other order, which can nevertheless bring an orthoscopic image, a case that will be described elsewhere. Geometrically describing the diffraction direction of a given wavelength we obtain the relationship which describes the light path:

$$(x - x_1) / \sqrt{(x - x_1)^2 + z^2} - x_1 / \sqrt{x_1^2 + z_R^2} = \lambda\nu \quad (3)$$

3. The pseudoscopic imaging case

The symmetry that we described demonstrates that a pseudoscopic real image may be obtained which is symmetric to the object, considering the point of symmetry being the center of the aperture. We show this situation for two object points A and B located at different depth positions. See Fig.2.

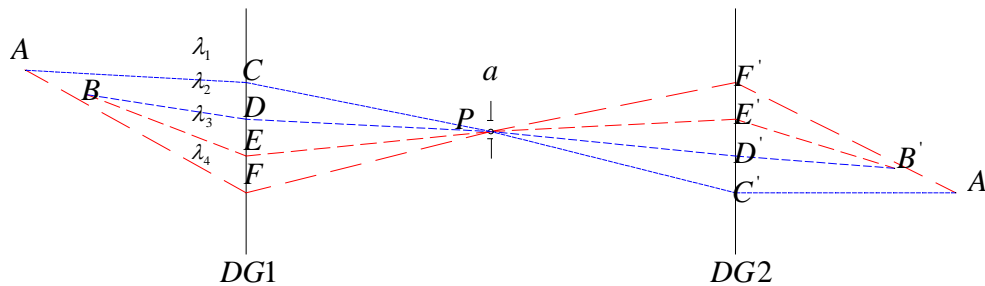


Fig. 2. ray-tracing scheme for the depth inverted image.

Four rays impinge on the first grating at points C, D, E, F , whose wavelengths λ_i have subscript numbers chosen in such a way that, if one is greater than another, it means that the indicated wavelengths are correspondingly greater than one another. Points C', D', E', F' , where light reaches the second grating, are clearly symmetric to the corresponding points where light reached the first grating. All wavelengths are recombined at image points according to the spectral sequence, spreading from there in an inverted sequence. The observer will see the image point A as being closer to him than image point B , therefore receiving a depth-inverted view of the object. The image resembles the previous cases of pseudoscopic images obtained with holographic screens [6] [4].

4. Spectral distribution and parallax effects on the image

When an observer is included on the ray tracing, his viewpoint breaks the symmetry of the ray scheme and the first consequence is the false coloring of the scene. The scheme of Fig.3 explains that the observer sees the scene in a horizontal sequence of colors when looking around the image.

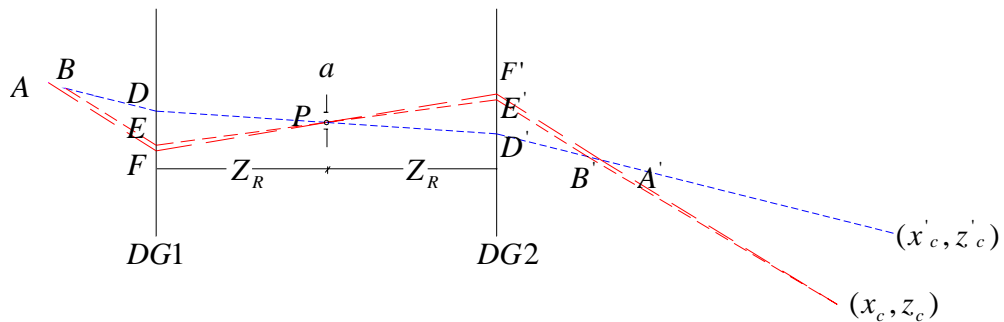


Fig. 3. Ray-tracing scheme for rays reaching an observer. Two object points A,B are represented.

When his observing point passes from position (x_c, z_c) to (x'_c, z'_c) , for example, he receives a different wavelength. The restrictive condition of eq.3 makes the light distribution coming from the center of the slit to follow the spectral sequence. As expressed before, the extreme wavelength values determine the angle of viewing, and any ray that converges to an imaging point and is directed to the eye must obey the spectral sequence relationship. The reduced extension of the pupil makes light at the eye to have very limited bandwidth. All wavelengths recombine at the image points and the original spectral distribution of the object is reconstructed there, but, since the observation is made from a certain distance, the observer can only see one pure spectral color at a time. The viewing of two object points also corresponds to two wavelengths (see Fig.3) for the observer at (x_c, z_c) . If a wavelength filter is located at any point on the system there will be a selection of points at the image. Viewing the image is equivalent to viewing the pseudoscopic image in a hologram. When the observer moves his head in a one horizontal direction, the parallax change corresponds to

moving his head in an opposite direction (in the case of looking directly at the object). When the field of view allows both eyes to observe simultaneously, pseudoscopy by this real-time situation is a very interesting and unique experience. The projected image looks like the pseudoscopic image from a hologram and, in a situation where the object may be in movement, an animated scene is possible. Also, no speckle effects are noticeable, and it is possible to hide the object, making the viewing more impressive to the observer.

5. Experimental results with multiple wavelengths

We employed two plastic embossed holographic transmission gratings of the same type, commercially available for architectural or educational purposes, with 533 ± 5 lines/mm sandwiched between two glass plates 2 mm thick. Their effective area employed was less than 60 mm (H) x 40 mm (V). Undulations were evident on both, which prevented us from using their second diffraction order, where light beams appeared distorted. They were located 600 ± 2 mm apart in parallel position and a vertical black paper slit 0.7 ± 0.15 mm wide was in between both gratings. Parallelism of the gratings planes was verified to better than ± 1 mm by making coincident reflections of a diode laser beam which traversed the slit, impinged on both gratings and returned to the laser exit. Photographs were made by a analog camera SONY video 8 Handy cam camera connected to a INTEL CS430 web camera whose only purpose was to act as a capture digital converter. It was connected to a Pentium I computer to get 240 x 320-pixel resolution.

For the first object we used a set of three small filament lamps, of the kind employed for illuminating car panels. The filaments were 2 mm long, facing towards the grating. They were arranged in such a way that two of them were at 16 cm from the first grating and their vertical distance was 3 cm, while the third one was 1.5 cm closer to the grating. Fig.4 shows the situation for three viewpoints when the camera moved equal distances from left to right. The light of the image passed from greater to smaller diffraction angle, and consequently the wavelengths, from longer to shorter.



Fig. 4. [\(2.5 Mb\)](#) Parallax and color change for three point objects (see video).
a) left view b) center view c) right view

A rod included in the scene in contact with the second grating serves as a reference for positions. In a) the two vertically aligned lamps appear in green, and the closer lamp in red. In b), the image color of those two lamps is blue, and the image of the other is red. In c) the formerly blue images became in deep blue, and the other image appears now in green. The three spots were slightly displaced from right to left, while the horizontal distance between the

spots increased 8 %, a result that shows the depth inversion between image and object in good agreement with the situation (Fig.3).

For the second object, we used a halogeneous 50 W lamp with a parabolic 46 mm diameter faceted reflector behind it, constituting an extended object. The image (see Fig.5) is compared to the image of the object itself, as viewed from the same distance which the light from the object traversed to form the image.

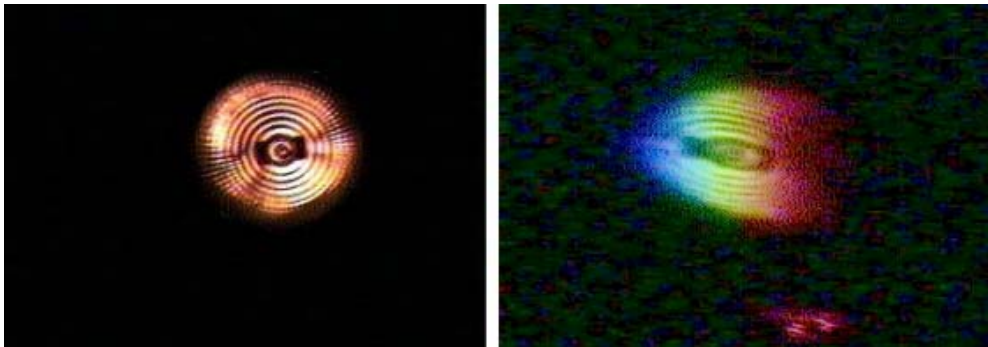


Fig. 5. Image of a halogeneous lamp with reflector. Left: direct image; Right: double diffracted image

The horizontal angular extension of the image was close to that of the object, but did not allow seeing the whole object. The red dot which appears below the image comes from the aligning laser indicating the point at the second grating with zero value for the x coordinate.

We can see, by comparing figures 5 (left) and 5 (right), that the elliptical horizontal extension of the image indicates horizontal magnification of about $\times 1.9$.

6. Conclusions

We demonstrated a new way of generating a pseudoscopic image directly from an object, which does not need refracting elements. Also, that image enlargement is possible in one direction by means of purely diffractive element and using the whole spectrum of white light. An aperture which gives a large field for viewpoints comes from a diffractive element whose construction and manipulation is much easier than that of conventional optical elements. The reproduced light field is very similar to the original object field where no magnification distortions are present, even in a longitudinal direction. We showed that white light 3D imaging through diffractive optics render images with an interesting resemblance to holographic images. It is an interesting possibility for increasing the aperture of an optical system because diffraction gratings can be made to deflect light at very large angles generating large angular aperture values.

7. Acknowledgements

The “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior”- CAPES of the Brazilian Ministry of Education is acknowledged for a fellowship for Mrs. Noemí R. Rivera. Marcelo F. Rigon is acknowledged for helping in the video registering and digital photographing performed. Diane Marie Petty and Paul and Silvia Baldi are acknowledged for reviewing the English version.



2013 -

[January/February](#)

[March/April](#)

[May/June](#)

[2012 +](#)

[2011 +](#)

[2010 +](#)

[2009 +](#)

[2008 +](#)

[2007 +](#)

[2006 +](#)

[2005 +](#)

The Road Ahead to the Holodeck: Light-Field Imaging and Display

Light-field displays represent the 3-D of our future

by Jim Larimer

MODERN DISPLAYS can reconstruct 2-D and stereo-pair 3-D (s3D) imagery, but some important features of the natural visual environment are still missing; there remains a visible gap between natural imagery and its reconstruction on even today's most advanced display technologies. This gap can be closed as light-field technologies replace our current display systems. The light field is all of the information contained in light as it passes through a finite volume in space as we look in any direction from a vantage point within the volume. This article will describe the signals contained in the light field and captured by human vision that are missing with 2-D, s3D, and multi-view s3D displays. To understand what is missing, it is useful to understand the evolutionary context of biological vision.

A Brief History of Vision

Biological sensory systems evolved shortly after the Cambrian explosion, when predation became a part of life. Vision evolved so that creatures could find food and avoid being eaten. Vision plays a central role in cognition and our understanding of the world about us; it provides the basic information we use to orient in our immediate environment. Almost all ideas have images as correlates; a chair is a visual pattern, a tiger is a large cat. Even abstract concepts such as satisfaction can be imagined as a smile on a face. Visual cognition, understanding images, is not the mental equivalent of a photograph; our visual experience is more akin to Plato's concept of Ideals and Forms. We see people, objects, and actions — not their images as projected onto our retinas.





Human vision is object oriented. We use information extracted from the light field and neural signal processing based upon learning and memory to understand the environment we sense from the images projected onto our retinas. The image formed on the retina is the raw data for vision; it is not a sufficient signal for image understanding by itself. To understand what we see, we change eye positions and focus to de-clutter or segment a scene into whole objects.

Not all of the information embedded in the light field is accessible to vision. Reconstructing information we cannot see is wasteful, just as leaving out information we can see limits the veridicality of the virtual scene we experience on modern displays. Artists may wish to create non-veridical or distorted imagery in cinema and photography, but this is a choice the artist should make and not have made for them by the imaging technology.

Images exist because we have a chambered eye with an entrance pupil similar to a pinhole camera or the camera obscura (Fig. 1). Understanding how our eyes extract useful information from the light field and the physics of light both began with the camera obscura. The camera obscura's connection to sight was described by Mozi and Aristotle centuries ago and featured in da Vinci's notes on light and imaging.¹ The idea that light from a point on any surface can be considered as rays emanating in all directions external to the surface, a central idea in geometric optics, is based upon the pinhole camera. Evolution discovered the pinhole camera concept shortly after the Cambrian explosion almost 550 million years ago and a chambered complex eye like ours evolved over 500 million years ago.²

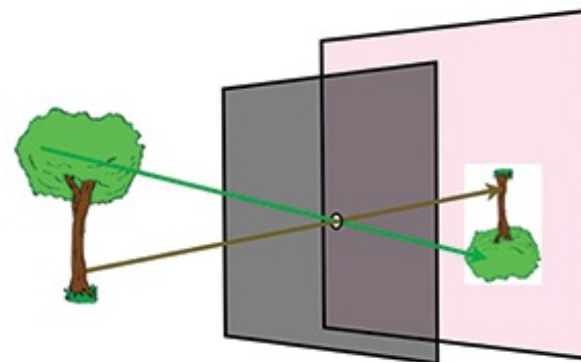


Fig. 1: A camera obscura or pinhole camera is shown in this illustration. The discovery of the pinhole camera gave rise to early ideas about the nature of light, vision, and optics. That light can be thought of as traveling in straight lines comes directly from this discovery.

Michael Faraday in 1846³ was the first to describe light as a field similar to the field theory he developed for electricity and magnetism. Almost 100 years later, Gershun⁴ defined the light field as the uncountable infinity of points in three-space where each point can be characterized as a radiance function that depends upon the location of the point in space and the radiance traversing through it in every direction (Fig. 2).

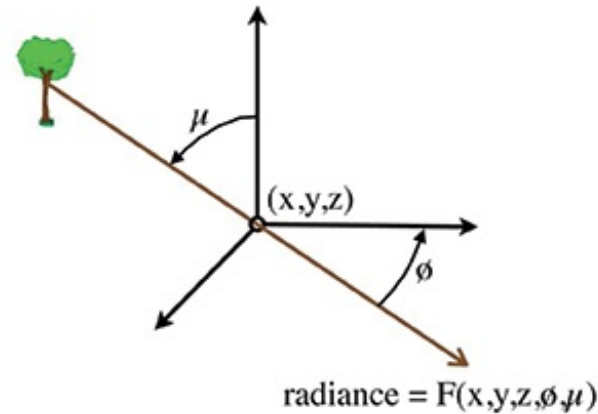


Fig. 2: An arbitrary point in space is shown with a ray that originated on the trunk of a tree passing through it in a direction relative to the point at azimuth and elevation angles ϕ and μ , respectively. The radiance in this direction through the point is $F(x, y, z, \phi, \mu)$. This is Gershun's definition of a point in the light field; Adelson and Bergen called this the 5-D plenoptic function.

Light traversing a point in the light field continues to move beyond the point until it encounters an impedance that can alter its course by reflection, refraction, or extinction. Every line passing through a point in the light field in terrestrial space will be terminated by two surfaces, one at each end. Every line segment defined this way contains two packets of information, each going in opposite directions. If the line segment is not very long and there is nothing to impede it, this information is almost entirely redundant at every point on the line. The information is unique to the surfaces and light sources creating the packets, and this is the information biological vision has evolved to sample and use.

Adelson and Bergen⁵ called Gershun's radiance function the 5-D plenoptic function, indicating that everything that is visible from a point in free space is contained in it. They described how our visual system extracts information from the light field to discover properties of

objects and actions in our visual environment. The plenoptic function contains information about every unobstructed surface in the lines of sight to the point in space and by adding time, the 6-D plenoptic function, how these surfaces change. J. J. Gibson called the information we gather from the visual environment affordances⁶ because it informs behavior; for example, when to duck when something is looming towards us. Information that is not useful in affording an action is not extracted from the light field.

A pinhole camera forms an image based upon the plenoptic function at the location of the pinhole. The image formed by the camera is based upon at most half of the plenoptic function at this point and is limited by camera size, blur, and diffraction. The image formed depends only upon the direction from which a ray travels through the pinhole. Images are therefore 2-D and flat. Information about depth in the visual field is missing in a single image. For example, image size is a function of both object size and the distance to the object from the entrance pupil of the camera. This information is ambiguous in a single image. Parallax produced by an object or camera motion or by the displacement of our two eyes and the resulting retinal image disparities provides the additional information required to disambiguate these two factors. Figure 3 illustrates how parallax is expressed in the relative location of the 2-D projections of objects on the projection plane of two cameras at different locations.

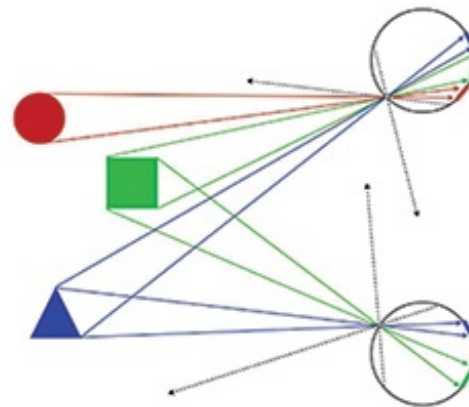


Fig. 3: A top-down plan view of three figures in the visual field of two spherical pinhole cameras is shown in this drawing. The two cameras view the visual field from two different locations, and this results in changes in the relative locations and extents of the images of these objects on the projection surfaces. These differences are due to parallax. At the lower location, the red object is totally obscured by the green object, and there is no image of it visible on the projection surface. The relative change in location and rate of change as either objects or the camera move through space provides information about the range and size of objects in the visual field. To extract this information requires signal processing in the visual system.

Our visual system has evolved neural mechanisms that use parallax to estimate the distance to objects and the closing rates of looming objects. These estimates are based upon data extracted from the light field sampled over a period of several milliseconds. Object recognition and identification, linear and aerial perspective, occlusion, familiarity, and other features of the imagery projected onto our retinas over time are all used by the visual system to augment our image understanding of the location, size, range, surface relief, *etc.*, of objects in the visual field.

Real pinhole cameras have entrance apertures or pupils that are larger than a point. The image formed by a pinhole camera is the sum of many points or plenoptic functions located within the entrance aperture. As the size of the aperture is enlarged to let in more light, the resulting image becomes blurry. The resolution limit of a real pinhole camera is limited by diffraction as the aperture size is reduced and by blur as it is enlarged. There is a trade-off between image intensity and image clarity.

Evolution has overcome this tradeoff by evolving a lens located near the pupil that allows us to focus the light traversing the pupil, sharpening the images of some objects but not all objects in the field of view simultaneously. The depth of field^a of the image is determined by the diameter of the entrance pupil and the eye's focus. Focus is determined by where we place our attention in the visual field. Blur is a cue used to estimate the size and the relative depth to objects.⁷

In and Out of Focus

The information in the light field passing through the pupil becomes more or less accessible to visual cognition depending upon the eye's focus. Focusing superimposes all of the rays passing through the pupil from many plenoptic functions that originated at single points on the surface of objects that are in focus onto single points in the image projected onto the retina. Every in-focus point in the visual field will project to one point on the retina. Rays originating on out-of-focus points are spread over the retina in circles of blur whose size depend upon focus and pupil diameter. [Figure 4](#) illustrates focus for a schematic eye showing four bundles of rays that originated from each of the ends of two arrows. The blue arrow is in focus and the green arrow is not.

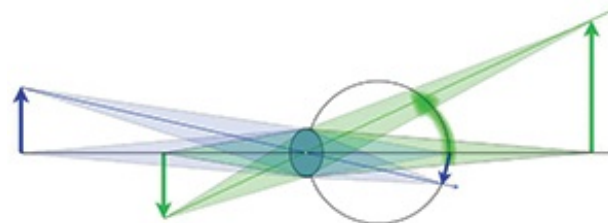


Fig. 4: This diagram shows a schematic eye focused on the blue arrow. The transparent blue and green bundles are the rays from the end points of both arrows that form images of the end points on the retina. The blue arrow's image is sharp on the retina and the bundles converge to a point on the retina. The green arrow would come to focus on a projection plane behind the retina. Rays emanating from the green arrow end points are spread or blurred over a wide area of the retina. When an out-of-focus object occludes an in-focus object, the blur reduces the image contrast of parts of the in-focus object.

Focusing the image on the projection surface aggregates information from all the rays passing through the pupil. When the information in these rays is correlated, *i.e.*, originated from the same point on an in-focus surface, the aggregate signal is strengthened. When the rays projected onto retinal locations come from several different surface points, and are therefore uncorrelated, information is mixed together and blurred, reducing the signal strength and image contrast. The information captured from the light field is not lost, but to see it we must focus on different surfaces.

Image-capture and reconstruction in traditional 2-D and s3D imaging systems do not support refocusing, and the only parallax information available in s3D is fixed by the location of the two cameras. When viewing natural scenes we move our eyes and translate and rotate our heads to obtain more parallax information from the light field. We can re-focus our eyes to rearrange and sort the bundles of rays coming from all the points that traverse our pupils.

The signal for focusing is missing with traditional image technology as is a great deal of the parallax information, but our visual system evolved to use this information. The result can be annoying and uncomfortable. For example, when viewing a large displayed image the viewer might attempt to view an object on the screen that is out-of-focus or she may move her head to see around something in the scene. No effort on the viewer's part can bring an out-of-focus object in a displayed image into focus or allow her to see behind an occlusion.

A 2-D video sequence during which the camera moves, or in which objects are moving in the scene, can evoke the perception of depth in a scene, but as soon as the motion stops, these motion-parallax-driven cues, along with the sense of depth, are lost. The inability to see around occlusions and the fixed image focus in standard 2-D and s3D imagery are the missing and/or inaccessible light field data.

Light-Field Cameras

Cameras that can retain the perceptually relevant information in the light field have been developed. The idea for this camera has many sources: Lippmann or Ives,⁸ and, more recently, Adelson and Wang⁹ and Ng *et al.*¹⁰ The company Lytro recently introduced a light-field camera into consumer markets and a commercial version of a light-field camera is available from Raytrix.¹¹ (For more about these cameras, see the article, "Communication through the Light Field: An Essay," in this issue.) Understanding how these cameras capture

the light field reveals what is required to build a true light-field display capable of reconstructing parallax information appropriate for any head position and that supports attention-driven focusing.

A plenoptic camera is similar to an ordinary camera or to the eye in its basic design. To illustrate the principles of operation of a plenoptic camera, a spherical camera similar in geometry to the eye will be used. We will call the entrance aperture of the plenoptic camera the pupil and the projection surface where images are formed will be called the retina. The eye's lens is located very close to the eye's pupil and we will imply the same geometry for this plenoptic camera, although that is not a requirement. A plenoptic camera has an array of tiny pinhole cameras^b located where the retina would be located in a real eye. These tiny cameras capture images of the rays passing through the pupil. Every pinhole camera has its own unique entrance aperture, its pinhole, located at uniformly spaced positions within this array of tiny cameras replacing the retina in our illustration. Two of these pinhole cameras are illustrated very much enlarged in Fig. 5; all of the other pinhole cameras are too small to be seen in this illustration.

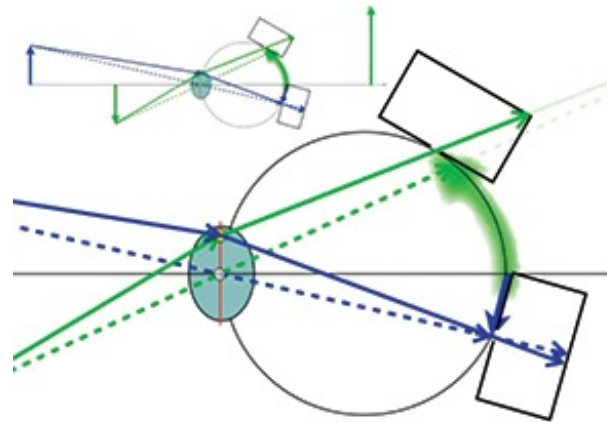


Fig. 5: Ray tracings for two rays originating at the tip of the green arrow and two rays originating at the tip of the blue arrow are followed as they come to focus at different depths in the upper small illustration. The blue arrow is in focus on the retina whereas the green arrow comes to focus behind the arrow. The enlarged illustration traces the rays as they are captured by or miss the apertures in the case of the green dashed ray of two pinhole cameras located on the retina.

Every tiny camera captures a slightly different image depending upon its location in the array. Where rays from points in the 3-D object space enter the plenoptic camera depends upon the location of these points in the visual field, the 3-D object space. Where rays

traversing locations in the pupil of the plenoptic camera are projected onto the pinholes in the tiny camera array depends on the plenoptic camera's focus. A plenoptic camera does not require a lens that can change its focal length to make sharp images of any point in the visual field. It can bring any point into focus by rearranging the data captured by the array of tiny pinhole cameras. This requires some computation in addition to the array of tiny pinhole cameras.

Two rays from separate points in the 3-D object space entering the plenoptic camera at the same location in the pupil will generally be imaged to separate pinhole cameras. Two rays entering the plenoptic camera from the same point in 3-D object space will only be projected to the same pinhole in the tiny camera array if their point of origin is in focus. This is illustrated in [Fig. 5](#).

[Figure 5](#) traces four rays as they traverse the pupil and are projected onto the pinhole camera array. One ray from each of the blue and green arrow tips passes through the center of the pupil; these rays are shown as dashed lines in the figure. A second ray from each arrow's tip passes through the same peripheral location in the pupil; these rays are represented as solid lines.

The blue arrow is in focus, so the lens projects both the dashed and solid blue rays to the same pinhole camera location in the tiny camera array. The two rays are traced as they pass through the pinhole at this location and are projected onto the back surface of this tiny camera. The locations of the rays on the pinhole camera's back surface are correlated with the entrance pupil locations of the rays, which are correlated with the location of the point in the 3-D object space at which both of these rays originated. This is the directional information that is lost in ordinary cameras. Most or even all of the rays projected onto this pinhole will have originated at the same point on the blue arrow's tip. The image projected on the back surface of this pinhole camera records each ray's location in the pupil.

The dashed and solid green lines tracing the path of rays from the green arrow tip are projected to different locations on the pinhole array because this arrow is not in focus. Different pinhole cameras will record the directional information contained in these two rays. The plenoptic camera nonetheless captures all of the directional information contained in these rays, so no directional information is lost.

In summary, rays originating at points in focus in the scene will be captured by a single pinhole camera in the array and rays originating from out-of-focus points will be captured by different pinhole cameras. Capturing the directional information is the key to capturing the light field in a small region in free space, *i.e.*, where the plenoptic camera's entrance aperture is located.

[Figure 6](#) illustrates what happens in a plenoptic camera when two points in 3-D object space are located along the same direction from the eye and one point is nearer to the eye than the other. This is illustrated with points on the base of the two arrows illustrated in [Fig. 5](#).

The green arrow is out of focus and its base occludes some of the rays from a point on the base of the in-focus blue arrow. The entire bundle of rays originating at a point on the base of the green arrow will be projected onto the pinhole camera array of the plenoptic camera as a small circle of blur, *i.e.*, different rays going to different locations on the retina. In this illustration only the non-occluded half of the bundle of rays that originates at a point at the base of the blue arrow passes through the plenoptic camera's pupil. The base of the green arrow occludes the other half of this bundle of rays. Therefore, only one-half of the blue rays in this bundle are sharply focused on the pinhole camera at this retinal location. These rays from the blue arrow are imaged on the pinhole camera's back surface, covering

half of it. In the middle of the image formed by this pinhole camera is a small portion of the green rays from the out-of-focus green arrow base. The image formed by this pinhole camera from rays originating at these two points is shown as an inset in Fig. 6.

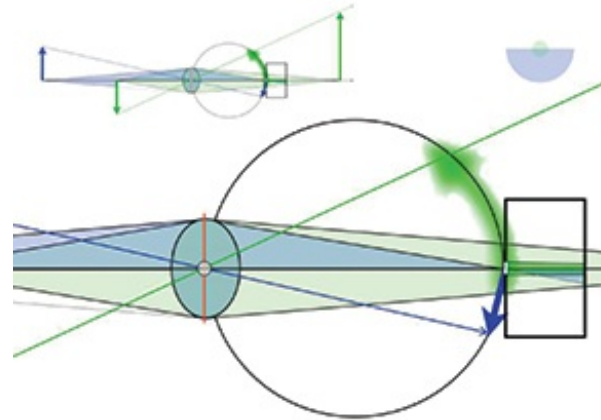


Fig. 6: The small upper-left illustration traces two bundles of rays originating from the base of two arrows as they are traced to their conjugate points on the images formed by the lens. A pinhole camera placed at the location where the blue bundle of rays comes to focus captures an image of the bundle as it passes through the lens. The bundle of rays from the green arrow would form a circle of blur at this image depth, so the pinhole camera captures a fraction of the rays in this bundle as a small spot on the pinhole camera's projection surface. The image of the rays from both bundles as captured by the pinhole camera is shown as the insert in the upper right of the illustration.

This is an example of how blur can mix rays from different objects together, reducing the contrast of portions of sharp images formed on the retina when two objects at different depths are near the same direction on a line of sight from the eye. This is an example of the how the parallax information contained in two distinct plenoptic functions whose xyz locations in 3-D space are separated by less than the diameter of the pupil is lost in ordinary image capture by a camera or the eye. A plenoptic camera retains this information in the pattern of images formed on the array of tiny pinhole cameras replacing the retina.

These off-pupil-center rays from all of the points in 3-D object space are the signal that our eyes use to focus. Without direct access to these signals we cannot focus. These rays contain some information regarding what is behind an occluding object, but nothing compared to the information we obtain by moving our heads or from the separation between our two eyes. In a light-field camera instead of the eye, the entrance aperture can be very large. As this aperture gets bigger the camera can look farther behind occluding

objects. A light-field or plenoptic display must reconstruct this information and it must perform this reconstruction for every head location and orientation within the viewing space where the eyes might be located. This is the inverse of the sampling operation performed by the plenoptic camera, with the caveat that the samples must also include a wide variety of locations within the visual field corresponding to any pair of eye locations from which a display user might view the plenoptic or light-field display.

There are fundamental resolution limits to be considered now that the operational principles of light-field imaging have been described. Sampling is a quantization and a windowing problem. The volume of space to be reconstructed and the volume of real space from which it can be viewed determine the number of rays that must be reconstructed for a light-field display to operate. The larger these spaces become, the more rays will be required. This is a standard clipping or windowing issue; how much of the space can be clipped away before the volume is too small to be useful? That is a task-dependent question.

The same spatial and temporal resolution requirements apply to a light-field display that apply to ordinary displays. At half-a-meter viewing distance, a 100-dpi display produces about 15 line-pairs per degree of visual angle, adequate for many display tasks at this viewing distance. For a handheld display that will be viewed closer to the eye, 200 dpi or more is appropriate. Temporal-resolution requirements are the same as in current displays. Avoiding or controlling temporal artifacts such as flicker, judder, motion blur, and a recently documented temporal artifact in s3D imaging¹² must be considered to determine the frame rates required for any specific task.

Figure 7 depicts a light-field display in top-down plan view. The front surface of the display is the light-blue side of the rectangle with the blue fill. The blue fill represents the light-field volume that can be reconstructed on this display. This volume can be viewed only from locations within the yellow fill. Two individuals, each with a single eye, are looking at the red dot. It must appear at locations 1 and 2 on the front surface of the display. For the eye on the right, the green dot is also visible on the screen at the same location the red dot is visible to the left eye, *i.e.*, location 1. This illustrates the requirement that a light-field display must be capable of reconstructing directional views to objects that appear at different front-screen locations depending upon where the viewer is located. A light-field display reconstructs parallax information for any head location or rotation relative to the display screen within the viewing window.

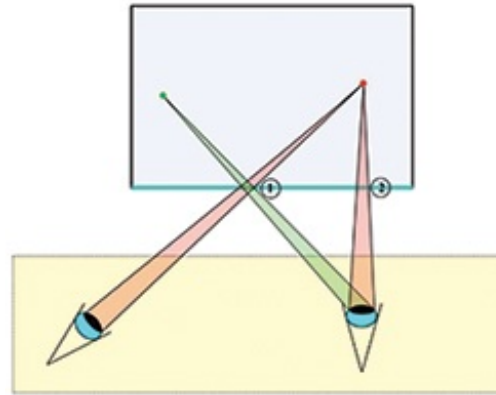


Fig. 7: A hypothetical light-field display is illustrated in a top-down plan view. The blue edge at the bottom of the blue rectangle represents the front surface of the display. The light-blue area in the rectangle is the reconstructed light-field volume and the yellow rectangle represents the viewing window in which viewers can correctly view the space. The screen surface at the point labeled 1 must be able to send rays corresponding to the green dot in the viewed volume to the eye on the right while simultaneously sending rays corresponding to the red dot to the eye on the left. This is the task of the plenoptic display.

The light-green and light-pink pyramids represent the bundles of rays from each dot that are traversing the pupils of these two eyes. Multiple rays within these bundles are required if observers are to be able to arbitrarily focus on any object within the reconstructed light-field volume. This would be possible if the front surface of the display was an array of micro-projectors that could project independent rays at each location of the front surface of the display towards every location where the viewer's eyes might be located. A video display produced by Zebra Imaging based upon this architecture will be described at the SID Display Week Technical Conference in May in Vancouver.¹³

To focus the eye at any arbitrary depth within the reconstructed volume, more than a single ray from every surface point in the virtual volume must be included in the bundles of rays passing through the viewer's pupil for every possible eye location within the viewing space. This is the data that is captured by the plenoptic camera. The reconstruction of this data is slightly more complicated than its capture because the eye's optics must be considered again. It is these bundles of rays traversing the display viewer's pupil that allow the eye to focus at any arbitrary depth within this volume. The Zebra Imaging light-field video display described in Ref. 13 provides parallax and unique s3D information for every viewer location, but lacks sufficient rays to support arbitrary focusing.

In the camera discussion, the number of rays captured at any pinhole camera location in the plenoptic camera corresponded to the number of independent locations or pixels on the sensor on the back surfaces of the pinhole camera. This resolution determines the

depth of field in which the data can be rearranged through image processing to bring an object into focus or the number of stereo pairs for s3D viewing that can be reconstructed from the captured data.

How many rays are needed at each location, or correspondingly, how many rays from every surface point in the virtual space must pass through the eye's pupil at any arbitrary location in the viewing space? The answer is the angular ray resolution requirement for a light-field display. This requirement is related to the ability of the human eye to see a change in blur and this is related to pupil diameter and the point-spread function of the eye.

Akeley *et al.*¹⁴ constructed a prototype display for a single eye position that allows viewers to focus arbitrarily within a finite volume, but only from a fixed-eye location and only with some important cheats. Occlusion is not supported in this quasi-light field display. To understand how they did this, imagine looking at a point on a plane in space that is perpendicular to your line of sight. How far in front or behind this plane would another point have to be placed before you noticed it was blurry? This distance defines planes of just perceptible blur and measured in diopters, they are equally far apart.

Suppose a viewer is focused on a point on a plane and a second point is either one blur distance in front or behind it. Suppose the number of rays being reconstructed from the second point is finite and that some number of them, say n , traverse the viewer's pupil. Because this point is out of focus, these n rays will be imaged within the blur circle of the eye for real points on a surface this far removed from an in-focus point in the field of view. If those n rays form n perceptually distinct points, then the viewer could discern that these are different from a real blur circle. The real blur area would not be completely covered in this case, so it would be noticeably different from real blur. If, on the other hand, there is no noticeable difference between the n points created by the n rays from this light-field reconstruction and the blur created by real objects, then the observer would have no way of knowing that this reconstruction is different from a real light field created by a real object. This is the key to figuring out how many rays are required. At this point in time, this number has not been determined in the lab. Nor is it known at what number of rays a sufficient signal for focus is produced. It could be that we could focus with fewer or more points than are required to match all possible blur circles. Figure 8 illustrates the case where the number of rays from an out-of-focus object is inadequate and the individual rays would be visible to the observer and therefore inadequate to reconstruct the light field.

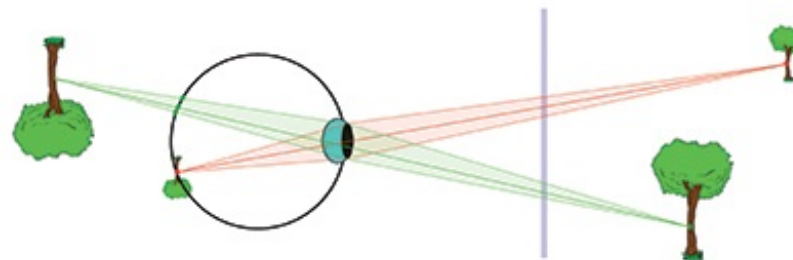


Fig. 8: The vertical blue line represents the surface of a plenoptic display and the two trees depicted to the right of it are in the virtual space of the display. The pink and green bundles represent the trajectories of all the rays from two points on the trunks of these two virtual trees that might traverse the observer's pupil. The screen must reconstruct an adequate number of these rays. Suppose from each virtual tree trunk location only three rays reconstructed on the screen traverse the pupil. For the in focus pink bundle these three rays are superimposed on the retina, but for the out of focus green bundle these rays are projected onto the retina with large gaps between the rays. The observer would detect the sparse reconstruction as a series of distinct dots instead of a blur circle, so this display would not adequately reconstruct the light field. More rays would be required to traverse the observer's pupil from every screen location.

The lab apparatus built by Akeley *et al.* employed three planes spaced between 0.5 and 1 diopter apart. With this apparatus, a volume roughly 25 cm deep close to the eye was reconstructed. Their cheats allowed them to trick the eye into focusing at any depth within this volume by approximating the blur circles and by avoiding scenes where this scheme would produce conflicting signals.

Light-Field Displays

Many display architectures for light-field displays are possible. Schowengerdt *et al.*¹⁵ described a head-mounted light-field display at Display Week 2010 based upon a novel fiber-optic projector. Most recently, Fattal *et al.*, described a light-field display based upon diffractive optics and light guiding, where images are created by turning on and off light sources. The spatial, temporal, tone-scale, and angular resolution of these future light-field displays will depend upon individual application requirements. The additional angular resolution requirement will determine the amount of arbitrary user-unique focusing a specific display device will support. We can expect these parameters to be traded off like any other engineering trade-off, to suit the application requirements. No display, including the light-field display, needs to exactly match nature; it only needs to be veridical enough for an observer to not see or care about the difference.

The challenges for light-field displays will involve developing display architectures that can be manufactured reliably and inexpensively, developing signal processing and addressing bandwidth schemes that are consistent with the capabilities of electronic components, and discovering the engineering trade-offs most appropriate for each application. Once these hardware challenges are overcome, only a light-field communications infrastructure that includes capture, transmission, and reconstruction will be the remaining barriers to realizing light-field imaging. It was only 20 years ago that some people doubted that the CRT could ever be completely replaced as the backbone of video technology; it would be difficult to speculate on how rapidly light-field technology will roll out.

References

¹J. Needham, *Science and Civilization in China: Volume 4, Physics and Physical Technology, Part 1, Physics* (Caves Books, Ltd., Taipei,

1986); Aristotle, *Problems, Book XV*; J. P. Richter, ed., *The Notebooks of Leonardo da Vinci* (Dover, New York, 1970).

²M. F. Land and D-E. Nilsson, *Animal Eyes* (Oxford University Press, ISBN 0-19-850968-5, 2001).

³M. Faraday, "Thoughts on Ray Vibrations," *Philosophical Magazine*, S.3, Vol. XXVIII, N188 (May 1846).

⁴A. Gershun, "The Light Field" (Moscow, 1936). Translated by P. Moon and G. Timoshenko in *Journal of Mathematics and Physics*, Vol. XVIII, pp. 51–151 (MIT Press, Cambridge, MA, 1939).

⁵E. H. Adelson and J. R. Bergen, "The plenoptic function and the elements of early vision," in *Computation Models of Visual Processing*, M. Landy and J. A. Movshon, eds. (MIT Press, Cambridge, MA, 1991), pp. 3–20.

⁶J. J. Gibson, *The Senses Considered as Perceptual Systems* (Houghton Mifflin, Boston, MA, 1955), ISBN 0-313-23961-4; J. J. Gibson, "The Theory of Affordances," in R. Shaw & J. Bransford, eds., *Perceiving, Acting, and Knowing: Toward an Ecological Psychology* (Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1977), pp. 67–82.

⁷R. T. Held, E. A. Cooper, and M. S. Banks, "Blur and Disparity Are Complementary Cues to Depth," *Current Biology* **22**, 1–6 (2012); R. T. Held, E. A. Cooper, J. F. O'Brien, and M. S. Banks, "Using Blur to Affect Perceived Distance and Size," *ACM Transactions on Graphics* **29**, 1–16 (2010).

⁸G. Lippmann, "Epreuves reversible donnant la sensation du relief," *J. de Physique* **7**, 821–825 (1908); H. E. Ives, "Parallax Panoramagrams Made Possible with a Large Diameter Lens," *JOSA* **20**, 332–342 (1930).

⁹T. Adelson and J. Y. A. Wang, "Single lens stereo with a plenoptic camera," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* **14**, 2 (Feb), 99–106 (1992).

¹⁰R. Ng, M. Levoy, M. Brédif, G. Duval, M. Horowitz, and P. Hanrahan, *Light Field Photography with a Hand-held Plenoptic Camera*, Stanford Tech Report CTSR 2005-02.

¹¹www.lytro.com and www.raytrix.de

¹²D. M. Hoffman, V. I. Karasev, and M. S. Banks, “Temporal Presentation Protocols in Stereoscopic Displays: Flicker Visibility, Perceived Motion, and Perceived Depth, *J. Soc. Info. Display* **19**, 255–281 (2011).

¹³M. Klug, T. Burnett, A. Fancello, A. Heath, K. Gardner, S. O’Connell, and C. A. Newswanger, “Scalable, Collaborative, Interactive Light-Field Display System” (to be published in the *2013 SID Symposium Digest of Technical Papers*).

¹⁴K. Akeley, S. J. Watt, A. R. Girshick, and M. S. Banks, “A Stereo Display Prototype with Multiple Focal Distances,” *ACM Transactions on Graphics* **23**, 1804–813 (2004).; K. Akeley, “Achieving Near-Correct Focus Cues Using Multiple Image Planes, Dissertation submitted to the Department of Electrical Engineering and the Committee on Graduate Studies of Stanford University (2004).

¹⁵B. T. Schowengerdt, M. Murari, and E. J. Seibel, “Volumetric Display Using Scanned Fiber Array,” *SID Symposium Digest Tech. Paper* **41**, 653-656 (2010).

¹⁶D. Fattal, Z. Peng, T. Tran, S. Vo, M. Fiorentino, J. Brug, and R. G. Beusoleil, “A Multi-Directional Backlight for a Wide-Angle, Glasses-Free Three-Dimensional Display,” *Nature* **495**, 348–351 (2013). •

^aDepth of field is the distance between the nearest and farthest objects in the visual field that are sufficiently sharp to be characterized as in-focus.

^bThe tiny camera array does not necessarily have to be made of pinhole cameras; these tiny cameras could have lenses. The principles of operation of the plenoptic camera would be the same in either case.

Jim Larimer is a retired NASA scientist and long-time member of the SID. He consults on human-factors issues related to imaging. He can be reached at jim@imagemetrics.com. Note: Jim Bergen and David Hoffman made helpful suggestions to improve an early draft of this article. All remaining confusions and errors are mine, not theirs.



[ID Archive](#) | [Editorial Calendar](#) | [Media Kit](#) | [About ID](#) | [Contact Us](#) | [In Memoriam](#) | [Links & Blogs](#)

[Terms & Conditions](#) | [Privacy Policy](#)

1475 S. Bascom Ave, Ste. 114, Campbell, CA 95008 | Tel: (408) 879-3901 Fax: (408) 879-3833 | email: office@sid.org

Copyright © 2011-2013 Society For Information Display