



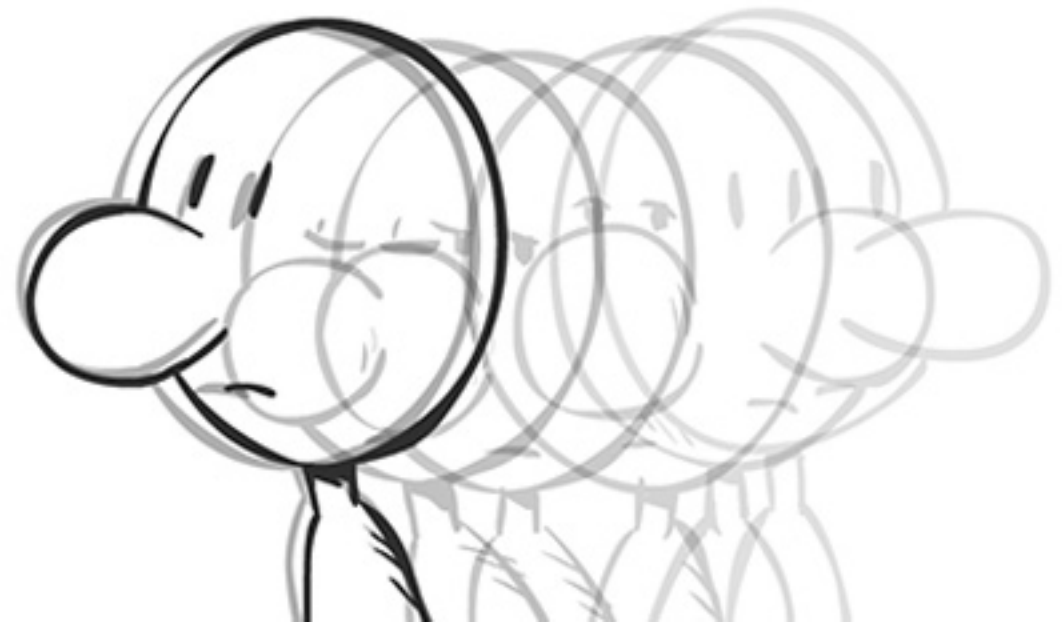
C209 – Computação Gráfica e Multimídia  
EC212 – Computação Gráfica

## Animação

Marcelo Vinícius Cysneiros Aragão  
marcelovca90@inatel.br

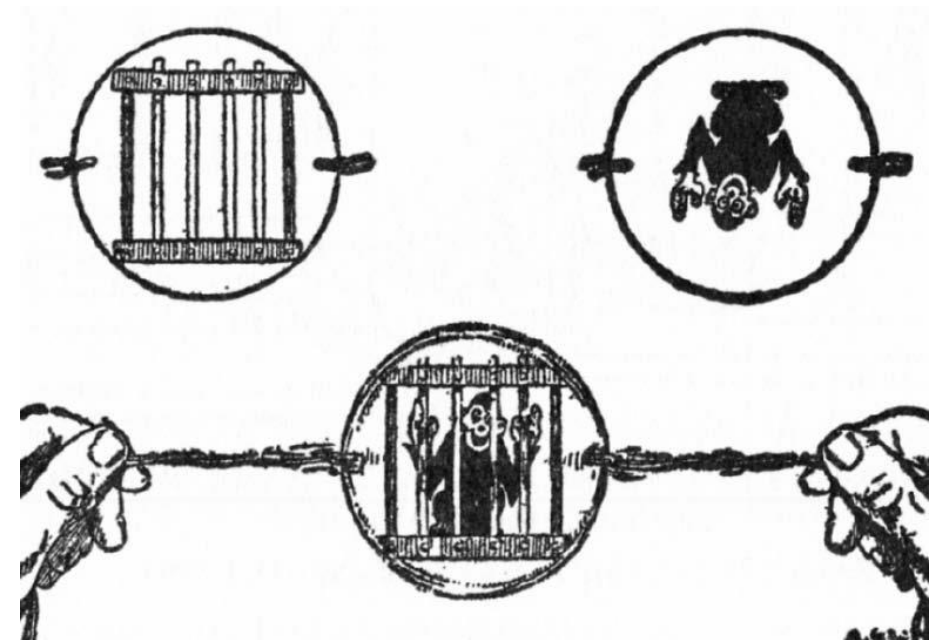
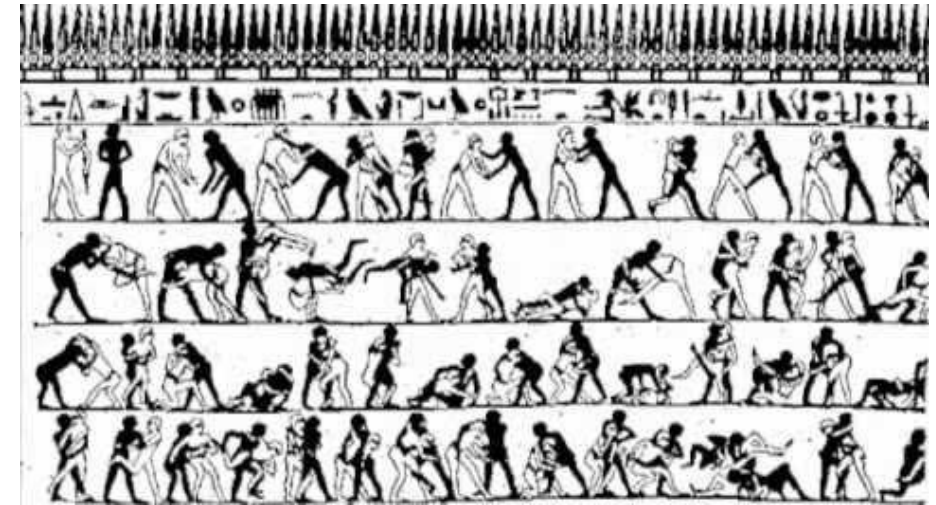
# Conteúdo

- Histórico e Aplicações
- Formas de Animação
- Canal Alpha
- Composição
- Captura de Movimento



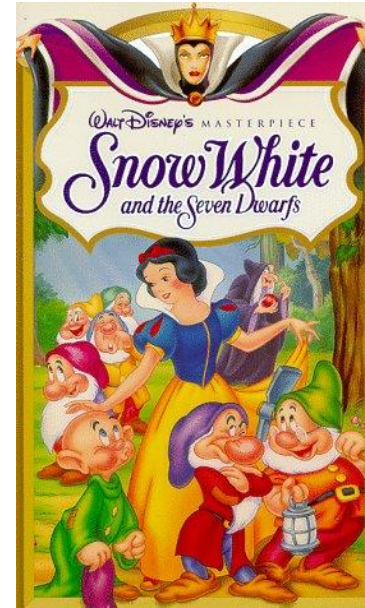
# Histórico

- Os primeiros registros de animação datam de 2000 a.C. quando os egípcios pintavam nas paredes **sequências** de lutas e cenas de adoração.
- Somente em 1828, a animação pôde ser explicada pelo entendimento do princípio fundamental do olho humano: a **persistência da visão**.



# Histórico

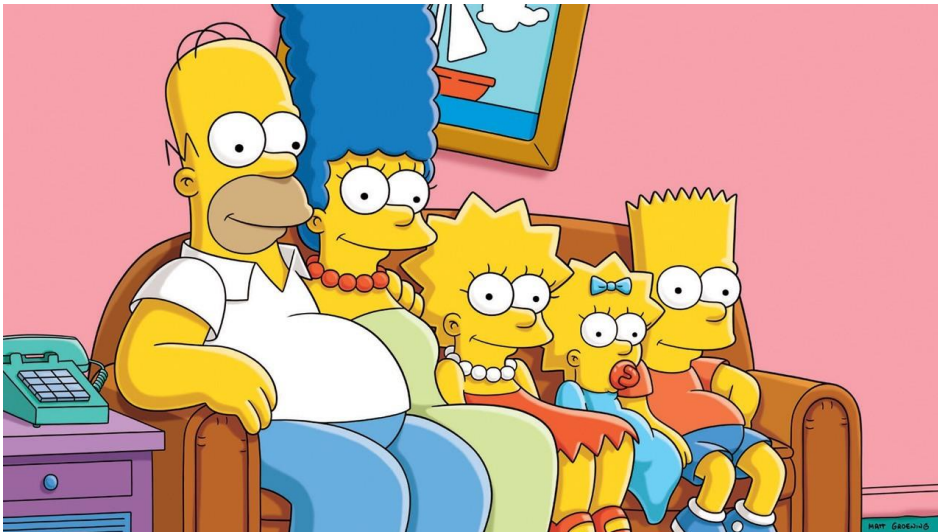
- Walt Disney (1901-1966), não só construiu novas técnicas e estúdios, como transformou a animação em uma forma de arte.
- Disney, que foi premiado com 31 vezes com o Oscar, criou os storyboards, os animatics (pilotos de animação), planos de câmera e desenvolveu o uso de cores e som.





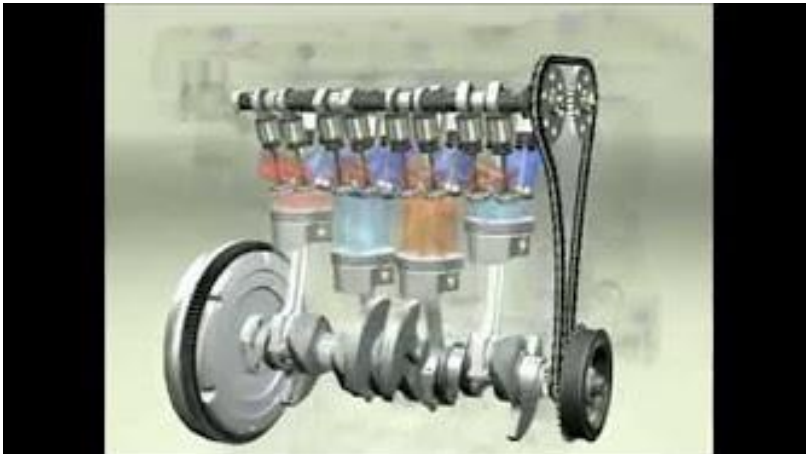
# Histórico

- A animação hoje possui um mercado bem delineado com um público de faixa etária bem diversificada. Segundo o canal Cartoon Network, um terço dos seus telespectadores estão na faixa de 18-34 anos. Parece curioso, mas o mercado de animações para adultos segue em pleno desenvolvimento.



# Aplicações

- A animação está presente em praticamente todas as aplicações da computação gráfica. Geralmente estamos acostumados a associar a animação com filmes ou propagandas, mas ela está em todos os segmentos.
  - Na engenharia, por exemplo, é utilizada para diferentes tipos de [verificações e visualizações](#).
  - Na medicina, permite visualizar e entender os [movimentos e órgãos do corpo humano](#).
  - No ensino, auxilia na criação de [conteúdo multimídia didático](#).



# Animação por Computador

- A animação por computador pode ser produzida por uma grande diversidade de métodos. **Uma das maiores dificuldades do animador é escolher qual desses métodos aplicará.** Neste momento, a experiência e intimidade com a ferramenta podem ser decisivas. Enquanto em alguns casos os sistemas funcionam, em outros não.
- Na falta de experiência, testar será sua única saída.
- Basicamente, podemos dividir a animação por computador em duas categorias: *computer-assisted animation* (animação assistida por computador) e *computer-generated animation* (animação gerada por computador).

# Animação por Computador

- No primeiro caso, o animador faz os quadros-chave e o computador se encarrega de gerar os quadros intermediários.
- O segundo apresenta um grupo maior de técnicas subdivididas nos seguintes grupos:
  - Técnicas de baixo nível (aquelas que ajudam o animador na especificação precisa do movimento)
  - Técnicas de alto nível (usadas para descrever como se comporta o personagem durante a animação).
- Nesse caso, alto e baixo níveis estão associados ao nível de abstração.



# Formas de Animação

- **Animação *Straight Ahead***
- *Straight Ahead* é uma forma de **animação convencional**, na qual o animador literalmente desenha quadro a quadro na **forma sequencial**, partindo de um quadro inicial.
- Esse tipo de animação permite que novas ideias sejam aplicadas conforme a sequência se desenvolve. **Geralmente é usado para sequências de espontaneidade e descontração.**

# Formas de Animação

- Animação *Straight Ahead*



# Formas de Animação

- **Animação *Pose-to-Pose***
- Na animação *pose-to-pose*, o animador define alguns quadros-chave, que definem a animação, e **desenha** depois os quadros intermediários.
- Esse tipo de técnica é melhor empregada onde a posição e o tempo são importantes.

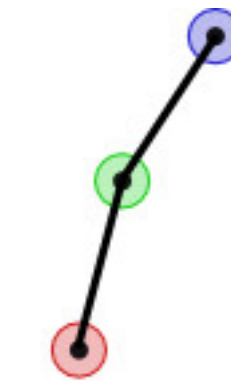
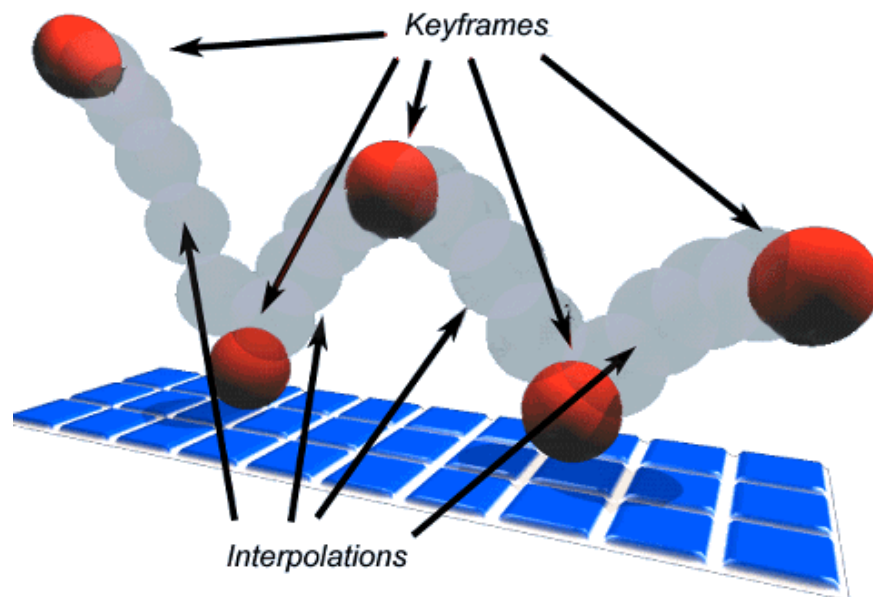


# Formas de Animação

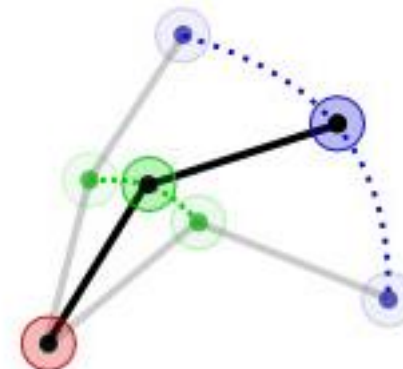
- **Animação por Quadro-Chave (*Keyframe*)**
- A animação por quadro-chave é um processo para criação de animações pelo qual os objetos são posicionados nos **quadros críticos**.
- Um quadro-chave (*keyframe*) é qualquer quadro de uma animação onde supostamente ocorre um evento específico importante. Os quadros localizados entre os quadros-chave são chamados de intermediários.
- Esse processo derivado da animação tradicional foi implementado em todos os sistemas de animação por computador.
- Os quadros intermediários **são gerados automaticamente a partir dos quadros-chave (por interpolação)**.

# Formas de Animação

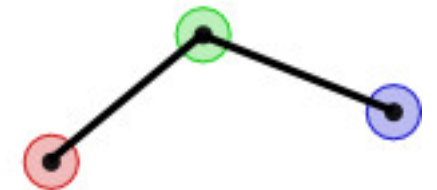
- Animação por Quadro-Chave (*Keyframe*)



Frame 1



Interpolation Step



Frame 2



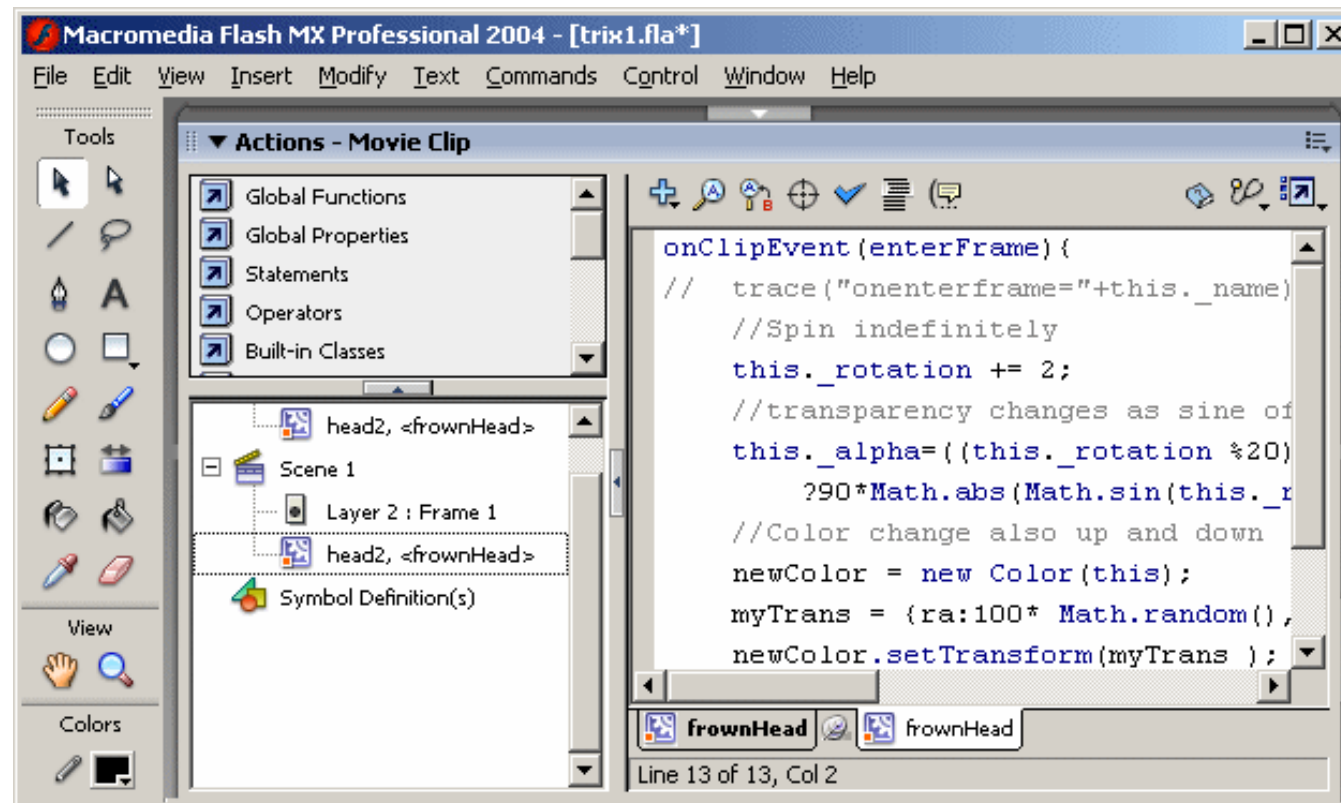
# Formas de Animação

- **Animação por Script**

- Uma das mais poderosas ferramentas de animação é, sem dúvida, a animação por script. Um script é uma **sequência de instruções**, em uma linguagem interpretável pelo sistema, para controle dos objetos e suas respectivas propriedades de animação, textura e comportamento.
- Um fato interessante e ao mesmo tempo **polêmico**, é que muitas das recentes animações foram produzidas por pessoas da computação e não por artistas. Esse fato deve-se a intimidade que o pessoal da ciência da computação têm com as linguagens de programação. 😊

# Formas de Animação

- Animação por Script



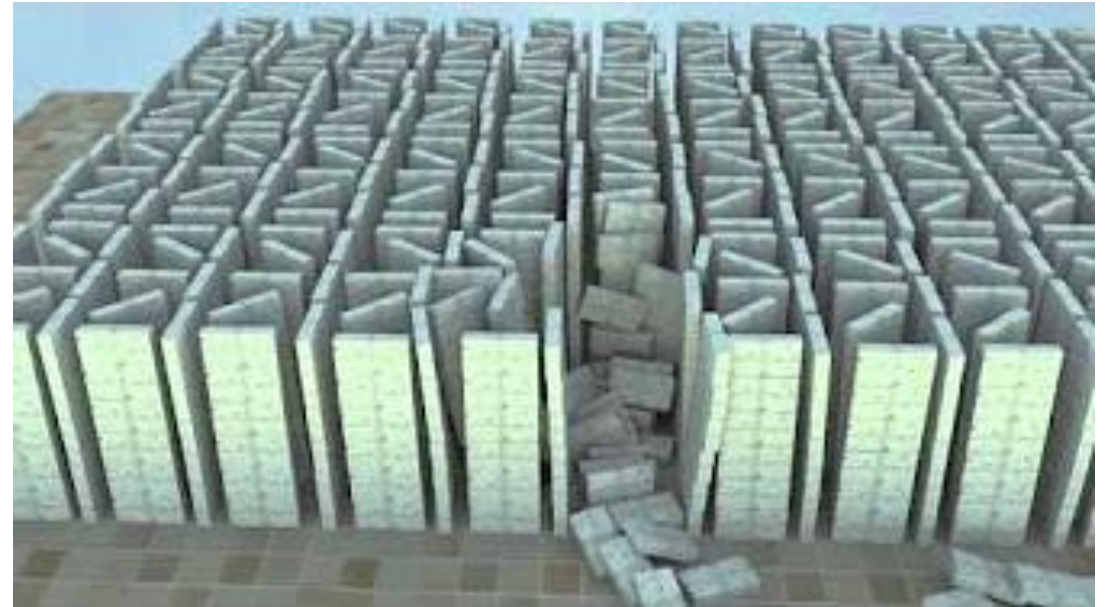
# Formas de Animação

- **Animação Procedural**

- Existe uma infinidade de movimentos físicos, como o fogo ou as ondas, que podem ser representados por uma equação ou fórmula assim como os físicos e matemáticos o fariam. Até então, a representação do movimento tem sido quase que totalmente realizada pela mão de artistas.
- Se pensarmos no fogo, veremos que será impossível para um artista descrever a sequência de animação de milhões de partículas incandescentes. Na verdade, não só será difícil desenhar ou modelar como também o observar.
- A animação procedural consiste basicamente em modelos matemáticos implementados em linguagens de programação para simulação de forças físicas (gravidade, por exemplo). As melhores aplicações desse tipo implementam soluções para a simulação da dinâmica de fluidos, movimento de roupas e de alguns animais.

# Formas de Animação

- **Animação Procedural**



# Formas de Animação

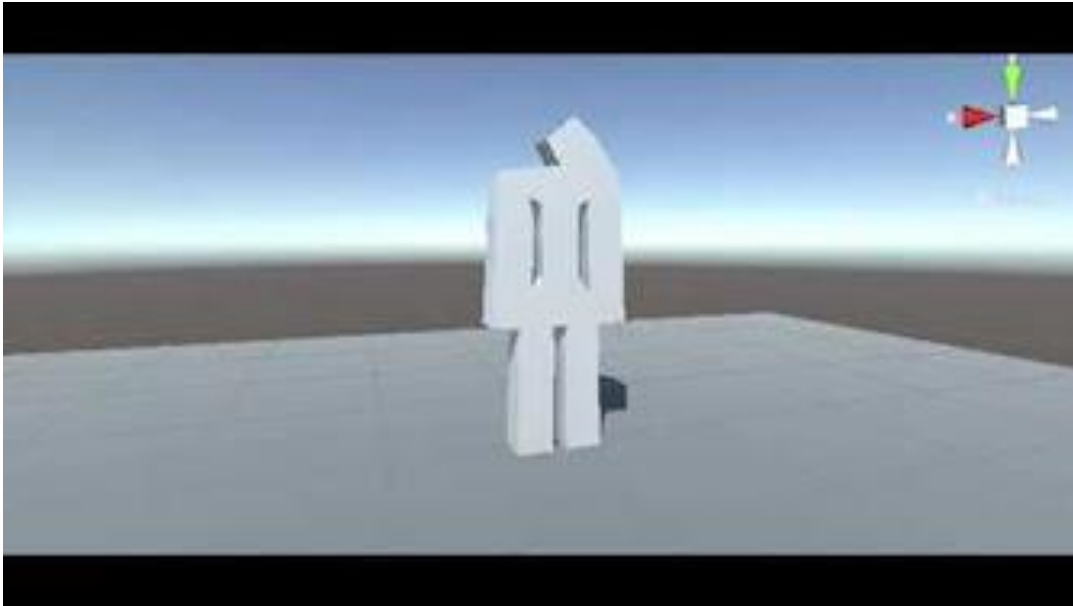
- **Animação Representacional**

- Esta técnica permite um objeto mudar sua forma, se movimentar e andar durante a animação. Existem três subcategorias:
  - Animação de **objetos articulados**, isto é, objetos complexos compostos de segmentos rígidos conectados.
  - Animação de **objetos suaves** usada para deformar e animar a deformação de objetos, por exemplo, pele acima de um corpo, músculos faciais, tecidos e formas elásticas.
  - *Morphing*, que é a transformação de uma **forma** em outra bastante diferente.



# Formas de Animação

- **Animação Representacional**



# Formas de Animação

- **Animação Estocástica**
- Este tipo de animação utiliza o **processo estocástico ou randômico** para controlar grupos de objetos, como nos sistemas de partículas.



# Canal Alpha

- Em computação gráfica, uma parte de cada pixel é reservada para informação referente à transparência. Uma imagem de um canal alpha é essencialmente uma silhueta em preto e branco dos objetos na cena, onde o preto representa as partes totalmente transparentes da imagem e o branco, as partes totalmente opacas. Os tons de cinza intermediários indicam transparência parcial.



*A imagem e o seu canal alpha em relação ao fundo.*

# Canal Alpha

- Imagens de 32-bits contêm **3 canais de cores de 8 bits cada**: um canal para os tons vermelhos (Red), um para os tons verdes (Green) e um para os tons azuis (Blue).
- Cada um dos canais RGB pode ser entendido como imagens em tons de cinza, indicando o quanto de cada cor tem na imagem. Quanto mais alto o tom, mais daquela cor o pixel terá.
- **O quarto canal também tem 8 bits e é chamado de canal alpha, indicando a transparência da imagem em relação a um fundo.**

# Canal Alpha

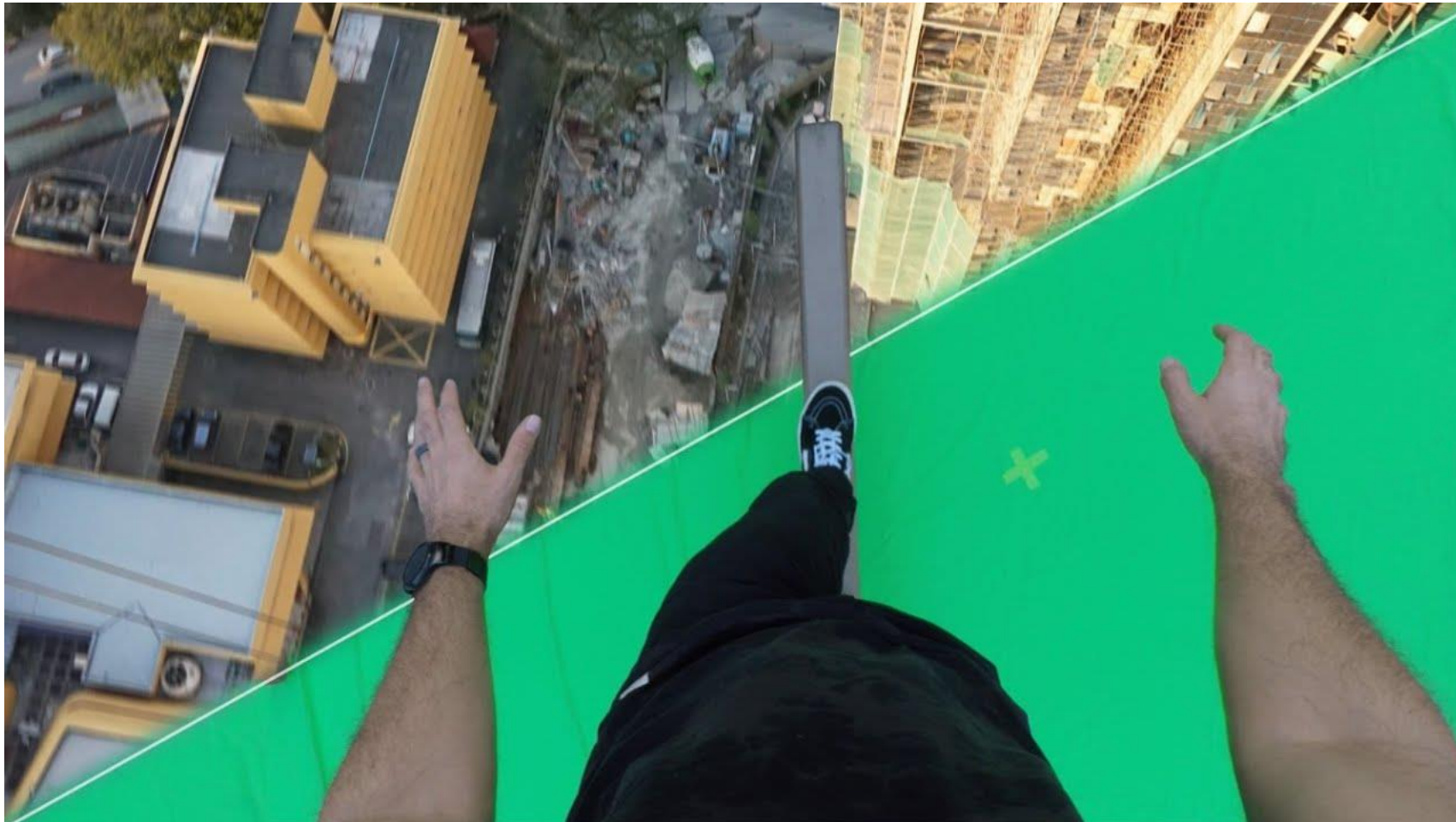
- O canal alpha é um tipo de máscara, especificando **como as cores de cada pixel devem ser mescladas** com outros pixels quando estes estiverem sobrepostos. É possível alterar o canal alpha de maneira a indicar as partes que você deseja que sejam transparentes ou não.
- Se quiser mesclar a imagem de uma pessoa real com a de um cenário real, você tem de **criar um canal alpha que defina como esta pessoa vai ser inserida na imagem**. Para isto será necessário filmar a pessoa em frente a uma tela azul, verde ou mesmo um fundo preto.
- Com programas de edição de imagem ou de composição (como Photoshop, Paint Shop, Adobe After Effects etc.), é possível **retirar a cor definida como chave (*chroma-key*)** do fundo e criar um canal alpha.



# Canal Alpha



# Canal Alpha



# Composição

- A composição é um conjunto de técnicas para unir os diferentes elementos renderizados em computador com elementos reais obtidos no set de filmagem. Tudo isso é possível através do canal alpha.
- Na composição, é possível ajustar cores das imagens, adicionar a granulação típica de filme (*film grain*), trocar texturas dos objetos 3D, ajustar a iluminação virtual etc.
- Esse processo pode ser dividido em duas etapas, que representam a captura da cena e sua posterior reconstrução.
  - Filmagem da Cena Real
  - Reconstrução da Cena em 3D

# Composição: Filmagem da Cena Real

- Durante a filmagem da cena real, deve-se proceder como se o personagem 3D estivesse no local. **Deve-se simular todas as interações do personagem virtual com o ambiente real.** É preciso coletar o máximo de informações do ambiente de filmagem para que seja possível encaixar o personagem 3D no ambiente real. Assim, 3 aspectos devem ser considerados:
  - Coletar todas as **informações do ambiente** quanto a iluminação, posição da câmera, altura da câmera, tipo e tamanho da lente da câmera (distância focal).
  - Adicionar **marcadores no ambiente de filmagem**, permitindo a inserção correta dos personagens 3D na cena.
  - **Interação dos elementos 3D virtuais com o elemento real.** Nas cenas em que os personagens 3D interagem com objetos reais, devemos ter os elementos de interações previamente filmados.

# Composição: Filmagem da Cena Real



Exemplo de marcadores para composição



# Composição: Reconstrução da Cena em 3D

- De posse das filmagens reais será preciso então criar uma versão em 3D sintética deste cenário e daqueles objetos com os quais o personagem 3D interage diretamente.
  - Com o conhecimento do **tamanho e da distância dos marcadores esféricos em relação à câmera**, é possível criá-los em 3D do mesmo tamanho que os reais e posicioná-los de acordo com a cena real e assim definir os planos 3D.
  - Para a inserção dos personagens na proporção correta usam-se os **marcadores de vara com medida conhecida**.
  - **Todas as fontes de luz do ambiente de filmagem devem receber marcadores**. As lâmpadas virtuais devem ter propriedades similares às das lâmpadas reais simulando as cores, as intensidades, os focos etc.

# Composição: Reconstrução da Cena em 3D

- De posse das filmagens reais será preciso então criar uma versão em 3D sintética deste cenário e daqueles objetos com os quais o personagem 3D interage diretamente.
  - Com o conhecimento do **tamanho e da distância dos marcadores esféricos em relação à câmera**, é possível criá-los em 3D do mesmo tamanho que os reais e posicioná-los de acordo com a cena real e assim definir os planos 3D.
  - Para a inserção dos personagens na proporção correta usam-se os **marcadores de vara com medida conhecida**.
  - **Todas as fontes de luz do ambiente de filmagem devem receber marcadores**. As lâmpadas virtuais devem ter propriedades similares às das lâmpadas reais simulando as cores, as intensidades, os focos etc.

# Composição



# Captura de Movimento

- A análise de movimento por meios automáticos é de grande importância para diversas áreas da medicina, esporte e reconhecimento de atividades humanas.
- No início do século XX, técnicas de captura de movimento foram usadas na animação tradicional em 2D (celuloide) pela Disney, para adequada representação dos desenhos animados.
- Um sistema de captura de movimento é aquele em que se permite levar os movimentos de um ator real para um ator virtual, buscando realismo, redução de risco em cenas perigosas, barateamento da produção e análise de movimento e produtos.

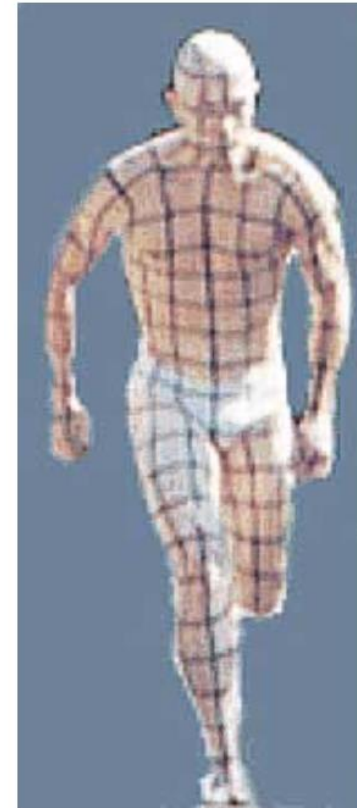
# Captura de Movimento: Rotoscopia

- É a **utilização de um filme ou vídeo de um personagem real como base para a animação**, podendo ser utilizado um rotoscópio (Max Fleischer).
- Essa técnica foi usada tradicionalmente para elaborar desenhos animados baseados nos movimentos de animais ou pessoas.





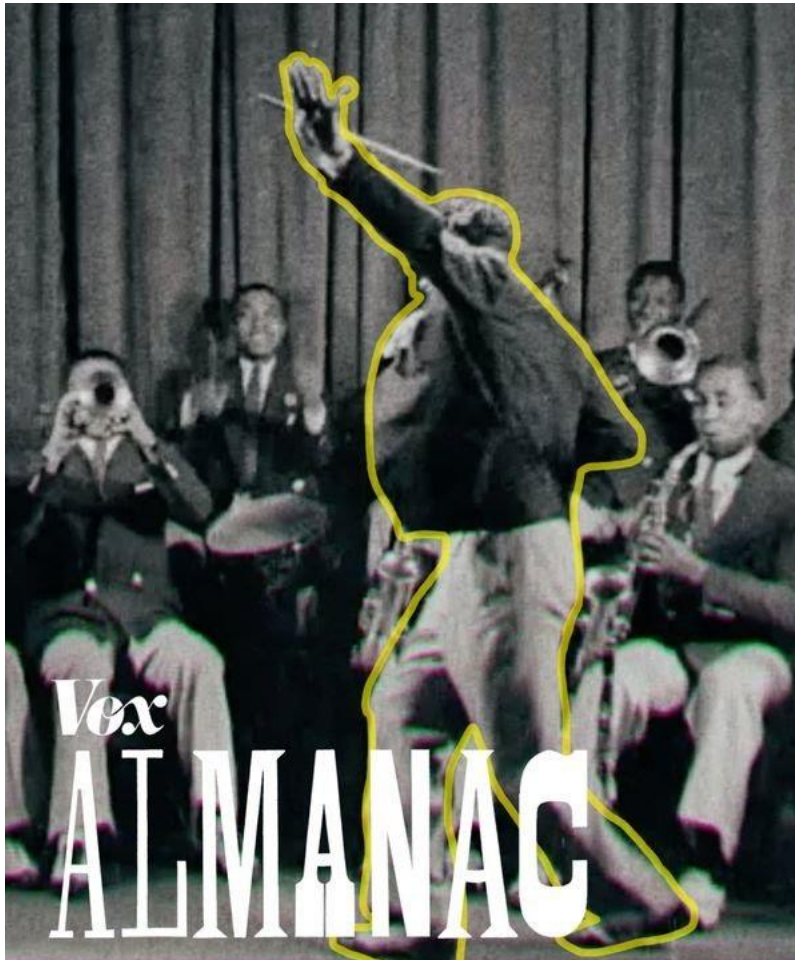
# Captura de Movimento: Rotoscopia



*Captura de movimento com a técnica de rotorescopia*



# Captura de Movimento: Rotoscopia

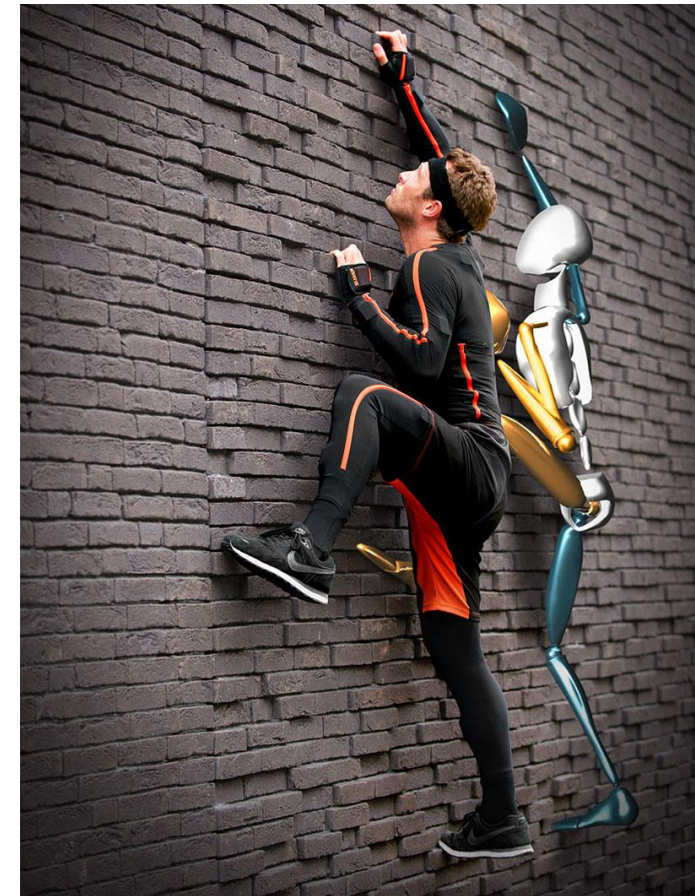


# Captura de Movimento: Rotoscopia

- Apesar de existirem técnicas melhores e de estar sendo utilizada há várias décadas, a rotoscopia também foi utilizada para captura de movimento em grandes sucessos recentes do cinema, como o Exterminador do Futuro II.
- Na década de 1980, o tipo de captura de movimento usado, era uma extensão da rotoscopia, em que os movimentos dos atores eram filmados ao mesmo tempo em mais de um ponto de vista.
- Marcadores eram colocados na pessoa e então manualmente codificados nos correspondentes pontos do espaço 3D. Esse processo ficou conhecido como fotogrametria.

# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- No fim da década de 1980, a captura de movimento que hoje conhecemos começou a aparecer.
- Os sistemas de captura de movimento evoluíram bastante, com algoritmos capazes de reconhecer os **marcadores no corpo da pessoa**.
- Atualmente, existem basicamente quatro tipos:
  - Ótico
  - Mecânico
  - Magnético
  - Acústico



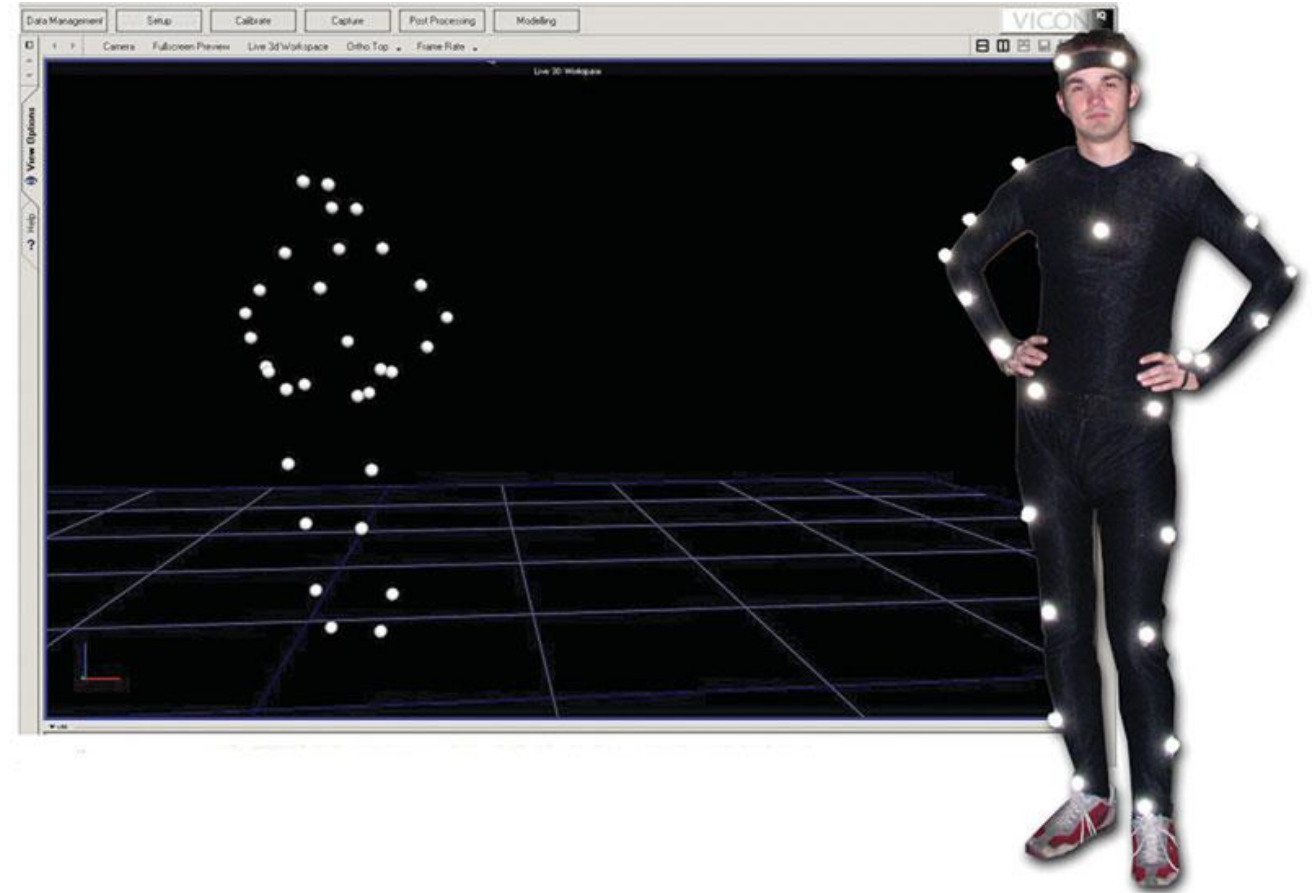
# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- **Ótico**
- É o tipo mais usado atualmente. Esses sistemas podem oferecer ao ator mais liberdade de movimentos uma vez que não precisam de cabos ligados ao corpo. **Eles utilizam pequenas bolas ou discos refletivos que são fixadas ao corpo do ator.**
- Precisam de pelo menos três câmeras de vídeo, cada uma equipada com uma fonte de luz, geralmente infravermelha, dirigida para iluminar a área de visão da câmera. **As bolas ou discos refletem a luz na direção da câmera e um computador capta e sincroniza a imagem.** Os dados das posições x, y, z de cada marcador são aplicados a um sistema de cinemática inversa para animar um esqueleto 3D.
- **Uma desvantagem desse sistema é a facilidade com que o corpo do ator obstrui a reflexão das bolas.** Esse problema pode ser contornado usando-se mais câmeras.



# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- Ótico



# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- Ótico





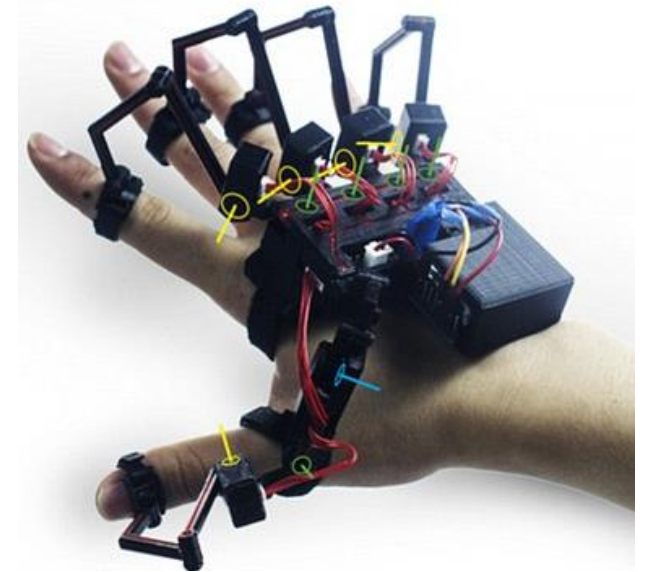
# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- **Mecânico**

- É um dos tipos mais antigos de captura de movimento e ainda hoje é o segundo mais usado. Possui alavancas que transformam movimentos rotacionais em dados de computador em tempo real.
- É baseado em um conjunto de armações que devem ser aderidas ao corpo do ator. As armações são conectadas entre si usando uma série de codificadores rotacionais e lineares (potenciômetros) conectados a uma interface que lê todos os codificadores ao mesmo tempo.
- Para captura facial, os tipos mais usados são os mecânicos e óticos.

# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- **Mecânico**



# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- Mecânico

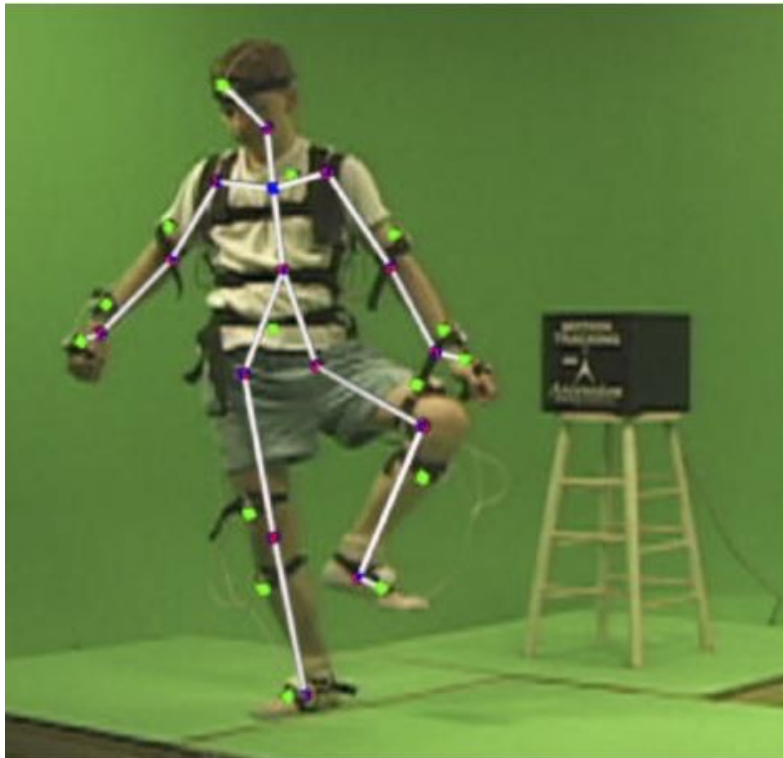


# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- **Magnético**
- O terceiro tipo mais em uso, captura o movimento por um **transmissor magnético central e um conjunto de receptores** que são colocados em várias partes do corpo.
- Tem a **vantagem de não ser suscetível à sobreposição de marcadores, mas a desvantagem de utilizar vários cabos fixados ao corpo do ator**, atrapalhando sua atuação e podendo ser afetados por qualquer objeto de metal na área de captura.

# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

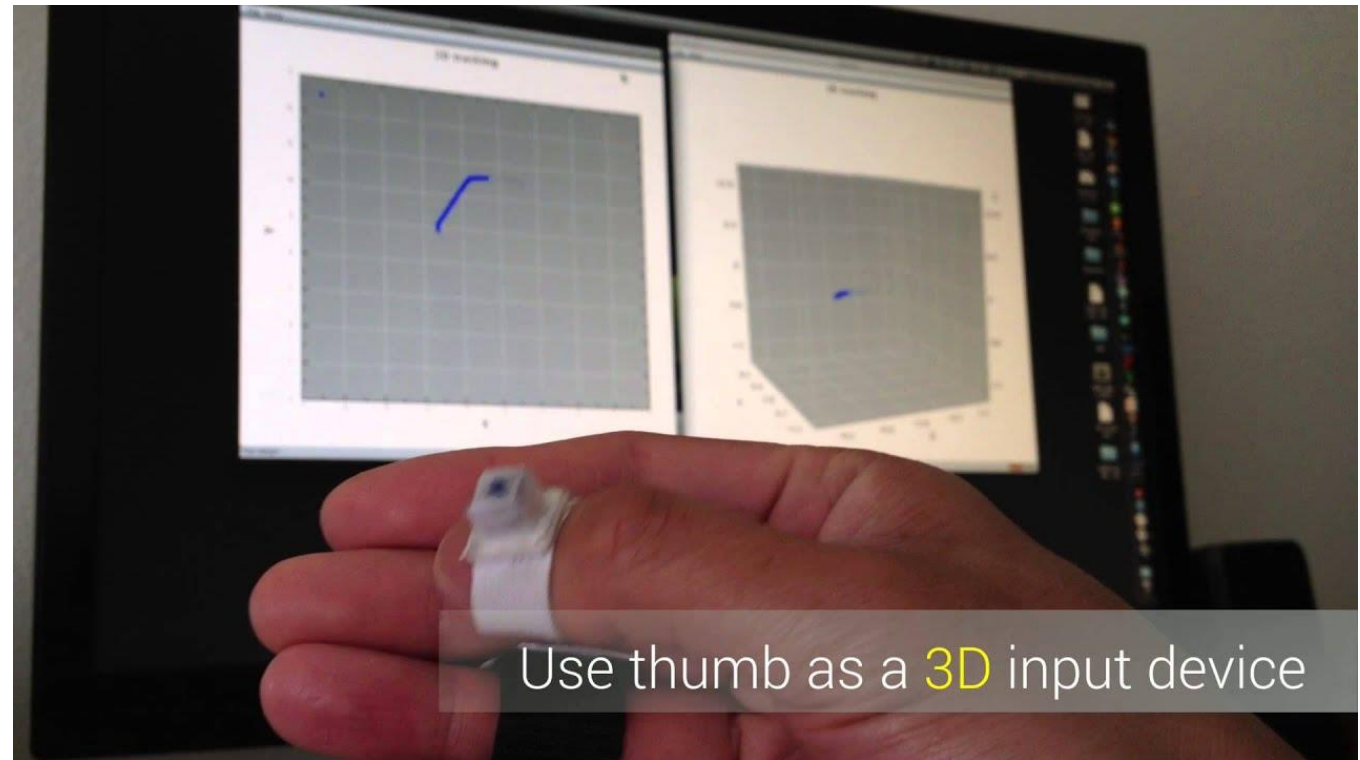
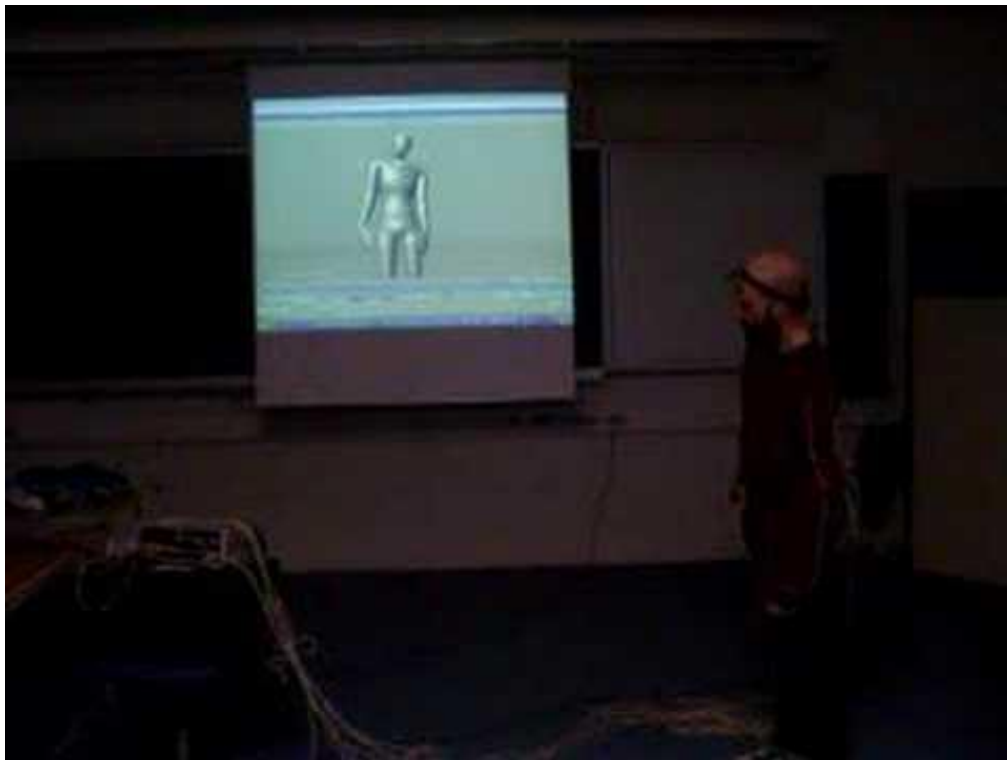
- **Magnético**





# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- Magnético



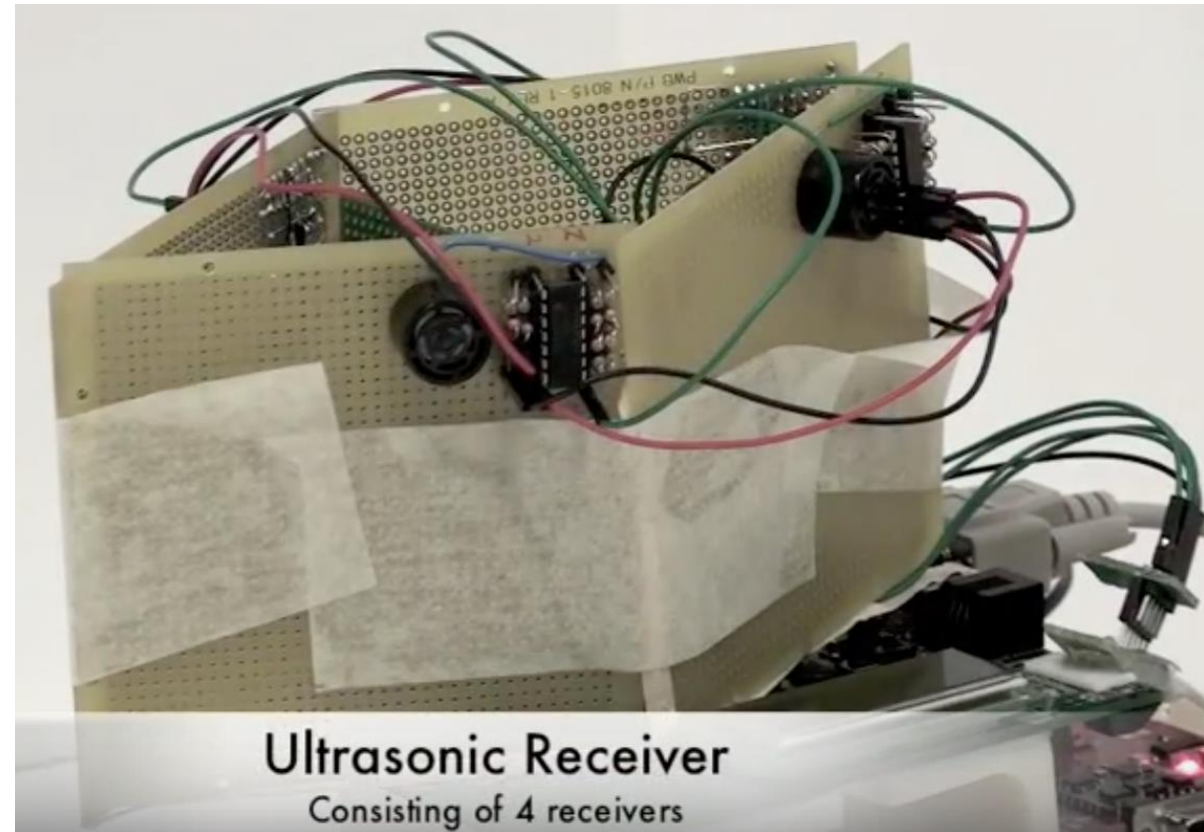
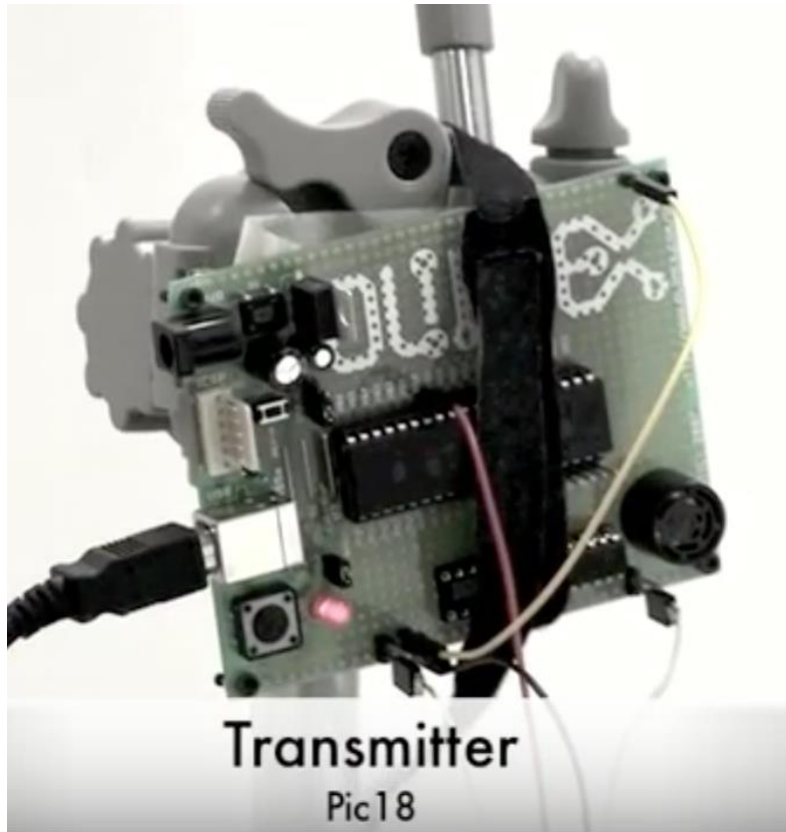


# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- **Acústico**
- Este tipo utiliza **marcadores, que são transmissores de áudio, capazes de calcular a distância pelo tempo de resposta do sinal.**
- Não é muito utilizado e apresenta as **mesmas vantagens e desvantagens do magnético.**
- A captura de movimento não se limita a capturar apenas os movimentos humanos. Para algumas cenas de filmes como Parque dos Dinossauros, foram usados bonecos na forma de dinossauros.

# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- **Acústico**



# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- **Cartoon Motion Capture**

- Essa técnica de captura de movimento de desenhos animados 2D foi recentemente proposta pela Universidade de Stanford.
- Utilizando as técnicas de rotação e composição, o animador posiciona alguns pontos de controle no entorno do personagem 2D. A partir dos pontos de controle, o sistema cria uma animação com o canal alpha, que contém a silhueta do personagem. O animador, então, define uma série de quadros-chave para a animação, como os criados na animação *pose-to-pose*, reposicionando os pontos de controle com referência a posição inicial.
- Para o sistema, a variação da posição dos pontos será a informação transformada em dados de captura de movimento, que poderá ser usada futuramente para animar outros personagens.

# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- **Cartoon Motion Capture**



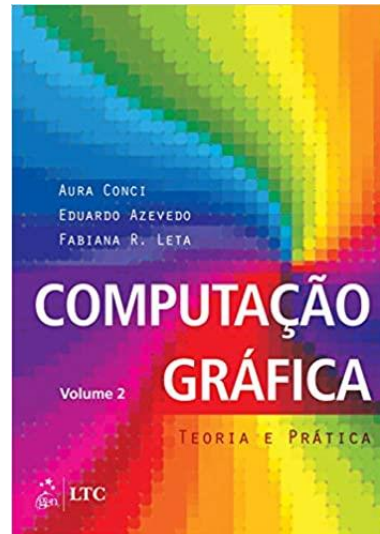
# Captura de Movimento: Sistemas de Captura

- AI Motion Capture





# Referências & Links Interessantes



- AZEVEDO, Eduardo; CONCI, Aura, Computação gráfica volume 1: geração de imagens. Rio de Janeiro, RJ. Editora Campus, 2003, 353 p. ISBN 85-352-1252-3.
- AZEVEDO, Eduardo; CONCI, Aura; LETA, Fabiana R. Computação gráfica volume 2: teoria e prática. Rio de Janeiro, RJ: Editora Elsevier, 2007, 384 p. ISBN 85-352-2329-0.
- PAULA FILHO, Wilson de Pádua, Multimídia: Conceitos e aplicações. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2000, 321 p. ISBN 978-85-216-1222-3.