



ACM SIGGRAPH IRC
International Resources Committee



INTERNATIONAL
PODCASTS

Within the context of the annual SIGGRAPH conferences, the International Resources Committee produces audio podcasts and written transcripts of works shown at the Art Gallery in SIGGRAPH Asia 2013. Presented in different languages, these allow the works to become accessible to our international visitors, as well as anybody who is unable to attend the conferences. Hosted on various sites (including SIGGRAPH.org and iTunes), the files also serve as archival reference for future interest and investigation. We hope you enjoy this description of fabulous technology works.

SIGGRAPHAsia2013: Art Gallery: 'Future/Past' Portuguese

Produced by:

Aruquia Peixoto [aruquia@gmail.com]

Kotaro Abe, Yasuaki Kakehi
Keio University

Ambient Camera: Who Released the Shutter?

Ambient Camera: Who released the shutter? é uma compilação de vídeos curtos feitos de fotografias que foram tiradas com uma câmera controlada por um contador Geiger. Neste trabalho, a câmera dispara o obturador sempre que o contador Geiger detecta radiação. Assim, estas fotografias são tomadas não pela vontade de uma pessoa, mas por um fator ambiental. Fizemos vários filmes curtos, organizando essas fotos por métodos particulares. *Ambient Camera: Who released the shutter?* inclui três tipos de filmes. O primeiro filme simplesmente mostra as fotografias em um frame rate consistente, semelhante a uma apresentação de slides. Quanto mais frequente for a radiação detectada, mais suave será o filme. No segundo filme cada fotografia é apresentada de acordo com o intervalo em que a radiação foi detectada. Podemos sentir a quantidade de radiação conforme as imagens mudam em uma taxa irregular a cada poucos segundos. O terceiro filme é um alinhamento de fotografias que foram tiradas durante o mesmo tempo determinado, mas em locais diferentes. A partir deste filme, podemos comparar com que frequência a radiação é detectada entre diferentes locais.

Imediatamente após o Grande Terremoto no Leste do Japão e do acidente nuclear em Fukushima Daiichi, que ocorreu no dia 11 de março de 2011, houve um aumento abrupto na conscientização sobre a radiação ao redor do mundo. Enquanto o tempo se passou desde estes incidentes, as pessoas ainda lidam com essa "radiação invisível" de diferentes maneiras: alguns tentam enfrentá-la, alguns tentam evitá-la e outros simplesmente esqueceram disso. Este trabalho é uma cena de nossas vidas diárias que foram gravados por radiação, é uma indicação de como lidamos com a radiação e também pode ser um lembrete de radiação em si.

Jae Joon Cho, Won Hyung Lee
Chung-Ang University
Sang Chul Nam
NuEye

Beyond the Gravity

Beyond the Gravity é um trabalho que estabelece a sua fundação na plataforma 'Art+Technology Play', o que significa a combinação de 'arte' e 'tecnologia digital'. A obra materializou uma nova forma de arte, pela combinação de arte sonora e mídia artística. Ela empregou a técnica de mapeamento de projeção e usa os princípios fundamentais de luz, que expandiram o limite de expressão em termos espaciais. Ao mesmo tempo, a obra permite ao público que experimenta o trabalho imaginar condições irreais, tais como a gravidade zero, transformando o espaço existente em um novo espaço visual e criando a ilusão de existir como um ser flutuante no universo vasto. Através do efeito visual de estar dentro do espaço virtual aumentado criado por mapeamento de projeção, o público da obra passa por uma experiência desconcertante e se encanta por essa experiência. Em outras palavras, a ilusão experimentada dentro do trabalho aparentemente existe por um erro de julgamento cognitivo pois ela não existe na realidade. O público é incapaz de corrigir a sua visão e experimenta uma percepção fragmentada. Cercado por luz, os seus sentidos cometem erros, levando a reconhecer o fenômeno não existente como realidade.

Sob tal contexto, *Beyond the Gravity* apresenta um espaço aumentado de uma forma virtual. A obra faz isso pela expansão sistêmica e amplificação da luz, que é materializada através de partições físicas que são usadas como telas para projeção. No espaço criado pelo trabalho, as luzes piscam seguindo um determinado ritmo, aparecendo como se fossem rastros de estrelas no universo de partículas radioativas flutuando na atmosfera. Enquanto estão se movendo de uma maneira muito delicada, as finas partículas interagem com som e representam a emoção dramática do trabalho

Duali

A idéia deste trabalho é baseada na idéia de desempenho no contexto das novas mídias dança, música e imagens, no entanto, ele não pertence realmente a nenhum estilo de fato. Os controladores de gestos outras continuações, como Wi-Fi e programação são originalmente desenvolvidos. Utilizando isso, o trabalho explora a extensão das potencialidades na relação do homem e da máquina. Esse desempenho explora especialmente a interação entre os corpos dos artistas e as imagens de vídeo, e os corpo dos artistas e a imagem, com a imagem arquitetônica/iluminação no palco , o que pode se transformar em tempo real, graças ao BodySuit .

Isto é baseado no conceito de dualismo. Nenhum deles têm a intenção de parecer superior ou inferior, no entanto ambos interagem e, no final, trazem novos diferentes contextos. Por exemplo, com estes dois dançarinos (que parecem ser personagens opostos), ele expressa a interação entre a representação em vídeo e os corpos reais, que estão apresentados em cena.

Na filosofia européia, isto refere-se a "mente-corpo" ou "dualismo mente-matéria", por exemplo, o dualismo Cartesiano, e a filosofia asiática fala do "dualismo físico", como por exemplo, a chinesa Yin e Yang . Como exemplo, o estágio de desempenho é considerado como um espaço-arquitetônico/tempo-corporal. Os bailarinos consistem em feminino-masculino/homem-máquina, e com isto, o trabalho expressa as suas ideias, que parecem entrar em conflito entre si, mas na realidade elas coexistem. As imagens consistem de somente preto-branco, e o espaço virtual-corporal aumentado, a música é o som-ruído/expressão-abstrato, a coreografia é destinada á racionalidade-percepção/corpo-máquina. Essas idéias abstratas "dualistas" podem ser extendidas na conjunção de misturas geográficas e culturais entre a Ásia e a Europa, também.

Tatsuro Kudo, Satoshi Kawabata
Kyushu University

DynamicProjection[OCTA]

Dynamic Projection [OCTA] é um trabalho de arte de mapeamento de projeção "em que os objetos se movem de forma dinâmica".

Rastreamento de alta precisão das imagens projetadas, muda o cubo inexpressivo e dois painéis (feitos de isopor) para os "objetos mágicos", que são intermediários entre real e virtual.

Além disso, o recurso de rastreamento de movimento preciso permite a um artista não se mover de acordo com a imagem, mas mover-se sem inibição. O sistema pode refletir a criatividade do artista e o acontecimento agradável no local.

A performance é basicamente dividida em três cenas e reflete a expansão tecnológica em que este trabalho é produzido.

Cena 1. Mapeamento de projeção para objeto estático

Tudo começa a partir daqui.

Cena 2. Projeção dinâmica com cubo

Você vai notar que as partículas perseguem o cubo em que o artista se move e a trajetória do movimento é exibida na tela traseira.

Cena 3. Projeção dinâmica com cubo e painéis (cálculo de física em tempo real)

Coisas físicas virtuais dentro do cubo e nas superfícies dos painéis retornam uma reação de acordo com "Como o artista move os objetos " no local.

Outra cena. Projeção dinâmica com painéis

Painel de representação da segunda metade, que produziu o efeito de ilusão pela troca dos movimentos das partículas entre ser fixado ao painel e fixado no espaço.

Todas estas expressões de imagem são transmitidas a partir de 1 projetor fixado.

Egg

Vamos supor que você fosse um pássaro que acabou de nascer dentro de um ovo. Tem certeza de que você poderia imaginar o mundo fora do ovo? Não! Você não pode sequer reconhecer o fato de que há uma barreira entre o mundo e você. O conceito da barreira não está formulado até a existência subsequente do mundo exterior. Desta forma, você não pode imaginar ou postular a existência de um ovo, uma vez que ele não mostra qualquer informação sobre o mundo exterior. A existência é o mais distante invólucro de seu mundo. Neste ponto, a sua própria existência consiste em impor uma restrição sobre si mesmo. Você tem uma mente liberta. No entanto, sua mente sempre concebe o mundo inacessível que você não é capaz de imaginar. Neste trabalho, um pequeno espelho acompanha e bloqueia sua mão criando uma parede invisível. Neste momento, olhe para a mão bloqueada e refletida pelo espelho. Pergunte a si mesmo, qual objeto está bloqueando você? É a parede criada por um dispositivo robótico complexo ou apenas você mesmo?

Jeong Han Kim, Hong-Gee Kim, Jin Hyun Ahn
Seoul National University
Hyun Jean Lee
Yonsei University
Jung Do Kim
LG Electronics

EMC (Emergent Mind of City) 2 & Qualia Landscapes

O projeto *The Emergent Mind of City (EMC)* foi inspirado em “City of Water, Design of City as an organism” de Leonardo da Vinci. Uma cidade é uma criatura em evolução, com um sistema muito complexo que compreende homens e sistemas, como várias organizações. No projeto EMC, olhamos para a cidade contemporânea do ponto de vista de um fluxo de dados, ao invés de um fluxo de água. No corpo humano, as transmissões neurais aferentes e eferentes entre nervos permitem a vários órgãos funcionar como um organismo interligado. Se a cidade é vista como um corpo humano, as transmissões neurais podem ser comparadas ao fluxo de dados de nosso tempo. No entanto, se considerarmos todo o conjunto de dados emergentes diariamente na cidade, é um opaco, fascinante, caos flutuante. Os dados só assumem significado quando são organizados e categorizado a luz das notícias, questões e opiniões. EMC foca especificamente em três fluxos de dados "Fringe": 'evento', 'sentindo' e 'aparência'. Quando as perspectivas e significados são projetados e focados em um evento, 'News-network' emergem; em um sentimento, 'Emotion-network'; e em uma aparência, 'Image-network'. Um news-network que extrai estruturas significativas do fluxo de dado de evento sem significado representa um fluxo de palavras que conceitualiza a cidade, e revela a inteligência coletiva. Uma emotion-network, composta por dados de emoção, é ao mesmo tempo um fluxo e uma emoção coletiva que conferem uma identidade para a notícia. Nós pesquisamos nos tweets do Twitter para palavras emocionais relacionados com a notícia atual para criar uma rede deles. Então, como é que a cidade expõe sua mente encarnada? Através do híbrido da perspectiva-micro-individual e mentes-macro-sociais, EMC cria a 'Virtual Mind Neuron' de cidades (Boston, Dublin, Mumbai, Seul...) e visualiza em tempo real a mente de cidades relacionadas a questões específicas.

Andreas Zingerle
Linz University of Art and Design

Faceless Patrons

Faceless é uma instalação de realidade aumentada questionando a veracidade que colocamos em representações on-line e comunicação mediada por computador. A peça de arte mostra cheques falsos e uma série de fotografias, através das quais se pode acessar uma camada de realidade aumentada. A camada virtual expõe fragmentos de vestígios on-line na forma de vídeo e áudio. A identidade de um fraudador é muitas vezes baseada em uma identidade roubada ou em uma mistura confusa de vários indivíduos que existem, dando-lhe a oportunidade de permanecer sem rosto e anônimo. As imagens na camada aumentada são resultantes de uma pesquisa online que tenta confirmar ou invalidar a autenticidade da representação on-line dos golpistas. Para este projeto nós criamos uma personagem fictícia, Anna Masquer, que representa a média de uma artista contemporânea, que só existe como uma identidade online. Sua série de fotos *Faceless* é uma coleção de imagens desbotadas e desgastadas de sepulturas abandonadas - um outro tipo de não ter rosto; passado distante e esquecido, mas ainda uma identidade para usar e abusar. Esta coleção é apresentada on-line e foi oferecida para golpistas de arte, que posando como galeristas e ricos compradores de arte mostram o seu interesse no trabalho artístico. Os cheques recolhidos são evidências físicas de fraudadores enviando cheques pagos em excesso, enganando o artista em lavagem de dinheiro e fraude de taxa antecipada. Comércio de arte, bem como qualquer outro comércio on-line requer confiança entre os agentes. Esta confiança é muitas vezes construída sobre representações virtuais que levam a um mercado internacional, no entanto, nos deixando vulneráveis a abusos. As oportunidades para vender produtos ou serviços on-line nos torna alvos para fraudadores on-line, que usam o anonimato da internet para enganar a vítima em seus mundos de histórias.

Kazushi Mukaiyama
Future University Hakodate
Yujiro Kabutoya
Database Corporation

Ijiros

Ijiros são irmãos robôs que expressam emoções reagindo as ações do usuário. Eles não são capazes de mover -se, porque eles não têm atuadores. Eles, no entanto, expressam emoções com o rosto na tela e as vozes do alto-falante como um bebê. Eles foram feitos com base no conceito de fazer amizade com os usuários.

Hoje, podemos ver muitos robôs não só na indústria, mas também em várias situações da vida diária. Eles estão dando respostas mais rápidas e corretas recentemente. No entanto, os robôs que nos dão suporte no dia a dia da vida tem sido requeridos a terem uma relação natural conosco, porque eles precisam trabalhar conosco diretamente, como no caso de cuidados a idosos. Para fazer uma relação natural, é importante para nós, sermos capazes de reconhecer os robôs como artefatos que têm mente. Por isso, tentamos perceber "comunicação emocional" entre robôs e seres humanos para pensar e compartilhar seus sentimentos uns com os outros, além de respostas simples de comandos e sinais.

Como você pode ver, a comunicação emocional entre homem e máquinas é a chave dessas obras. Em nosso caso, nos referimos a "afeto de vitalidade" em psicologia do desenvolvimento infantil. Tal como um bebê abraçado se comunica com sua mãe rindo ou se irritando, Ijiros também expressa emoções com rostos e vozes que reagem a força, tipo, frequência e direção das ações do usuário.

Assim, Ijiros foi desenvolvido para entreter as pessoas, para mantê-los como animais de estimação físicos. Esperamos que todos gostem de tocá-los.

Michinari Kono, Yusuaki Kakehi
Keio University
Takayuki Hoshi
Nagoya Institute of Technology

Lapillus Bug

lapillus bug é uma criatura atômica errante pairando sobre um prato de café da manhã.

Sobras são seus maiores deleites, só esperando o momento fantástico.

Ele se pergunta qual peça escolher, com seu gosto luxuoso.

Quando ele avista alguma coisa madura colorida movendo-se ou recém colocada, agora o seu apetite é insuportável, e começa a perseguir o deleite.

Você pode interferir neste mundo do tamanho da mesa, enquanto está se perguntando sobre cenário misterioso.

Um pequeno pedaço de material inorgânico tornou-se vivo, aumentando sua potencialidade e vitalidade.

Desde os tempos antigos, se acredita que a relação entre matéria e vida foi muito proximamente observada pela filosofia, como o hilozoísmo, que defende que tudo está vivo e tem consciência.

A vida é um fator familiar e precioso para nós seres humanos e temos sentimentos honrosos para com ela.

Hoje em dia, as tentativas de fusão das estruturas superiores, ou funções dos seres vivos quando projetamos objetos artificiais nas áreas de robótica, computação gráfica e outras, têm frequentemente sido realizadas sob o desenvolvimento da tecnologia moderna.

Além disso, agora podemos visualmente reconhecer e representar as características espirituais ocultas e envolvidas de materiais, graças à moderna tecnologia digital.

Adotar elementos da vida em materiais e extrair elementos da vida dos materiais, faz a fronteira da matéria e da vida mais ambígua.

Ina Conradi Chavez

Nanyang Technological University

Mise-en-Scène: Elysian Fields

Na época da sua exibição, o filme de animação Elysian Fields foi orquestrado como uma impressionante experiência visual e sonora. Inspirado pelos sacrifícios feitos pelas gerações passadas, e expandindo em uma exploração da II Guerra Mundial, - Elysian Fields funde fantasia e história para transformar o passado, e o reconfigura no presente. Desenvolvido em torno do termo francês mise-en-scène, que literalmente significa "colocar em cena", esta cine-instalação irá expandir os limites espaciais e temporais da narrativa cinematográfica em uma nova e visualmente impressionante experiência dentro de um espaço definido.

Daniela De Paulis
CAMRAS

Opticks

OPTICKS é uma transmissão de rádio ao vivo entre a Terra e a Lua, durante a qual as imagens são enviadas para a Lua e voltam como sinais de rádio. O projeto foi realizado pela artista visual Daniela de Paulis (IT/NL) em colaboração com Jan van Muijlwijk e a associação de rádios amadores CAMRAS com base no rádio telescópio Dwingeloo (NL). Cada performance ao vivo é possível graças à colaboração dos rádio entusiastas Howard Ling (UK), Bruce Halász (Brasil) e Daniel Gautschi (CH).

OPTICKS utiliza a tecnologia chamada Terra-Lua-Terra, ou Moon-bounce, desenvolvido logo após a Segunda Guerra Mundial pelo Exército dos EUA para fins de espionagem. EME usa a Lua como um refletor natural para sinais de rádio. Após a implantação de satélites artificiais no final dos anos 50, os rádio amadores continuaram usando-a como meio de comunicação. O "ruído" que aparece em qualquer imagem enviada de volta da Lua é causado pela grande distância percorrida pelos sinais de rádio para a Lua e de volta a Terra (aproximadamente 800.000 quilômetros) e pela pobre qualidade reflexiva da superfície da lua. Quando os sinais de rádio atingem a superfície da Lua, eles são espalhados em todas as direções de modo que apenas uma pequena porcentagem dos sinais originais é refletida de volta a Terra.

O título *OPTICKS* é inspirado pelas descobertas de Newton sobre o espectro de luz, reflexão e refração. As cores que compõem uma imagem - convertidas em sinais de rádio - são mandadas de volta da Lua (refletida e refratada) por sua superfície durante cada performance ao vivo de *OPTICKS*.

Alfio Pozzoni, Tommaso Colombo

FABRICA

Jae Joong Lee, Jin Wan Park, Seon Noh, Minji Song

Chung Ang University

Moonjung Go

STUDIO G

Dongseop Lee

Rect Works

Paint Wall

Este trabalho representa uma pintura mural em que muitas pessoas estão participando. Os seres humanos tem feito representações visuais em caverna ou esqueletos de um animal antes da civilização. Por exemplo, o mural pré-histórica da caverna de Lascaux, na França, que é estimado em cerca de 22.000 AC, é um bom exemplo, desta forma, a pintura mural pode ser considerada como a mais antiga forma de pintura. Pintura mural gera um efeito de dividir e contrastar as partes arquitetônicas visualmente, e é também utilizada como um elemento decorativo de uma parede. Este trabalho tem por objetivo certificar-se de que muitas pessoas serão capazes de participar de um trabalho de pintura mural como uma forma arquitetônica, incluindo os elementos interativos e fluidos usando um smartphone como uma ferramenta, que é o produto do desenvolvimento digital moderno.

Kamil Nawratil

Volvox Labs

Perception of Consequence

Com Perception of Consequence, Nawratil coloca duas formas evolutivas em um sistema reversível entrópico e os simula para se assemelharem a evolução de estados e emoções humanas. O próprio sistema evolui de forma orgânica para o caos - um equilíbrio entrópico, mas a sua natureza cíclica empurra o sistema para o renascimento. Explorando os sistemas sensoriais visual, auditivo e tátil, Perception of Consequence irá guiá-lo através da experiência de transformação e evolução.

Ioannis Michaloudis

Curtin University

Talking with the Rusted Cloud

No século 21, a velocidade de transformação no Sudeste Asiático é, talvez, além de qualquer coisa já experimentada por gerações anteriores. Devido a essa mudança rápida, a poluição do ar é tão grande na Ásia que uma gigante nuvem marrom bloqueia a luz solar sobre o nosso planeta da Índia a China. A nuvem marrom asiática reduziu a luz do sol em mais de 10% em enormes faixas sobre o planeta Terra. Eventos climáticos extremos estão custando aos governos e cidadãos bilhões a cada ano. Ciência, Tecnologia e Arte são palavras-chave para cada Mudança do Mundo. Nosso projeto Arte & Ciência foca nestas três palavras-chave e no fenômeno da nuvem marrom. No nosso desenho abaixo, propomos uma caverna translúcida onde um "Cloud Room" e "Touching The Cloud Screen" são encapsulados. No Cloud Room nós instalamos um disco-celeste de 20 centímetros de diâmetro feito de nanomaterial sílico aerogel da NASA. Dentro deste disco-celeste há uma nuvem marrom. Um projetor de luz branca LED irá orbitar em torno do disco-celeste rotativo, gerando desta forma uma sombra gigante dourada, digitalizá-lo em uma tela de projeção semi-circular traseira. (sombras visíveis apenas do lado de fora de nossa instalação, cf. simulação de vídeo violoncelo e fotos em anexo) No lado oposto das nossas sombras projetadas há uma segunda projeção traseira onde os espectadores da Biennale podem ver o dedo de alguém tentando tocar a nuvem marrom ... Pesquisando de onde essa projeção está vindo, ele(a) pode entrar na nossa caverna e descobrir como podemos nos comunicar com uma nuvem.

Hsin Hsin Lin
INFOTECH Research & Consultancy

When Equations Dance- Tango with Lin Hsin Hsin

Com raízes profundas em matemática, tecnologia, arte e música, ancorado em linux e Android, o artista concebe, inicializa e estabelece conceitos de mudança de paradigma, e cria obras de arte digitais a partir do zero. Não há arte, porque a ciência governa a arte. Desde 2007, o artista tem descartado o uso intensivo do método de modelagem 3D, e o substituiu por equações - o derradeiro processo de uma etapa, eco-friendly para construir arte estática e/ou animada, 2D estereoscópica, 3D, arte digital interativa e baseada na rede. A mais recente (2013) sendo: tocando e dançando com objetos 3D de gravidade zero, estruturas e/ou membranas criados para smartphones baseados em Android para realizar performances de tela touch-and-go a qualquer hora, em qualquer lugar.

Andrea Polli, Eric Geusz, Daniel Maestas, Eric Harrison, Russell Bauer
1 University of New Mexico

Nigel Jamieson
AUT University

Robbert de Goede
Independent artist

Wind over Water: Making Visible the Invisible

Preocupado com a complexidade dos problemas ecológicos - pobremente comunicados ao público pelos meios de comunicação de massa - uma equipe de artistas tem como objetivo apresentar novas possibilidades do espaço público através de participação em massa de experiências de realidade aumentada. Wind over Water proporciona uma completa e diversificada experiência de mídia, projetada para envolver o público com as ideias e conceitos ambientais em camadas variadas.

Para o SIGGRAPH Ásia, Wind over Water vai permitir a um grande número de participantes explorar simultaneamente Victoria Harbor, em Hong Kong, e interagir com uma narrativa e simulação computacional 3D em um ágil, geo-localizado, RA não-marcada, experiência visual e sonora.

Wind over Water conecta as perspectivas dos participantes no espaço, memória e imaginação, com uma participação em massa em uma fantasia de realidade aumentada. Reconhecendo a importância da colaboração interdisciplinar em vários níveis através de consultas com especialistas locais, o desenvolvimento de Wind over Water começa com a investigação geográfica e histórica com um sound-walk levando à identificação de lugares e desenvolvimento de mídia geo-localizada.

Wind over Water é uma iniciativa de um pequeno coletivo internacional de artistas e pesquisadores de três continentes: Austrália, Europa e América do Norte; e 3 disciplinas: arquitetura, sonoridade e geo-realidade móvel. Wind over Water foi projetada para "explorar intersecções entre natureza, ciência, tecnologia e sociedade, como nós nos movemos para uma era tanto de ameaças ecológicas sem precedentes quanto de possibilidades transdisciplinares. "

In-kyung Choi
GSCT, KAIST

[blow:]

Ao contrário de qualquer outro animal, os seres humanos acreditam que suas vidas foram dadas pelo sopro do próprio criador. Com esse sopro, os humanos tornaram-se a única criatura com uma vida espiritual, englobando ambos, emoção e intelecto. E essa perspectiva me levou a restabelecer o significado de "sopro", de uma atividade biológica ao conceito de iteração entre o humano como um meio de comunicação. Em [blow:], o público está no espaço real, como as partículas existem separadamente no espaço virtual, e o método que funde os dois é a respiração. As pessoas, que receberam a emoção do criador, agora aumentam seu território para o espaço virtual usando o sopro. Este conceito também se estende a uma tentativa de interagir entre um objeto virtual para o outro. Instalando telas traseiras ao vidro transparente, permite a interação de um lado para o outro e pela minimização do sistema de hardware, o espaço virtual e espaço real estão sendo justapostos: um sistema para aprimorar os utilizadores expande seus sentidos. Este trabalho é voltado para desenvolver um sistema sensorial falante que só irá reagir ao som do sopro do usuário. O sensor detecta apenas o som do sopro e transforma o alto-falante analógico em um interruptor digital, enviando as coordenadas para o circuito. Arduino recebe esta coordenadas e controla o movimento das partículas em tempo real.